

# ANAIIS

## XX RBMCSA

### REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

O solo sob ameaça: conexões  
necessárias ao manejo e  
conservação do solo e água

Editores

Arnaldo Colozzi Filho

João Henrique Caviglione

Graziela Moraes de Cesare Barbosa

Luciano Grillo Gil

Tiago Santos Telles



Sociedade Brasileira de  
Ciência do Solo  
Núcleo Estadual Paraná





# ANAIIS

## XX RBMCSA REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

O SOLO SOB AMEAÇA: CONEXÕES  
NECESSÁRIAS AO MANEJO E  
CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA

20 as 24 de novembro de 2016

Foz do Iguaçu - PR

Editores

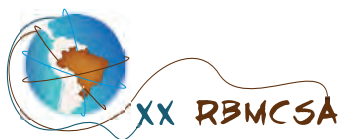
Arnaldo Colozzi Filho

João Henrique Caviglione

Graziela Moraes de Cesare Barbosa

Luciano Grillo Gil

Tiago Santos Telles



**Sociedade Brasileira de  
Ciência do Solo**  
**Núcleo Estadual Paraná**



NEPAR  
Curitiba  
2016

**SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO**  
**NÚCLEO ESTADUAL PARANÁ**

**Diretoria**

Diretor: Arnaldo Colozzi Filho – IAPAR – Londrina

Vice-Diretor: Nelson Harger – Emater – Apucarana

Secretário: Luis César Cassol – UTFPR – Pato Branco

Tesoureiro: Tiago Santos Telles – IAPAR – Londrina

**Editor Executivo**

Álison Néri

**Capa, revisão e diagramação**

MultCast

**Distribuição**

NEPAR

[www.sbcs-nepar.org.br](http://www.sbcs-nepar.org.br)

[contato@sbcs-nepar.org.br](mailto:contato@sbcs-nepar.org.br)

*Todos os direitos reservados.*

*É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte.*

*É proibida a reprodução total desta obra.*

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

R444a Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água (20. : 2016 : Foz do Iguaçu, PR)  
Anais da XX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água [livro eletrônico] / Editores técnicos: Arnaldo Colozzi Filho ...[et al.]. – Curitiba : SBSC/NEPAR ; Londrina: IAPAR, 2016.  
1 Livro digital.

Tema: "O solo sob ameaça: conexões necessárias ao manejo e conservação do solo e água".

Inclui bibliografia.

Disponível em: [www.nepar-sbcs.com.br](http://www.nepar-sbcs.com.br)

ISBN 978-85-69146-05-6

1. Solos – Manejo – Congressos. 2. Solos – Conservação – Congressos. 3. Água – Conservação – Congressos. I. Colozzi Filho, Arnaldo. II. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Estadual Paraná. III. Instituto Agrônômico do Paraná. IV. Título.

CDU 631.4



*A linguagem escrita, os conceitos e opiniões emitidos nos resumos constantes desta publicação são de inteira responsabilidade dos respectivos autores. A Comissão Organizadora não assume responsabilidades pelos dados e conclusões emitidas pelos autores.*



## **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Estadual Paraná**

---

### **Diretor**

Arnaldo Colozzi Filho

### **Vice-Diretor**

Nelson Harger

### **Secretário**

Luis César Cassol

### **Tesoureiro**

Tiago Santos Telles

## **Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR**

---

### **Diretor-Presidente**

Florindo Dalberto

### **Diretor de Pesquisa**

Tiago Pellini

### **Diretor de Administração e Finanças**

Altair Sebastião Dorigo

### **Diretor de Gestão de Pessoas**

Adelar Antonio Motter

### **Diretor de Inovação e Transferência de Tecnologia**

José Antônio Tadeu Felismino

## **Comissão Organizadora da XX XX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**

---

### **Presidente**

Arnaldo Colozzi Filho – IAPAR

### **Secretaria Executiva**

Graziela Moraes de Cesare Barbosa – IAPAR

### **Coordenação Técnico-Científica**

Graziela Moraes de Cesare Barbosa – IAPAR

Tiago Santos Telles – IAPAR

### **Coordenação Financeira**

José Pereira da Silva – IAPAR

### **Coordenação de Captação de Recursos**

Arnaldo Colozzi Filho – IAPAR

Rafael Fuentes Llanillo – IAPAR

Tiago Santos Telles – IAPAR

## Colaboradores da Coordenação Técnico-Científica

---

Ildegardes Bertol – Representante da Divisão 3. Uso e Manejo do Solo, da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – SBCS, UDESC – Lages

Nilvania Aparecida de Mello – Representante da Comissão 3.3. Manejo e Conservação do Solo e da Água, do Núcleo Estadual Paraná-NEPAR da SBCS, UTFPR – Campus de Pato Branco

Isabella C. De Maria – IAC – Campinas

Oromar Bertol – EMATER

Julio Cezar Franchini dos Santos – Embrapa Soja

João Tavares Filho – UEL

Maria de Fátima Guimarães – UEL

Ricardo Ralish – UEL

Luis Cezar Cassol - UTFPR - Campus de Pato Branco

Marcia Calegari - UNIOESTE

Gonçalo Signorelli de Farias – IAPAR

Rafael Fuentes Llanillo – IAPAR

Antonio Costa – IAPAR

Josiane Burkner dos Santos - IAPAR

## Subcomissões da Coordenação Técnico-Científica

---

### Avaliação e apresentação de trabalhos (Oral e pôsteres)

Luciano Grillo Gil – IAPAR

Josiane Burkner dos Santos - IAPAR

Lutécia Beatriz dos Santos Canalli – IAPAR

### 3.1. Fertilidade do solo e nutrição de plantas

Luiz Antônio Zañão Júnior – IAPAR

### 3.2. Corretivos e fertilizantes

Renato Yagi – IAPAR

### 3.3. Manejo e Conservação do solo e da água

Graziela Moraes de Cesare Barbosa – IAPAR

### 3.4. Planejamento do uso da terra

Jonez Fidalski – IAPAR

### 3.5. Poluição, remediação do solo e recuperação de áreas degradadas

Josiane Burkner dos Santos - IAPAR

Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa – UNIOESTE

Carlos Alberto Casali – UTFPR – Dois Vizinhos

## Minicursos e Visitas Técnicas

---

Antonio Costa – IAPAR

José Francirlei de Oliveira – IAPAR

## Coordenação Editorial

---

Alisson Neri – IAPAR

Luiz Antônio Zañão Júnior – IAPAR

## Coordenação de Informática

---

Paulo Roberto Martins – IAPAR

João Henrique Caviglione – IAPAR

## Coordenação de Comunicação

---

Lígia Deise Rodrigues – IAPAR

Alisson Neri – IAPAR

## Coordenação Sociocultural

---

Oswaldo Machinesk – IAPAR

## Apoio

---

Dacio Benassi – IAPAR

Paulo Henrique Parpinelli – IAPAR

## Promoção



**Sociedade Brasileira de  
Ciência do Solo**  
Núcleo Estadual Paraná

## Realização



## Patrocínio Diamante

**SISTEMA FAEP**



## Patrocínio Ouro



## Apoio



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



## Organização







# APRESENTAÇÃO

Nesta publicação são apresentados textos de palestras e de trabalhos técnico-científicos aceitos para apresentação na XX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo - RBMCSA, realizada em Foz do Iguaçu – PR, no período de 20 a 24 de novembro de 2016. A RBMCSA é um evento promovido pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – SBCS e tem por objetivo promover sistemas sustentáveis de uso dos recursos solo e água para todos os biomas brasileiros. Na sua 20ª edição foi organizada pelo Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR em parceria com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Núcleo Estadual Paraná – SBCS/NEPAR, tendo como tema central **“O solo sob ameaça: conexões necessárias ao manejo e conservação do solo e da água!”**.

Os impactos negativos da ação humana sobre o solo e a água intensificam-se no país, ainda que a ciência tenha avançando em conhecimento e na apresentação de soluções técnicas para a mitigação do problema. A conservação do solo e da água na agropecuária brasileira permanece como um grande desafio frente a degradação presente. Ações efetivas que promovam conservação do solo e da água requerem o estabelecimento de uma rede de conexões entre atores e componentes de diferentes origens, formas e funções, que muitas vezes estão fora do âmbito científico, mas com os quais é fundamental estabelecer conexões para que toda a complexa rede que envolve o manejo e conservação do solo e da água funcione e o processo efetivamente aconteça. Perpassam por esta rede, além da pesquisa, ensino e transferência de tecnologias, conexões com atores sociais, econômicos e políticos que necessitam de mudanças em sua forma de interagir e agir.

A publicação dos anais da XX RBMCSA registra o esforço da SBCS/NEPAR e do IAPAR em promover conexões entre a contribuição científica de professores, pesquisadores, técnicos e estudantes de graduação e pós com o poder público, empresas, legisladores e sociedade em geral ligados à produção agropecuária, com foco na preservação do solo e da água através do manejo.

Para esta edição da RBMCSA foram recebidos 459 trabalhos científicos, dos quais 430 foram aceitos para publicação nas subcomissões; Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (91 trabalhos); Corretivos e Fertilizantes (19); Manejo e Conservação do Solo e da Água (259); Planejamento do Uso da Terra (30) e Poluição, Remediação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas (31). Vale ressaltar que estes trabalhos são originários de instituições que atuam em praticamente todas as regiões do país, demonstrando a busca por soluções regionais para problemas locais em praticamente todos os biomas brasileiros.

Além da participação da comunidade científica, registra-se também o apoio e patrocínio que instituições públicas, privadas e empresas creditaram à RBMCSA, reconhecendo-a como espaço de discussão e proposições para o uso e manejo conservacionista do solo nos agrossistemas brasileiros e à SBCS/NEPAR e ao IAPAR, como promotores e organizadores do evento.

**Arnaldo Colozzi Filho**

*Presidente da XX Reunião Brasileira de Manejo  
e Conservação do Solo e da Água*



# SUMÁRIO

## SESSÃO

### FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS ...37

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| RESPOSTA DA CULTURA DO MILHO ( <i>ZEAMAYS</i> ) A ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO NPK E DOSES DE GESSO .....            | 39 |
| AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO DE VINHEDOS PRODUZIDO EM BASALTO NO ESTADO DE SANTA CATARINA ..... | 42 |
| EFEITO DE CALCÁRIO E GESSO NA CTC E SATURAÇÃO DE BASES DE SOLO SOB CULTIVO DE EUCALIPTO .....              | 45 |
| COMPOSTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DOMICILIARES NA PRODUÇÃO DE ALFACE .....                            | 47 |
| TRANSPORTE DE P NO SOLO CONSIDERANDO SUA ADUBAÇÃO LOCALIZADA E A DISPONIBILIDADE DE ÁGUA .....             | 50 |
| CALCÁRIO E GESSO AFETANDO FERTILIDADE DO SOLO, NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DA SOJA .....             | 53 |
| MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO E NÍQUEL NA CULTURA DA SOJA ( <i>Glycine max</i> ).....                 | 56 |
| RESPOSTA DE MUDAS FLORESTAIS NATIVAS A DOSES CRESCENTES DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA .....           | 58 |
| APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ANÁLISE DE CARBONO ORGÂNICO EM SOLO COM DIFERENTES CULTURAS .....       | 61 |
| SUBSTRATOS FORMULADOS COM BIOSSÓLIDO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Anadenanthera macrocarpa</i> .....     | 63 |
| EFEITO DE DIFERENTES FONTES PARA AUMENTO DO pH EM DOIS DIFERENTES TIPOS DE SOLO.....                       | 66 |
| TRATAMENTO DE SEMENTES DE FEIJÃO: COINOCULAÇÃO ASSOCIADA AO USO DE MICRONUTRIENTES .....                   | 69 |
| RELAÇÃO C/N E ESTOQUES DE C E N DA PALHADA DE AVEIA E BRAQUIÁRIA NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA .....      | 72 |

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PERFIL LIPÍDICO DO ÓLEO DE SEMENTES DE AMENDOIM<br>EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA .....           | 75  |
| VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA COM INJEÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO<br>SUÍNO E INIBIDOR DE NITRIFICAÇÃO .....                | 77  |
| CRESCIMENTO DE MUDAS DE JABUTICABEIRA EM DIFERENTES<br>COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATO E COBERTURA MORTA.....         | 79  |
| PRODUTIVIDADE DA CANA ADUBADA COM ORGANOMINERAIS<br>DE BIODOSSÍDIO E BIOESTIMULANTE EM SOLO FÉRTIL .....       | 82  |
| UTILIZAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO SUÍNO NA PRODUÇÃO DE MILHO<br>EM ALTA DENSIDADE .....                             | 84  |
| BIOMETRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR ADUBADA COM ORGANOMINERAIS<br>DE BIODOSSÍDIO E BIOESTIMULANTE EM SOLO FÉRTIL ..... | 86  |
| BROTAÇÕES E ENRAIZAMENTO DA PIMENTEIRA-DO-REINO<br>SOB DOSES DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA .....          | 89  |
| RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO NO VIGÉSIMO ANO<br>COM APLICAÇÃO CONTINUADA DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS.....    | 91  |
| PRODUTIVIDADE E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES DA CULTURA<br>DA SOJA EM RESPOSTA A MANEJO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA .....  | 93  |
| FERTILIZAÇÃO FOSFATADA NO GERGELIM ( <i>Sesamum indicum</i> )<br>EM DUAS DENSIDADES DE SEMEADURA .....         | 95  |
| FÓSFORO REMANESCENTE EM SOLOS ARENOSOS COM LAMELAS<br>DO AGRESTE DE PERNAMBUCO .....                           | 98  |
| BIOMETRIA DA CANA ADUBADA COM ORGANOMINERAIS<br>DE BIODOSSÍDIO E BIOESTIMULANTE EM SOLO ARENOSO.....           | 100 |
| PRODUTIVIDADE DA CANA ADUBADA COM ORGANOMINERAIS<br>DE BIODOSSÍDIO E BIOESTIMULANTE EM SOLO ARENOSO.....       | 103 |
| CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO TRIGO BRS 254<br>IRRIGADO E ADUBADO COM NITROGÊNIO E ENXOFRE .....    | 105 |
| TORTA DE PINHÃO MANSO NA DISPERSÃO DA ARGILA DO SOLO .....                                                     | 107 |
| MONITORAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES<br>USOS NA REGIÃO DE ARARAS EM MONTE CARMELO - MG .....    | 109 |
| RENDIMENTO DE GRÃOS E FITOMASSA DO MILHO APÓS INCORPORAÇÃO<br>NO SOLO DO DEJETO SUÍNO E ADUBO MINERAL.....     | 112 |

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| MONITORAMENTO DE MACRONUTRIENTES SOB DIFERENTES USOS<br>NA REGIÃO DE ARARAS EM MONTE CARMELO - MG .....               | 115 |
| AJUSTES DOS MODELOS FREUNDLICH E LANGMUIR NA ADSORÇÃO<br>DE FÓSFORO EM SOLOS ORIZÍCOLAS CATARINENSE .....             | 118 |
| FERTILIDADE DO SOLO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SISTEMA<br>PLANTIO DIRETO NO CERRADO DE BAIXA ALTITUDE .....           | 121 |
| EMIÇÃO DE OXIDO NITROSO E METANO NA CULTURA DO FEIJÃO<br>EM SISTEMAS INTEGRADO DE PRODUÇÃO .....                      | 124 |
| AVLIAÇÃO DO REPOLHO CULTIVADO EM SUCESSÃO A DIFERENTES<br>COBERTURAS E DOSES DE ADUBAÇÃO MINERAL.....                 | 127 |
| DIFERENTES FONTES E DOSES DE FÓSFORO NA PRODUTIVIDADE<br>DA SOJA ( <i>Glycine max</i> ) E EXTRAÇÃO DO P NO SOLO ..... | 130 |
| TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO EM SOLOS DEGRADADOS DE<br>PARAGUAY E SEU EFEITO NA CULTURA DE SOJA .....                  | 132 |
| TEOR DE ÓLEO E PROTEÍNA EM SEMENTES DE AMENDOIM SUBMETIDO<br>À ADUBAÇÃO POTÁSSICA E FOSFATADA .....                   | 134 |
| CULTIVO DO BROCOLIS EM SUCESSÃO A DIFERENTES COBERTURAS<br>E DOSES DE ADUBAÇÃO MINERAL .....                          | 136 |
| CALAGEM E A RELAÇÃO DE CÁTIOS DIVALENTES NA SOLUÇÃO<br>DO SOLO E A ABSORÇÃO DE FERRO PELO ARROZ .....                 | 139 |
| TEORES DE POTÁSSIO E MACRONUTRIENTES EM SISTEMAS<br>AGROFLORESTAL COM USO DE DEJETO DE SUÍNO.....                     | 142 |
| POTÁSSIO NO SOLO SUBMETIDO POR QUATRO ANOS A FENAÇÃO<br>DE ALFAFA E ADUBAÇÃO POTÁSSICA.....                           | 144 |
| FRAÇÕES DA MATÉRIA ORGÂNICA E INTERAÇÃO COM N-FERTILIZANTE<br>EM SISTEMA CANA CRUA EM SOLO DE TABULEIRO .....         | 146 |
| A SOJA COMPENSA A DESUNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO<br>DO FERTILIZANTE NO SULCO DE SEMEADURA? .....                     | 149 |
| PARÂMETROS MINERALÓGICOS E ADSORÇÃO DE FÓSFORO<br>EM SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL .....                                 | 152 |
| EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO COM DEJETOS DE ANIMAIS<br>NA PRODUTIVIDADE DO CRAMBE .....                                | 154 |
| CÉLULAS VIÁVEIS DA COMUNIDADE MICROBIANA DE UM SOLO<br>SOB APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE.....                          | 156 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PRODUÇÃO DE MASSA SECA DE PASTAGEM EM RECUPERAÇÃO<br>COM CINZA VEGETAL E FORMAS DE APLICAÇÃO .....           | 159 |
| CRESCIMENTO E RENDIMENTO DE BIOMASSA DE MANJERICÃO<br>CULTIVADO COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA .....                  | 162 |
| ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E O DESENVOLVIMENTO<br>DA TECA NA REGIÃO SUDOESTE DE MATO GROSSO .....            | 164 |
| MACRONUTRIENTES NA PRODUÇÃO DE MASSA SECA DE MUDAS DE<br>CLERODENDRUM QUADRILOCULARE .....                   | 166 |
| EFEITO DE MACRONUTRIENTES NO DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS<br>DE TECA ( <i>TECTONAS GRANDIS</i> L.F.).....       | 169 |
| DISTRIBUIÇÃO IRREGULAR DE FERTILIZANTES NO DESENVOLVIMENTO<br>DAS CULTURAS DO MILHO E DA SOJA.....           | 172 |
| EFEITO DE DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DO CLORETO DE POTÁSSIO<br>NA CULTURA DO MILHO .....                     | 175 |
| VARIAÇÃO TEMPORAL DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO EM SOLO<br>ADUBADO COM DIFERENTES FERTILIZANTES .....    | 178 |
| EFEITO DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE PÓ DE ROCHA<br>NA CULTURA DO TRIGO .....                          | 181 |
| COMPARAÇÃO DE EXTRATORES DE FÓSFORO PARA SOLOS<br>DE SANTA CATARINA COM DIFERENTES TEORES DE ARGILA .....    | 183 |
| CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO<br>EM TRIGO BRS 254 IRRIGADO NO CERRADO MATOGROSSENSE .....  | 185 |
| FERTILIDADE DO SOLO SOB APLICAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA<br>E NITROGÊNIO EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA .....     | 187 |
| ÍNDICE DE CLOROFILA E PERFILHAMENTO DE TRIGO BRS 254<br>IRRIGADO E ADUBADO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO .....   | 189 |
| RELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS DO SOLO COM A COMPOSIÇÃO<br>DA UVA CABERNET SAUVIGNON EM VINHEDO DE ALTITUDE..... | 192 |
| INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL NOS PARÂMETROS<br>DO EXTRATO DA CANA NUM SOLO ARENOSO .....             | 195 |
| ESTOQUE DE NUTRIENTES EM SOLO COM ADIÇÃO DE FERTILIZANTES<br>ORGÂNICOS E MINERAIS.....                       | 198 |
| APLICAÇÃO E REAPLICAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA NA CULTURA DA SOJA<br>EM ÁREA DE PLANTIO DIRETO NO PARAGUAI.....   | 200 |

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CINZA VEGETAL E FORMAS DE APLICAÇÃO EM PASTAGEM<br>EM RECUPERAÇÃO: NÚMERO DE FOLHAS E PERFILHOS .....               | 203 |
| EFEITO DA CAMA AVIÁRIA NA ALTURA DE PLANTAS DE CANOLA .....                                                         | 205 |
| EFEITO DA INOCULAÇÃO DE <i>Azospirillum brasilense</i> NO TRIGO<br>EM FUNÇÃO DE DIFERENTES FORMAS DE ADUBAÇÃO ..... | 207 |
| INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL DE BIODSÓLIDO<br>NO CALDO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM UM SOLO ARGILOSO .....          | 210 |
| CAPACIDADE ADSORTIVA DE FÓSFORO PELOS LATOSSOLOS.....                                                               | 213 |
| MANGANÊS NA SOLUÇÃO E NA FASE SÓLIDA DE ARGISSOLO<br>EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE TANGERINAS .....            | 215 |
| NUTRIÇÃO POTÁSSICA EM TOMATEIRO ITALIANO, FERTIRRIGADO,<br>EM VASOS CONTENDO AREIA .....                            | 218 |
| COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO FEIJÃO-CAUPI<br>EM FUNÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO .....                      | 221 |
| EFFECTS OF BIOCHAR ON THE PROPERTIES OF AN OXISOL AND<br>THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF BLACK BEAN .....              | 224 |
| ADUBAÇÃO NITROGENADA SUPLEMENTAR EM SOJA COM PROBLEMAS<br>DE NODULAÇÃO.....                                         | 227 |
| TEORES DE NUTRIENTES EM MILHO SEMEADO EM RESÍDUO<br>DE ALFAFA EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA .....          | 230 |
| MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA E ATRIBUTOS QUÍMICOS<br>DE LATOSSOLOS PARANAENSES.....                                 | 232 |
| DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES NO SOLO APÓS A INCORPORAÇÃO<br>DE DEJETO LÍQUIDO SUÍNO E ADUBO MINERAL .....          | 234 |
| TEMPERATURAS E TEMPOS DE AGITAÇÃO NA EXTRAÇÃO DE FÓSFORO<br>DO SOLO SOB DOSES DE FERTILIZANTE FOSFATADO.....        | 237 |
| NUTRIÇÃO FOLIAR DE SOJA EM PLANTIO DIRETO COM SOLO<br>TRAFEGADO POR MÁQUINA E MANEJADO COM GESSO .....              | 239 |
| CARBONO E NITROGÊNIO MICROBIANO EM SOLOS SOB FLORESTA<br>OMBRÓFILA MISTA NO SUDOESTE DO PARANÁ .....                | 242 |
| DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM SOLOS SOB FLORESTA<br>OMBRÓFILA MISTA NO SUDOESTE DO PARANÁ .....                  | 245 |
| CRESCIMENTO DE MUDAS DE EUCALIPTO SUBMETIDAS À FERTIRRIGAÇÃO<br>COM BIODSÓLIDO EM DOIS SUBSTRATOS .....             | 248 |



|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE<br><i>Parapiptadenia rigida</i> COM RESÍDUO DE RÚMEN BOVINO ..... | 251 |
| CONCENTRAÇÃO DE BASES TROCÁVEIS DO SOLO E FITOMASSA<br>DE MELANCIEIRA SOB FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA .....               | 254 |
| CRESCIMENTO INICIAL DE MELANCIEIRA SOB DIFERENTES<br>CONCENTRAÇÕES DE BIOFERTILIZANTE .....                         | 257 |
| N-MINERAL DO SOLO EM CULTURAS DE ROTAÇÃO NA RENOVAÇÃO<br>DO CANAVIAL SOB PLANTIO CONVENCIONAL E DIRETO .....        | 260 |
| LIBERAÇÃO DE FORMAS DE FÓSFORO DOS RESÍDUOS DE PLANTAS DE<br>COBERTURA EM PLANTIO DIRETO AGROECOLÓGICO .....        | 263 |
| FÓSFORO DISPONÍVEL DO SOLO SOB DIFERENTES TECNOLOGIAS DE<br>RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO SUDOESTE DO PARANÁ .....       | 266 |
| USO CONTINUADO DE CAMA DE AVIÁRIO NO SOLO: EFEITO NA PRODUÇÃO<br>VEGETAL E EM ATRIBUTOS DO SOLO .....               | 268 |
| PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E TEORES DE P E K EM SOLO ADUBADO COM<br>DEJETOS ANIMAIS: ANÁLISE DE OITO SAFRAS .....       | 270 |
| FERTILIZAÇÃO FOSFATADA COM ADUBO ORGÂNICO NA CULTURA<br>DE MANDIOCA ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) .....        | 273 |

## SESSÃO

### CORRETIVOS E FERTILIZANTES..... 275

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| DOSES DE SILICATO DE POTÁSSIO NO MANEJO DE BRUSONE NO TRIGO .....                                            | 277 |
| DIFERENTES FONTES E DOSES DE FÓSFORO NO DESENVOLVIMENTO<br>DA CULTURA DA SOJA ( <i>Glycine max</i> ) .....   | 279 |
| EFEITO DE DOSES DE CINZAS DA QUEIMA DA BIOMASSA FLORESTAL NA<br>COMPACTAÇÃO DA CULTURA DO TRIGO .....        | 282 |
| EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA UREIA TRATADA COM INIBIDORES DE<br>UREASE E DE NITRIFICAÇÃO EM ARROZ IRRIGADO ..... | 284 |
| PH DE SOLOS SUBMETIDOS A DOSES DE CINZA VEGETAL E CULTIVADOS<br>COM CAPIM-MARANDU .....                      | 287 |

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSAGEM DE PÓ DE ROCHA SOBRE<br>A PRODUÇÃO DE SOJA ( <i>Glycine max</i> ) .....            | 290 |
| USO DE CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISIONADA NO MAPEAMENTO<br>DO USO E COBERTURA DE GRANDES TERRITÓRIOS.....            | 292 |
| CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA COM USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA<br>DE SUINOCULTURA EM SISTEMA AGROFLORESTAL .....         | 294 |
| FERTILIZANTE ORGÂNICO, ORGANOMINERAL E MINERAL EM SISTEMAS<br>DE PRODUÇÃO DE GRÃOS NO OESTE DO PARANÁ.....         | 296 |
| CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DE REJEITO DE PEGMATITO RICO<br>EM FOSFATO E SEU POTENCIAL PARA ROCHAGEM .....         | 299 |
| BIOATIVIDADE DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DE CUPINZEIROS PRESENTES<br>EM NEOSSOLOS SOB CAATINGA HIPERXERÓFILA .....      | 301 |
| USO DE DIFERENTES CORRETIVOS DA ACIDEZ E RELAÇÕES COM<br>ATRIBUTOS FÍSICOS E CARBONO ORGÂNICO DO SOLO .....        | 303 |
| RELAÇÃO DE CU E FE DE SOLO FERTIRRIGADO COM BIOFERTILIZANTE<br>PROVENIENTE DE DEJETOS DA SUINOCULTURA.....         | 305 |
| ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO<br>LAVOURA-PECUÁRIA, NO PLANALTO CATARINENSE .....             | 307 |
| FORNECIMENTO DE CÁLCIO PARA PLANTAS DE <i>Eucalyptus dunnii</i><br>POR MEIO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO ..... | 310 |
| EFICIÊNCIA DO POLICOTE EM SEQUESTRAR ALUMÍNIO .....                                                                | 313 |
| EFEITO DO SILICATO DE CÁLCIO E RESÍDUO FOSFATADO NA<br>DISPERSÃO DE ARGILA .....                                   | 315 |
| CARACTERIZAÇÃO E USO DE BIOFERTILIZANTE DE DEJETO SUÍNO<br>NO CULTIVO DE MILHO .....                               | 318 |
| VALORAÇÃO DO LODO DE ESGOTO VISANDO RECICLAGEM AGRÍCOLA E<br>FLORESTAL .....                                       | 320 |

## SESSÃO

### MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA.. 323

|                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| RESISTÊNCIA MECÂNICA À PENETRAÇÃO DO SOLO EM QUATRO<br>DIFERENTES COBERTURAS DE TERRA .....                      | 325 |
| TAXA DE APORTE DE SEDIMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA<br>DO ALTO RIO IGUAÇU - PR.....                               | 327 |
| TESTE DE ADAPTAÇÃO DA COMPOSTAGEM LAMINAR<br>AO SISTEMA PLANTIO DIRETO .....                                     | 329 |
| DIVERSIDADE DA FAUNA EPÍGEA ASSOCIADA A DIFERENTES<br>ESPÉCIES DA MATA ATLÂNTICA .....                           | 331 |
| GEOQUÍMICA DE PLINTOSSOLOS SOB SATURAÇÃO PROLONGADA<br>POR IRRIGAÇÃO EM ÁREAS ÚMIDAS DO CERRADO .....            | 333 |
| SUPERFÍCIE ESPECÍFICA DE CAMBISSOLO DA REGIÃO SERRANA<br>DE SANTA CATARINA.....                                  | 334 |
| USO DE MODELOS HIDROLÓGICOS DISTRIBUÍDOS COMO<br>FERRAMENTA AUXILIAR EM LEVANTAMENTOS DE SOLOS .....             | 336 |
| PALHA RESIDUAL DE AVEIA PRETA E DESEMPENHO DE ARROZ<br>IRRIGADO POR INUNDAÇÃO .....                              | 338 |
| RETENÇÃO DE ÁGUA EM CAMBISSOLO HÚMICO<br>SOB SISTEMA AGROFLORESTAL .....                                         | 341 |
| DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE CAPIM-MARANDU<br>EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO COM SOJA NO ARENITO CAIUÁ - PR.....         | 343 |
| AValiação VISUAL DA QUALIDADE ESTRUTURAL<br>DE UM PLANOSSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO .....       | 346 |
| VULNERABILIDADE DOS SOLOS À EROSÃO HÍDRICA<br>NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARI .....                        | 348 |
| EMISSÃO DE CO <sub>2</sub> E ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO<br>SOB SISTEMA DE COLHEITA DE CANA CRUA E QUEIMADA ..... | 351 |
| PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO E PRODUTIVIDADE<br>DE MILHO SAFRINHA EM CONSÓRCIO COM PLANTAS DE COBERTURA .....    | 352 |
| ANÁLISE ESPACIAL DA MATÉRIA ORGÂNICA EM ÁREA IRRIGADA<br>NO SUL DO TOCANTINS SEM REVOLVIMENTO DE SOLO .....      | 356 |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ESTUDO TEMPORAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM CAMBISSOLO<br>HÚMICO SUBMETIDO AO CULTIVO AGROFLORESTAL .....  | 359 |
| NÍVEL DE TRÁFEGO E SUA RELAÇÃO COM O TEOR DE ÁGUA<br>DE UM NITOSSOLO VERMELHO .....                        | 361 |
| GLOMALINA E CARBONO ORGÂNICO DE AGREGADOS<br>SOB DIFERENTES MANEJOS AGROECOLÓGICOS .....                   | 364 |
| ENERGIA ULTRASSÔNICA NA AVALIAÇÃO DA AGREGAÇÃO DE SOLOS<br>SOB SISTEMA DE MANEJO CONSERVACIONISTA .....    | 366 |
| INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO SOBRE A PRODUTIVIDADE<br>DA BATATA-DOCE .....                                | 368 |
| CARBONO E ESTABILIDADE DE AGREGADOS EM INTEGRAÇÃO<br>LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E LAVOURA-PECUÁRIA .....    | 371 |
| SENSIBILIDADE DAS FRAÇÕES FÍSICAS DA MATÉRIA ORGÂNICA<br>DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO .....    | 374 |
| AVALIAÇÃO DA INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO SOB DIFERENTES<br>MANEJOS E ESCARIFICADORES .....                 | 377 |
| ESTRUTURA DE UM LATOSSOLO VERMELHO SOB ROTAÇÃO<br>DE CULTURAS COM REDUÇÕES NAS OPERAÇÕES DE PREPARO.....   | 380 |
| EROSÃO HÍDRICA EM DIFERENTES COMPRIMENTOS DE DECLIVE<br>NA CONDIÇÃO DE SOLO DESCOBERTO .....               | 382 |
| PREPARO E MANEJO DO SOLO NOS SEUS ATRIBUTOS QUÍMICOS<br>EM CULTIVO ORGÂNICO .....                          | 385 |
| DINÂMICA DE DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA EM SISTEMA<br>PLANTIO DIRETO NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO .....   | 388 |
| INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE REGENERAÇÃO NATURAL<br>NA DINÂMICA DA FERTILIDADE DO SOLO, UBERABA - MG.....     | 390 |
| DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES FIXOS PARA EQUAÇÃO<br>DE PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS PARA FOZ DO IGUAÇU - PR ..... | 392 |
| ATRIBUTOS EDÁFICOS E DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL<br>EM ÁREAS DO BIOMA CERRADO, UBERABA - MG .....      | 394 |
| MUDANÇAS NO USO E MANEJO DE UM CAMBISSOLO HÚMICO<br>E SEUS REFLEXOS NAS CULTURAS EM SUCESSÃO.....          | 396 |
| RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM SISTEMA<br>DE CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA .....                         | 398 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO, CARGA ANIMAL, DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM E ALTURA DE PASTEJO EM ILP.....       | 400 |
| EFEITO DE DIFERENTES COBERTURAS NO CONTEÚDO DE ÁGUA DO SOLO E NO CRESCIMENTO INICIAL DE ERVA-MATE.....       | 403 |
| AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO .....     | 406 |
| FATOR C DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO PARA SUCESSÕES DE CULTURAS EM ELDORADO DO SUL - RS .....      | 408 |
| COMPORTAMENTO DO GERGELIM EM SUCESSÃO COM ADUBOS VERDES DE INVERNO NO DISTRITO DE MINGA GUAZU .....          | 411 |
| DECOMPOSIÇÃO E PRODUÇÃO DE FITOMASSA EM ÁREAS COM DIFERENTES REMOÇÕES DE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR .....       | 414 |
| ESTIMATIVA DE PERDAS DE SOLO EM DIFERENTES ANOS NA BACIA DO RIO CAMBORIÚ - SC.....                           | 417 |
| INFLUÊNCIA DA COMPACTAÇÃO DO SOLO NO FECHAMENTO DAS ENTRELINHAS DA CULTURA DA SOJA E DO MILHO .....          | 420 |
| INFLUÊNCIA DA IDADE DE PLANTIOS DE PINUS NOS FLUXOS DE ÓXIDO NITROSO E METANO DO SOLO.....                   | 423 |
| PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROÇÃO HÍDRICA, INFLUENCIADAS PELO COMPRIMENTO DE DECLIVE .....                    | 426 |
| COMPONENTES DE PRODUÇÃO EM DOIS CULTIVOS DE FEIJÃO-CAUPI APÓS A APLICAÇÃO DE BIOCÁRVÃO AO SOLO .....         | 428 |
| DENSIDADE DO SOLO EM PERFIS DE LATOSSOLO VERMELHO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E PASTAGEM .....             | 431 |
| CAFEIEIRO CONILON SOMBREADOS COMO ALTERNATIVA NA RESERVAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO EM REGIÕES TROPICAIS.....        | 433 |
| ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO NA SUB-BACIA MICAELA - RS.....                                                   | 436 |
| RELAÇÕES ENTRE USO DO SOLO E OS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO PANDEIROS .....                            | 439 |
| MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ERODIBILIDADE DO SOLO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DAS POSSES - MG .....  | 442 |
| PERDAS DE SOLO E ÁGUA EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DA CULTURA DE OLIVEIRA ( <i>Olea europaea</i> ) ..... | 444 |

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ESTIMATIVA DA CAPACIDADE DE CAMPO PELA DENSIDADE<br>DE FLUXO DE ÁGUA EM LATOSSOLO DE TEXTURA MÉDIA .....      | 446 |
| FATOR COBERTURA E MANEJO DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS<br>DE SOLO EM UM LATOSSOLO DO RIO GRANDE DO SUL.....  | 448 |
| POTENCIAL DE INÓCULO MICORRÍZICO EM DIFERENTES SISTEMAS<br>DE USO DO SOLO EM SANTA CATARINA .....             | 451 |
| QUANTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DA TAXA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL<br>PELA TÉCNICA DE CAÇAMBA BASCULANTE .....        | 453 |
| INFILTRAÇÃO DE AGUA EM UM ARGISSOLO VERMELHO CULTIVADO<br>COM CAPIM MOMBAÇA.....                              | 455 |
| CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO<br>DO CACHIMBAL, PINHEIRAL - RJ .....                    | 457 |
| CONTAMINAÇÃO DE METAL PESADO EM DIFERENTES USOS<br>E MANEJO DO SOLO NA MICROBACIA CÔRREGO DA OLARIA - SP..... | 459 |
| FATOR DE TORTUOSIDADE NA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA<br>OBTIDO POR EXPERIMENTO DE EVAPORAÇÃO .....               | 462 |
| INFLUÊNCIA DO MANEJO NA AGREGAÇÃO DO SOLO E LIBERAÇÃO DE ÍONS .....                                           | 465 |
| INFLUÊNCIA DA SEPARAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL<br>NA MODELAGEM DA EROSÃO.....                              | 467 |
| INDICADORES DENDROGEOMORFOLÓGICOS PARA A AVALIAÇÃO<br>ESPACIAL E TEMPORAL DE PROCESSOS EROSIVOS .....         | 470 |
| EROSÃO LAMINAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAPI-MACACU - RJ .....                                           | 472 |
| PRODUTIVIDADE DO MILHO SOB CULTURAS ANTECEDENTES<br>NO TABULEIRO COSTEIRO SERGIPANO AO LONGO DE 15 ANOS.....  | 475 |
| ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DA SOJA<br>SOB EFEITO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MANEJO DO SOLO.....    | 477 |
| ÍNDICE DE QUALIDADE DO SOLO EM MANEJOS DE PLANTAS<br>DE COBERTURA NO CONTROLE DA EROSÃO HÍDRICA.....          | 480 |
| PERDAS DE SOLO E ÁGUA EM SISTEMAS DE MANEJOS,<br>NO PROGRAMA CONSERVADOR DAS ÁGUAS, EXTREMA - MG .....        | 482 |
| MODELAGEM DA ENTREGA DE SEDIMENTOS PARA RESERVATÓRIOS<br>DE HIDRELÉTRICAS NO ALTO RIO GRANDE - MG .....       | 484 |
| CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DE UMA SUB-BACIA MANANCIAL<br>DE ABASTECIMENTO PÚBLICO EM MINAS GERAIS .....     | 486 |

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PERDA DE ÁGUA E SEDIMENTOS EM MICROBACIAS<br>HIDROGRÁFICAS AGRÍCOLAS NA REGIÃO SUBTROPICAL DO BRASIL.....     | 489 |
| EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO E READEQUAÇÃO DO SISTEMA<br>DE TERRACEAMENTO NUMA FAZENDA NO NORTE DO PARANÁ .....   | 492 |
| ESTOQUES DE CARBONO E ESTABILIDADE DE AGREGADOS<br>EM SISTEMAS FLORESTAIS NO NORDESTE DE MINAS GERAIS.....    | 495 |
| AVALIAÇÃO DE DOIS SUBSOLADORES VISANDO MELHORIA<br>NA PRODUTIVIDADE DO MILHO EM LATOSSOLO ARGILOSO.....       | 498 |
| SISTEMAS DE MANEJO DE AVEIA OU POSIO SOB ATRIBUTOS FÍSICOS<br>E MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO .....                | 501 |
| QUALIDADE FÍSICA DO SOLO EM CULTIVO DE BANANEIRA IRRIGADA .....                                               | 504 |
| AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO<br>DO POTENCIAL MATRICIAL DA ÁGUA DO SOLO SECO .....           | 507 |
| RMP DE UM ARGISSOLO SOB PLANTIO DIRETO E CULTURAS<br>ANTECEDENTES COM MILHO EM SERGIPE .....                  | 509 |
| EFEITO DE CULTURAS ANTECEDENTES E PLANTIO DIRETO<br>NA DENSIDADE DE UM ARGISSOLO COM MILHO EM SERGIPE.....    | 511 |
| PERDA DE SOLO E ÁGUA EM DIFERENTES MANEJOS DO SOLO<br>SOB CHUVA NATURAL .....                                 | 514 |
| TAXA DE INFILTRAÇÃO EM DIFERENTES POSIÇÕES TOPOGRÁFICAS<br>E USOS DO SOLO NO MÉDIO PARAÍBA DO SUL .....       | 517 |
| MAPEAMENTO DA CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL PARA<br>OS SOLOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA .....                | 520 |
| MONITORAMENTO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL<br>EM LATOSSOLO VERMELHO DO RS SOB SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....          | 523 |
| AVALIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO INTERNA E INCREMENTO<br>DE ÁGUA NO SISTEMA SOLO/PLANTA EM PLANTIO DE PINUS.....     | 526 |
| TEORES DE ÁGUA E NÍVEIS DE COMPACTAÇÃO SOBRE<br>AS PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM NITOSSOLO VERMELHO .....        | 528 |
| RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM ÁREAS COM APLICAÇÕES<br>DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO .....            | 531 |
| TEORES DE Ca, Mg E K EM UM ARGISSOLO COM CULTURAS<br>ANTECEDENTES AO MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO ..... | 533 |

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ESPÉCIES DE COBERTURA DO SOLO E SISTEMAS DE PREPARO<br>DO SOLO NOS ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DA SOJA.....         | 536 |
| IMPACTOS DA REMOÇÃO DE PALHA NO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA<br>NO SOLO E NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR .....         | 538 |
| ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMAS INTEGRADOS<br>DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA .....                             | 540 |
| EFEITO DOS SISTEMAS DE MANEJO NA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA<br>NO SOLO E NO RENDIMENTO DA CULTURA DO MILHO .....  | 543 |
| PLUVIOMETRIA E BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO NA BACIA<br>DO RIO CAMBORIÚ - SC.....                             | 546 |
| IMPACTO DO TRÁFEGO DE HARVESTER E FORWARDER SOBRE<br>PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM CAMBISSOLO HÚMICO .....        | 549 |
| CULTURA ANTECEDENTE E A DENSIDADE DE UM ARGISSOLO<br>SOB CULTIVO MÍNIMO COM MILHO NO TABULEIRO COSTEIRO.....   | 552 |
| DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DE ÁGUA SOB USO DE SOLO<br>AGRÍCOLA E FLORESTA EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA.....        | 554 |
| DENSIDADE DE UM ARGISSOLO SOB CULTURAS ANTECEDENTES<br>AO MILHO EM CULTIVO CONVENCIONAL .....                  | 556 |
| PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SISTEMAS DE PREPAROS DE SOLO<br>E ADUBAÇÃO MINERAL X ORGÂNICA NA SEMEADURA.....       | 559 |
| CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA E ÍNDICE ESTRUTURAL DE UM<br>LATOSSOLO BRUNO EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA.....     | 561 |
| MODELAGEM DO CRESCIMENTO RADICULAR EM FUNÇÃO<br>DA DINÂMICA DA ÁGUA E RESISTÊNCIA DO SOLO .....                | 564 |
| VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO SOLO EM PROFUNDIDADE<br>EM ÁREA CULTIVADA COM MAMONEIRA NO PLATÔ DE IRECÊ - BA..... | 567 |
| EFEITO DE CULTURAS ANTECEDENTES NA PRODUTIVIDADE<br>DO MILHO VERDE SOB PLANTIO DIRETO EM ARGISSOLO .....       | 570 |
| ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DA SOJA COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA<br>E PREPAROS DE SOLO .....                               | 572 |
| TÉCNICA DO MINIRHIZOTRON AVALIA DINÂMICA DE RAÍZES E<br>ECTOMICORRIZAS SOB SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL .....    | 574 |
| COMPACTAÇÃO DO SOLO E ESTRESSE HÍDRICO NO DESENVOLVIMENTO<br>DE PLANTAS DE SOJA.....                           | 577 |



|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| USO DE COBERTURA PLÁSTICA SOB LATOSSOLO CULTIVADO<br>COM CITROS NO SUL DE MINAS GERAIS .....                | 580 |
| ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DA SOJA COM ADUBAÇÃO MINERAL<br>E PREPAROS DE SOLO .....                             | 582 |
| PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA SECA DE PLANTAS<br>UTILIZADAS PARA ADUBAÇÃO VERDE .....                  | 584 |
| AValiação DA UMIDADE E POROSIDADE DO SOLO EM DIFERENTES<br>COBERTURAS VEGETAIS .....                        | 587 |
| FLUXO DE ÁGUA E AR EM SOLO CULTIVADO POR VÁRIOS ANOS<br>COM DIFERENTES PREPAROS CONSERVACIONISTAS .....     | 589 |
| PRECIPITAÇÃO INTERNA EM <i>Pinus halepensis</i> COM “INPUT” DE<br>ÁGUA EM REGIÕES SEMI-ÁRIDAS .....         | 591 |
| RELAÇÃO ENTRE A ENERGIA CINÉTICA E INTENSIDADE<br>DA CHUVA ESTABELECIDADA POR MEIO DE UM DISDRÔMETRO .....  | 593 |
| INFILTRAÇÃO DE ÁGUA EM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS .....                                                 | 595 |
| CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA SOB ADUBAÇÃO<br>ORGÂNICA NA SEMEADURA .....                             | 597 |
| TOLERÂNCIA DE PERDAS DE SOLOS DO NORTE DO ESPÍRITO SANTO .....                                              | 599 |
| DESEMPENHO DA SOJA EM PREPAROS DE SOLO E ADUBAÇÃO MINERAL .....                                             | 602 |
| ESTUDO DA TEMPERATURA DO SOLO SOB DIFERENTES PLANTAS<br>DE COBERTURA EM ÁREA IRRIGADA E SEQUEIRO .....      | 604 |
| IMPACTO DO BIOCHAR NO CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA<br>E CARBONO ORGÂNICO TOTAL DE UM SOLO ARENOSO .....   | 606 |
| EFEITO DO BIOCHAR NO CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA<br>E CARBONO ORGÂNICO TOTAL EM SOLO ARENOSO .....       | 608 |
| AGREGAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO MANEJO EM CULTIVO<br>DE COUVE-FLOR NA REGIÃO SERRANA DO RIO DE JANEIRO ..... | 610 |
| ACÚMULO DE RAÍZES DE <i>Brachiaria decumbens</i> COM APLICAÇÃO<br>DE CALCÁRIO E GESSO EM SUPERFÍCIE.....    | 612 |
| DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO MILHO EM PREPAROS DE SOLO<br>E ADUBAÇÃO ORGÂNICA DE BASE.....                 | 615 |
| PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA DO SOLO<br>EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA .....             | 618 |

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| UTILIZAÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA VISANDO MELHORIA NA<br>PRODUTIVIDADE DO MILHO .....                         | 621 |
| EMIÇÃO DE CO <sub>2</sub> , TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO APÓS O PREPARO<br>EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO ..... | 624 |
| USO DA ESPECTROSCOPIA ELETROACÚSTICA NA AVALIAÇÃO<br>DO BALANÇO DE CARGAS DE UM PERFIL DE LATOSSOLO .....      | 626 |
| AGREGAÇÃO DO SOLO EM SISTEMAS DE PREPAROS DE SOLO .....                                                        | 628 |
| APORTE DE MATÉRIA SECA E NITROGÊNIO AO SISTEMA PLANTIO<br>DIRETO POR PLANTAS DE COBERTURA HIBERNAIS.....       | 631 |
| ANÁLISE DE ÁREAS DE CONFLITO AMBIENTAL EM MICROBACIAS<br>DO RIO TIJUCO.....                                    | 634 |
| INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE DEJETO<br>LÍQUIDO DE SUÍNOS SOBRE A EROSÃO HÍDRICA .....        | 637 |
| MAPEAMENTO DA SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO DA BACIA<br>DO RIBEIRÃO CANDIDÓPOLIS - MG .....                        | 640 |
| DEPENDÊNCIA ESPACIAL DOS ATRIBUTOS DO SOLO EM ÁREAS<br>DE CAMPO NATURAL E FLORESTA EM HUMAITÁ - AM .....       | 643 |
| QUALIDADE QUÍMICA E BIOQUÍMICA DO SOLO EM CULTIVO<br>DE ARROZ EM VÁRZEA.....                                   | 646 |
| VISÃO DOS PRODUTORES RURAIS EM RELAÇÃO À CONSERVAÇÃO<br>DO SOLO E DA ÁGUA EM TRÊS MUNICÍPIOS DO PARANÁ.....    | 649 |
| AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS EM SOLOS COM BARRAGEM<br>SUBTERRÂNEA EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA.....           | 651 |
| MICRONUTRIENTES DE UM ARGISSOLO SOB CULTURAS ANTECEDENTES<br>E SISTEMAS DE CULTIVO COM MILHO EM SERGIPE .....  | 654 |
| CARBONO EM SISTEMAS INTEGRADOS SOB DIFERENTES ADUBAÇÕES<br>NITROGENADAS NOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ .....      | 657 |
| AVALIAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO<br>E DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM LARGA ESCALA NO BRASIL .....    | 660 |
| ANÁLISE DE ÍNDICES DE QUALIDADE DO SOLO ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES<br>DE FLUXO DE ÁGUA E PRODUTIVIDADE.....         | 663 |
| TRÁFEGO DE MÁQUINAS X TEOR DE ÁGUA DO SOLO: USO<br>DE PLANTAS DESCOMPACTADORAS.....                            | 666 |

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ESTOQUES DE CARBONO ORGÂNICO E NITROGÊNIO TOTAL<br>EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO .....             | 669 |
| ATRIBUTOS FÍSICOS DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA SOB USO<br>DE CACAU, CAFÉ E PASTAGEM NO SUL DO AMAZONAS.....    | 671 |
| RELAÇÃO ENTRE A ERODIBILIDADE E ESTABILIDADE DE AGREGADOS<br>NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO .....         | 674 |
| RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO E CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO<br>NA CAMA DE SEMEADURA DO MILHO SOB PLANTIO DIRETO.....  | 677 |
| NÚMERO DE CAPÍTULOS E CONSUMO DE ÁGUA DE GÉRBERA SOB<br>DISPONIBILIDADE HÍDRICA E CINZA VEGETAL.....          | 680 |
| ESTOQUE DE CARBONO DE LATOSSOLO EM AMBIENTE NATURAL<br>E ALTERADO .....                                       | 683 |
| VARIABILIDADE ESPACIAL DA TEMPERATURA DO SOLO<br>EM ÁREA CULTIVADA COM MAMONEIRA NO PLATÔ DE IRECÊ - BA ..... | 686 |
| CARACTERIZAÇÃO DO NITROGÊNIO TOTAL EM BARRAGENS<br>SUBTERRÂNEAS NO SEMIÁRIDO DA BAHIA .....                   | 689 |
| IMPACTOS DA REMOÇÃO DA PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR<br>NOS ESTOQUES DE CARBONO DO SOLO .....                       | 691 |
| PERDAS DE SOLO EM PARCELAS DESCOBERTAS COM DIFERENTES<br>COMPRIMENTOS DE RAMPA.....                           | 693 |
| RELAÇÃO ENTRE FRAÇÕES GROSSEIRAS DO SOLO E PRODUTIVIDADE<br>DA TECA NA REGIÃO SUDOESTE DE MATO GROSSO .....   | 696 |
| PERDA DE ÁGUA E SOLO EM DIFERENTES DECLIVIDADES E COBERTURAS<br>DO SOLO COM USO DE SIMULADOR DE CHUVA.....    | 698 |
| ESTOQUES DE C DO SOLO NA EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR<br>EM ÁREAS DE PASTAGEM NO CENTRO-SUL DO BRASIL .....     | 700 |
| ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA<br>DO ARROIO MARRECA.....                                 | 702 |
| POTENCIAL HÍDRICO DO XILEMA EM TRÊS ESPÉCIES DA CAATINGA<br>EM FUNÇÃO DOS ASPECTOS FENOLÓGICOS.....           | 705 |
| AValiação MORFOLÓGICA DE CLONES DE SERINGUEIRA<br>SOB DIFERENTES FORMAS DE PLANTIO NO CERRADO MINEIRO .....   | 708 |
| EFEITO DE SUBSTRATOS, PLANTAS E MICROORGANISMOS SOBRE<br>A CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA .....                     | 710 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| DIVERSIDADE MORFOLÓGICA DE RIZOBACTÉRIAS OBTIDAS<br>DE SOLO SOB APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE .....           | 713 |
| AVALIAÇÃO DO MODELO SWAT NA ESTIMATIVA DA VAZÃO<br>E PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA.....  | 716 |
| AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DE SOLO SOB DIFERENTES<br>USOS EM ILHÉUS - BA .....                           | 719 |
| CAPACIDADE DE CAMPO EXPRESSA ADEQUADAMENTE O LIMITE<br>SUPERIOR DE DISPONIBILIDADE DE ÁGUA ÀS PLANTAS? ..... | 722 |
| VARIÁVEIS TERMO-FÍSICO-HÍDRICAS NO SULCO DE SEMEADURA<br>DO MILHO EM PLANTIO DIRETO .....                    | 724 |
| PRODUTIVIDADE DA ÁGUA SOB CENÁRIOS DE MUDANÇA<br>DE USO DA TERRA.....                                        | 727 |
| ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO APÓS QUATRO CICLOS DE PLANTAS<br>DE COBERTURA E HORTALIÇAS SOB PLANTIO DIRETO..... | 729 |
| EFEITO DO MANEJO DO SOLO NA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE<br>DA SOJA EM SUCESSÃO AO MILHO SAFRINHA .....          | 732 |
| ESTABILIDADE DE AGREGADOS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO<br>APÓS LONGO TEMPO DE MANEJO.....                    | 735 |
| ATIVIDADE DA ENZIMA FOSFATASE ÁCIDA EM DIFERENTES MANEJOS<br>DE SOLO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ .....         | 738 |
| IMPACTO DO DESMATAMENTO E USO DO SOLO AGRÍCOLA<br>NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E HIDRICOS EM LATOSOLO.....          | 741 |
| COMPACTAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO EM SISTEMA<br>INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUARIA.....                          | 744 |
| DISTRIBUIÇÃO DE RAIZ NA CULTURA DE SOJA EM FUNÇÃO<br>DO MANEJO DO SOLO E DA GESSAGEM .....                   | 747 |
| ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO<br>LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO OESTE DO PARÁ .....            | 750 |
| AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES<br>DO PLANALTO SUL CATARINENSE EM DIFERENTES USOS DO SOLO .....  | 752 |
| O USO DAS GEOTECNOLOGIAS COMO AUXÍLIO ÀS PRÁTICAS<br>CONSERVACIONISTAS NOS CANAVIAIS.....                    | 754 |
| RESISTÊNCIA TÊNIL E FRIABILIDADE DE AGREGADOS DO SOLO<br>EM FUNÇÃO DO MANEJO E GESSAGEM .....                | 757 |

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ESTRUTURA E QUALIDADE FÍSICA DO SOLO INFLUENCIADA<br>POR MANEJOS NA ENTRELINHA DA CULTURA DO MILHO .....      | 760 |
| AVALIAÇÃO DE UM NITOSSOLO ATRAVÉS DO ÍNDICE S<br>E DE GRÁFICOS DE CONTROLE .....                              | 763 |
| EFEITO DOS DIFERENTES SISTEMAS DE USO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS<br>DO SOLO EM SANTARÉM - PA.....                  | 765 |
| CAPACIDADE DE SUPORTE DE CARGA DE DIFERENTES SOLOS<br>LOCALIZADOS NO MUNICÍPIO DE LAVRAS - MG.....            | 768 |
| EFEITO DO USO E MANEJO DO SOLO NO GRAU DE COMPACTAÇÃO .....                                                   | 771 |
| APLICAÇÃO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO NA AVALIAÇÃO<br>DA EROÇÃO HÍDRICA NO SOLO .....                      | 774 |
| CARBONO E NITROGÊNIO DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS<br>DE MANEJO NA MESORREGIÃO CENTRAL MINEIRA .....        | 776 |
| EROSÃO HÍDRICA EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO EM FUNÇÃO<br>DO PERÍODO DE AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO.....      | 779 |
| PRODUTIVIDADE DO ARROZ SOB DIFERENTES MANEJOS DA ÁGUA.....                                                    | 782 |
| EVENTOS DE CHUVA-VAZÃO-TURBIDEZ EM PEQUENAS BACIAS<br>HIDROGRÁFICAS COM PRODUÇÃO DE GRÃOS E FORRAGEIRAS ..... | 785 |
| USO DO MODELO MATEMÁTICO SWAT PARA AVALIAR O IMPACTO<br>DAS PRÁTICAS DE MANEJO DO SOLO .....                  | 788 |
| MANEJO DE PLANTAS E DE SOLO COMO ESTRATÉGIAS<br>DE CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA E SOLO EM PLANTIO DIRETO ..... | 791 |
| QUALIDADE FÍSICA DE UM CAMBISSOLO HÚMICO E<br>DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DO LINHO .....             | 793 |
| MODELAGEM EM BACIA HIDROGRÁFICA: SIMULAÇÃO<br>DE CENÁRIOS CONSERVACIONISTAS PARA CONTROLE DA EROÇÃO.....      | 795 |
| ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO APÓS 9 ANOS DE SISTEMA<br>INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA COM OVINOS.....           | 798 |
| MANEJOS ALTERNATIVOS NA IRRIGAÇÃO POR INUNDAÇÃO<br>NA CULTURA DO ARROZ .....                                  | 800 |
| HIDROFOBICIDADE DO SOLO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO<br>DE SUÍNOS .....                                    | 803 |
| ATRIBUTOS INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO NA REGIÃO<br>CENTRAL DE MINAS GERAIS.....                          | 806 |

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PARÂMETROS FÍSICO-MECÂNICOS DE UM ARGISSOLO VERMELHO<br>SOB SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO E ADUBAÇÃO .....      | 809 |
| PEDOLOGIA QUANTITATIVA NO ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO VERTICAL<br>DA GRANULOMETRIA EM PERFIS DE SOLOS .....        | 811 |
| INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO SOB DIFERENTES PREPAROS E CULTIVO<br>DE SOJA .....                                | 814 |
| INFLUÊNCIA DE DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO E DE PREPARO<br>NA QUALIDADE FÍSICA DO SOLO.....                      | 816 |
| COMPORTAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO DE BACIAS PAREADAS<br>DE ORDEM ZERO COM E SEM TERRAÇO .....                | 819 |
| PERDAS DE SOLO POR EROÇÃO HÍDRICA, EM SULCOS E ENTRE SULCOS,<br>UTILIZANDO VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO.....   | 822 |
| CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA SATURADA DO SOLO MEDIDA<br>POR DIFERENTES METODOLOGIAS NA CULTURA DO MILHO.....      | 824 |
| TAXA DE COBERTURA E APORTE DE MATÉRIA SECA POR PLANTAS<br>DE COBERTURA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO .....        | 827 |
| PERDA DE SEDIMENTOS, ÁGUA, P E Cu POR ESCOAMENTO SUPERFICIAL<br>COM USO DE DEJETOS LÍQUIDO DE SUÍNOS .....    | 830 |
| ESTABILIDADE DE AGREGADOS E CARBONO ORGÂNICO<br>DE UM CAMBISSOLO SOB DOIS MANEJOS EM SEMEADURA DIRETA.....    | 833 |
| ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO<br>LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO OESTE PARAENSE ..... | 836 |
| EFEITOS NO SOLO E NA PRODUÇÃO DE FITOMASSA DE UMA ÚNICA<br>ESCARIFICAÇÃO EM SEMEADURA DIRETA.....             | 839 |
| ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO SOB DIFERENTES<br>SISTEMAS DE MANEJO NO NORDESTE PARAENSE .....     | 842 |
| DELIMITAÇÃO DE UNIDADES DE RESPOSTA HIDROLÓGICA<br>DA BACIA DO CÓRREGO PITO ACESO, BOM JARDIM - RJ .....      | 844 |
| AValiação DA ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA DO SOLO EM DIFERENTES<br>SITUAÇÕES DE MANEJO .....                      | 847 |
| ESTABILIDADE DE AGREGADOS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO<br>INTENSIFICADOS APÓS A PRIMEIRA SAFRA.....           | 849 |
| QUALIDADE DE SOLOS MANEJADOS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO<br>LEITE E GRÃOS .....                                  | 852 |

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO<br>EM AMBIENTES FISIOGRAFICO, EM HUMAITÁ - AM .....         | 855 |
| ESTOQUE DE CARBONO EM LATOSSOLOS NA BACIA<br>DO CÓRREGO MARINHEIRO, SETE LAGOAS - MG .....                     | 858 |
| COMPORTAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO DE BACIAS<br>HIDROGRÁFICAS RURAIS NO BIOMA PAMPA.....                       | 861 |
| ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E SEU EFEITO NA PRODUTIVIDADE DA SOJA .....                                          | 864 |
| PRODUÇÃO DE PALHADA DE AZEVÉM, MILHO SILAGEM E FEIJÃO<br>EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA.....           | 866 |
| CAPACIDADE DE USO DE SOLOS SOB FLORESTAS PLANTADAS<br>EM CURITIBANOS - SC .....                                | 869 |
| DINÂMICA DA ÁGUA E RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO<br>EM QUANTIDADES DE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR .....         | 872 |
| MAPEAMENTO DIGITAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS E FÍSICO-HÍDRICOS<br>DO SOLO POR TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS .....  | 874 |
| ALTERAÇÕES FÍSICAS DO SOLO CAUSADAS PELA FITOMASSA<br>E ESCARIFICAÇÃO EM PLANTIO DIRETO .....                  | 877 |
| CARBONO ORGÂNICO NO SOLO EM FUNÇÃO DA ROTAÇÃO<br>DE CULTURAS E DE SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO.....              | 880 |
| ATRIBUTOS FÍSICOS E COMUNIDADE BACTERIANA DE SOLOS<br>SOB DIFERENTES INTENSIDADES DE PISOTEIO ANIMAL.....      | 883 |
| PROJETO ÁGUA LIMPA: PROTEÇÃO DE NASCENTES COM SOLO-CIMENTO .....                                               | 885 |
| MICROPEDOLOGIA COMO INDICADOR DE QUALIDADE DO SOLO<br>EM ÁREAS DE REGERENAÇÃO FLORESTAL EM PINHEIRAL - RJ..... | 888 |
| ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO SOB DIFERENTES USOS<br>EM ÁREAS MONTANHOSAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO .....       | 891 |
| QUALIDADE DA ÁGUA EM TRÊS PARQUES NO MUNICÍPIO<br>DE DOIS VIZINHOS - PR.....                                   | 893 |
| ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO SOB TIFTON 85<br>EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E IRRIGAÇÃO .....   | 896 |
| RESISTÊNCIA TÊNCEL COMO INDICADOR DE QUALIDADE FÍSICA<br>EM DIFERENTES LATOSSOLOS DO ESTADO DO PARANÁ .....    | 899 |
| MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS<br>BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ALTO TIBAGI E CINZAS .....                   | 902 |

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TAXA DE INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO EM DIFERENTES<br>SISTEMAS DE MANEJO .....                                 | 905 |
| RENDIMENTO DO MILHO E DA SOJA EM FUNÇÃO DAS COBERTURAS<br>VEGETAIS DE INVERNO EM SEMEADURA DIRETA .....       | 908 |
| DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE RELATIVA DO SOLO POR UMA<br>EQUAÇÃO DE PEDOTRANSFERÊNCIA .....                      | 911 |
| MÉTODOS DE DESCOMPACTAÇÃO EM PERFIL DE SOLO SOB<br>PLANTIO DIRETO E RELAÇÃO COM PRODUTIVIDADE DE SOJA .....   | 914 |
| AGREGAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO SOB TIFTON 85<br>EM FUNÇÃO DO USO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E IRRIGAÇÃO .....   | 917 |
| CONTRIBUIÇÕES DO PROGRAMA SOLO NA ESCOLA/UFPR PARA<br>A CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A CONSERVAÇÃO DO SOLO .....     | 920 |
| ATRIBUTOS FÍSICOS E CARBONO ORGÂNICO EM SOLOS ANTRÔPICOS<br>EM DIFERENTES POSIÇÕES NA PAISAGEM .....          | 923 |
| IMPACTO DA COLHEITA DO EUCALIPTO NA DENSIDADE DO SOLO .....                                                   | 926 |
| ÍNDICES DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO EM ÁREA<br>SOB SISTEMAS INTENSIFICADOS DE PRODUÇÃO .....          | 928 |
| CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE SOLOS ARENOSOS SOB<br>USO INTENSIVO E SOB CERRADO .....                           | 931 |
| EFEITO DO USO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES<br>EM BACIAS HIDROGRÁFICAS .....                      | 933 |
| CULTIVO DE MILHO SOBRE DIFERENTES COBERTURAS E FORMAS<br>DE DESCOMPACTAÇÃO DO SOLO, EM PLANTIO DIRETO .....   | 936 |
| ANÁLISE ESPACIAL DOS ESTOQUES DE CARBONO NO SOLO NA BACIA<br>HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GIGANTE .....            | 939 |
| MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA DE LATOSSOLOS APÓS INTENSA<br>ATIVIDADE ANTROPOGÊNICA .....                      | 942 |
| RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM ARGISSOLO<br>VERMELHO-AMARELO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO .....    | 945 |
| QUALIDADE DO SOLO E O ÍNDICE DE QUALIDADE PARTICIPATIVO<br>DO PLANTIO DIRETO: EXISTE CORRELAÇÃO? .....        | 948 |
| RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO EM<br>DOIS SISTEMAS DE MANEJO SOB DIFERENTES UMIDADES ..... | 951 |



|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PRODUÇÃO DE FITOMASSA E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA<br>COM PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMAS DE USO DO SOLO .....               | 954 |
| DISTRIBUIÇÃO DE RAÍZES DE CAFÉ SOMBREADO COM SERINGUEIRA<br>E A PLENO SOL .....                                          | 957 |
| ÍNDICE DE EROSIVIDADE DE CHUVAS EM COLORADO DO OESTE - RO .....                                                          | 959 |
| USO DE VESS E PROPRIEDADES FÍSICAS PARA IDENTIFICAR OS EFEITOS<br>DA SILAGEM NA QUALIDADE DO SOLO .....                  | 961 |
| RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO EM ÁREAS SOB SISTEMA<br>PLANTIO DIRETO E MATA NATIVA DE REFERÊNCIA .....                        | 963 |
| EFEITO DE ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL + BACTÉRIA<br>NA CULTURA DE TRIGO ( <i>Triticum aestivum</i> L.) .....                  | 965 |
| MODELOS DE CAPACIDADE DE SUPORTE DE CARGA PARA<br>AUXILIAR NO MANEJO DO LATOSSOLO VERMELHO COM CAFEEIRO .....            | 967 |
| AValiação VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO (VESS):<br>APLICAÇÕES PARA MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO .....                      | 969 |
| SINTOMAS VISUAIS EM QUATRO CULTIVARES DE MAMONEIRA<br>SUBMETIDAS EM DIFERENTES CONTEÚDOS DE ÁGUA .....                   | 971 |
| PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO EM DIFERENTES<br>REGIÕES DO PARANÁ .....                                            | 974 |
| INFLUÊNCIA DO TIPO DE CULTIVO NA COMPACTAÇÃO<br>DOS SOLOS NA MBH DE ÁGUAS DA LÚCIA.....                                  | 976 |
| REMOÇÃO DE PALHA DA CANA-DE-AÇÚCAR E SUAS IMPLICAÇÕES<br>NO CARBONO DO SOLO.....                                         | 979 |
| DISPERSÃO DE ARGILA DE LATOSSOLO EM DIFERENTES SISTEMAS<br>DE MANEJO DE SOLO E DE CULTURAS .....                         | 982 |
| RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DE UM ARGISSOLO SOB DISTINTOS<br>SISTEMAS DE USO E MANEJO DO SOLO.....                          | 985 |
| FLUXOS DE N <sub>2</sub> O NO SOLO EM ÁREA COM CANA-DE-AÇÚCAR<br>SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS HÍDRICAS NO CERRADO..... | 988 |
| FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉCNICO<br>E DE GESTÃO EM ÁREAS COM PLANTIO DIRETO .....                        | 991 |
| USO DO SOLO E SEU EFEITO SOBRE A AGREGAÇÃO EM APP'S<br>LOCALIZADAS ÀS MARGENS DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE .....             | 993 |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| EFEITO DE SISTEMAS DE MANEJO EM ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO EM PEQUENAS PROPRIEDADES DE PARAGUAI ..... | 996 |
| MICROBACIAS: O PROGRAMA DE MANEJO DE SOLO E ÁGUA EM MICROBACIAS E SEUS IMPACTOS .....                      | 999 |

## SESSÃO

### PLANEJAMENTO DO USO DA TERRA ..... 1003

|                                                                                                           |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E EDÁFICOS EM ÁREAS DO PROGRAMA SAFS NO RECÔNCAVO SUL DA BAHIA .....          | 1005 |
| CARACTERIZAÇÃO E USO DE SOLOS DO GRUPO BARREIRAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE .....                   | 1008 |
| ALTERAÇÃO DE CULTURA E RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA, APÓS APLICAÇÃO DA LEGISLAÇÃO CONSERVACIONISTA ..... | 1011 |
| MANEJO E APTIDÃO DO USO DO SOLO APLICADO AO MODELO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS.....                           | 1013 |
| CONTROLE ESTRUTURAL NA RECARGA DE AQUÍFEROS: ESTUDO DE CASO AQUÍFERO GUARATIBA - RJ.....                  | 1016 |
| LEVANTAMENTO DE SOLOS DE UMA SUB-BACIA MANANCIAL DE ABASTECIMENTO PÚBLICO EM MINAS GERAIS .....           | 1019 |
| IDENTIFICAÇÃO DE REGIÕES DO ESTADO DO MATO GROSSO SUSCETÍVEIS À CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA .....    | 1021 |
| VARIABILIDADE ESPACIAL DA RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM SOLO SOB SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA.....   | 1023 |
| CAULINITA E GIBBSITA DA FRAÇÃO ARGILA DOS SOLOS DO PLANALTO OCIDENTAL PAULISTA .....                      | 1025 |
| SISTEMAS PEDOLÓGICOS E USO DA TERRA NA BACIA DO PARANÁ 3: SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL.....    | 1028 |
| ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO E AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM PAISAGENS RURAIS.....                | 1031 |
| ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ANAPURUS (MA) ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2015.....      | 1033 |

|                                                                                                                         |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>AVALIAÇÃO DO P-INDEX ASSOCIADO AO POTENCIAL<br/>DE USO AGRÍCOLA NA ESCALA DE MICROBACIA.....</b>                     | <b>1036</b> |
| <b>GEOESTATÍSTICA MULTIVARIADA DOS ATRIBUTOS DO SOLO<br/>DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA EM NOVO ARIPUANÃ - AM .....</b>    | <b>1039</b> |
| <b>VULNERABILIDADE À EROÇÃO NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL<br/>DO RIO UBERABA UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO .....</b>      | <b>1042</b> |
| <b>EROSÃO EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL .....</b>                                                                       | <b>1045</b> |
| <b>SENSORES PROXIMAIS COMO AUXÍLIO PARA TOMADAS DE DECISÃO<br/>EM MANEJO DO SOLO .....</b>                              | <b>1047</b> |
| <b>RELAÇÃO ENTRE USO DA TERRA E DECLIVIDADE NA BACIA<br/>HIDROGRÁFICA DO ARROIO PIMENTA, ARROIO DO PADRE - RS .....</b> | <b>1050</b> |
| <b>ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO NAS VEREDAS DO<br/>ASSENTAMENTO SÃO FRANCISCO, EM BURITIZEIRO, MG .....</b>         | <b>1052</b> |
| <b>ZONEAMENTO GEOTÉCNICO DA DECLIVIDADE POR SENSORIAMENTO<br/>REMOTO PARA O PLANEJAMENTO DO MEIO FÍSICO.....</b>        | <b>1055</b> |
| <b>O MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS<br/>RURAIS E URBANAS: UMA NECESSIDADE URGENTE .....</b>      | <b>1058</b> |
| <b>USO DAS TERRAS E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS: UMA ANÁLISE<br/>DE PAISAGEM NO PLANALTO DO RS COM ECOSER.....</b>          | <b>1061</b> |
| <b>GRAU DE COMPACTAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS<br/>DE EUCALIPTO SOB DOSES DE ADUBO FOSFATADO .....</b>               | <b>1064</b> |
| <b>ESTIMATIVA DA VAZÃO MINÍMA PARA PORTO FERREIRA,<br/>BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO MOGI GUAÇU .....</b>              | <b>1067</b> |
| <b>MUDANÇAS DO USO E DE COBERTURA DO SOLO NA REGIÃO<br/>DO APIAÚ NO ESTADO DE RORAIMA .....</b>                         | <b>1069</b> |
| <b>CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE SOLOS DA ESTAÇÃO<br/>ECOLÓGICA - UFMG .....</b>                                   | <b>1071</b> |
| <b>ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLOS MODIFICADOS NA RODOVIA<br/>TRANSAMAZÔNICA NO SUL DO AMAZONAS .....</b>                   | <b>1073</b> |
| <b>IMAGENS LANDSAT NO MAPEAMENTO E ESTIMATIVA DA ÁREA<br/>DE SOJA EM TAPES - RS.....</b>                                | <b>1076</b> |
| <b>CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA SATURADA EM SOLOS<br/>NA BACIA DO CÓRREGO MARINHEIRO, SETE LAGOAS - MG .....</b>            | <b>1079</b> |
| <b>ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE MATÉRIA ORGÂNICA<br/>EM SOLOS DE POVOAMENTOS DE PINUS .....</b>                 | <b>1082</b> |

## SESSÃO

### **POLUIÇÃO, REMEDIAÇÃO DO SOLO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS ..... 1085**

|                                                                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ENTORNO<br>DE UM CEMITÉRIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - GO .....             | 1087 |
| ESTOQUES DE CARBONO DO SOLO SOB RECUPERAÇÃO<br>DE PASTAGENS NA AMAZÔNIA MATO-GROSSENSE .....                  | 1089 |
| SORÇÃO DE METAIS TÓXICOS EM ÁGUAS UTILIZANDO TORTA<br>DE CRAMBE QUIMICAMENTE MODIFICADA .....                 | 1092 |
| TRIGO CULTIVADO EM SOLOS CONTAMINADOS COM METAIS<br>E REMEDIAÇÃO COM USO DE MEDICAMENTO HOMEOPÁTICO.....      | 1095 |
| CINÉTICA DE ADSORÇÃO DE Cd, Pb E Cr EM TORTA DE CRAMBE<br>MODIFICADA QUIMICAMENTE .....                       | 1098 |
| REMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS COM Cd UTILIZANDO<br>A CULTURA DA MOSTARDA COMO ESPÉCIE FITOEXTRATORA .....  | 1101 |
| VARIEDADES DE ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> ) NA FITORREMEDIAÇÃO<br>DE BÁRIO EM AMBIENTE ALAGADO .....          | 1104 |
| LIXIVIAÇÃO DE NITRATO E AMÔNIO EM LATOSSOLO VERMELHO<br>COM APLICAÇÃO DE DEJETOS DE ANIMAIS.....              | 1106 |
| SOBREVIVÊNCIA DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM DIFERENTES<br>RECIPIENTES PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....   | 1108 |
| FITOEXTRAÇÃO DE CHUMBO DE SOLOS CONTAMINADOS<br>UTILIZANDO A CULTURA DA MOSTARDA.....                         | 1110 |
| EFEITOS INDIVIDUAIS E COMBINADOS DA SALINIDADE DO SOLO<br>E ENCHARCAMENTO NA TOLERÂNCIA DO COQUEIRO.....      | 1113 |
| ELEMENTOS-TRAÇO EM SOLOS DE VEREDAS .....                                                                     | 1116 |
| RESISTÊNCIA TÊNSIL DE AGREGADO E RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO<br>DE UM SOLO SOB SISTEMAS FLORESTAIS E PASTO ..... | 1118 |
| BIOCARVÃO: UMA FERRAMENTA PARA REMEDIAÇÃO<br>DE CONTAMINANTES ORGÂNICOS DE SOLO E ÁGUA.....                   | 1121 |
| TEORES NATURAIS DE CHUMBO EM SOLOS DO ESTADO DA PARAÍBA .....                                                 | 1123 |

|                                                                                                                |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| APLICAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS PARA RECUPERAÇÃO<br>DE SOLO DEGRADADO POR EXPLORAÇÃO DE CASCALHO .....        | 1126 |
| FRACIONAMENTO DE FÓSFORO NO SEDIMENTO DE FUNDO<br>DE AFLUENTES DA BACIA DO YYQUYRY, PARAGUAI .....             | 1129 |
| INFLUÊNCIA DE ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS NA CONCENTRAÇÃO<br>DE METAIS PESADOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS .....          | 1132 |
| USO DE CINZA DE OLARIA E COMPOSTO ORGÂNICO<br>DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA RECUPERAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS ..... | 1135 |
| ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS<br>ARBÓREAS EM UMA ÁREA RESTAURADA EM MUNDO NOVO - MS .....         | 1137 |
| TENDÊNCIA DE ACÚMULO DE CARBONO NO SOLO EM DIFERENTES<br>ÁREAS DE USO DA TERRA - FAXINAL ANTA GORDA - PR ..... | 1140 |
| ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE: UMA QUESTÃO<br>DE REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL RURAL E MUNICIPAL.....              | 1143 |
| TESTES BIOLÓGICOS DA DISPONIBILIDADE DE CHUMBO: GERMINAÇÃO<br>DE SEMENTES DE MILHO.....                        | 1145 |
| CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E DISPONIBILIDADE DE CHUMBO ORIUNDO<br>DE REJEITOS DE MINERAÇÃO .....                   | 1148 |
| COL E NL DE AGREGADOS DE SOLO PÓS-MINERAÇÃO COM DIFERENTES<br>ADUBAÇÕES E PLANTAS DE COBERTURA.....            | 1151 |
| PREDIÇÃO DE Cu, Zn E Pb UTILIZANDO ESPECTROSCOPIA<br>DE REFLECTÂNCIA DIFUSA.....                               | 1154 |
| CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE UM SOLO EM PROCESSO<br>DE CONSTRUÇÃO EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO.....           | 1156 |
| ADSORÇÃO E DESSORÇÃO DE CHUMBO E GLIFOSATO EM LATOSSOLOS<br>PARANAENSES .....                                  | 1158 |
| UMIDADE ÓTIMA DE COMPACTAÇÃO DE UM SOLO CONSTRUÍDO<br>EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO NO RS .....               | 1161 |
| SUSCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA COMO INDICADOR DE AMBIENTES<br>DE FORMAÇÃO E MANEJO DO SOLO.....                    | 1163 |
| RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA UTILIZANDO A TECNOLOGIA<br>DE ASSOCIAÇÃO MICORRIZICA .....                       | 1166 |

## **PALESTRAS ..... 1169**

|                                                                                                                                            |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| CONTRIBUIÇÕES DA BIOLOGIA DO SOLO .....                                                                                                    | 1171 |
| FORMAÇÃO E COMPETÊNCIAS DOS PROFISSIONAIS DE MANEJO<br>E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA.....                                                | 1174 |
| SOLOS EM SISTEMAS IRRIGADOS .....                                                                                                          | 1179 |
| SOLUÇÕES APRESENTADAS PELA BIOENGENHARIA DE SOLOS.....                                                                                     | 1185 |
| AS NASCENTES E SUA INSERÇÃO EM PAISAGENS<br>COM DIFERENTES POTENCIAIS DE USO: UMA REFLEXÃO.....                                            | 1189 |
| CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA: É NECESSÁRIO INTEGRAR<br>ESTRATÉGIAS PARA REALIZÁ-LA.....                                                   | 1192 |
| ANÁLISE DE PRÁTICAS E RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS<br>PARA A CONSERVAÇÃO DO SOLO EM CANA DE AÇÚCAR.....                                          | 1198 |
| CONSERVAÇÃO DO SOLO NA CULTURA DA CANA DE AÇÚCAR<br>NO CENÁRIO DE PLANTIO E COLHEITA MECANIZADOS .....                                     | 1199 |
| MONITORAMENTO HIDROLÓGICO E DA EROSÃO: DA PARCELA<br>À BACIA HIDROGRÁFICA .....                                                            | 1200 |
| SOLUÇÕES DA PESQUISA PARA O ARENITO CAIUÁ .....                                                                                            | 1205 |
| SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADO<br>AO MONITORAMENTO AMBIENTAL EM MICROBACIAS.....                                         | 1210 |
| ASPECTOS LEGAIS E APLICADOS RELACIONADOS À FISCALIZAÇÃO<br>DA CONSERVAÇÃO DO SOLO .....                                                    | 1211 |
| A CONTRIBUIÇÃO DA CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA<br>NO MONITORAMENTO E NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS IMPACTADAS<br>POR DESASTRES AMBIENTAIS ..... | 1215 |
| A RELAÇÃO SOLO-MÁQUINA.....                                                                                                                | 1221 |
| EXPERIÊNCIAS INOVADORAS NA GESTÃO DO SOLO E DA ÁGUA<br>EM SOLOS ARENOSOS .....                                                             | 1222 |
| A DIFICULDADE DE CONTROLE DA EROSÃO EM SOLOS AGRÍCOLAS<br>EM PLENO SÉCULO XXI .....                                                        | 1225 |
| ADEQUAÇÕES DAS PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS<br>NO CULTIVO MECANIZADO DA CANA-DE-AÇÚCAR .....                                                 | 1226 |

## **ÍNDICE ..... 1229**





**Sessão**

**Fertilidade do Solo e  
Nutrição de Plantas**







## RESPOSTA DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*) A ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO NPK E DOSES DE GESSO

Edleusa Pereira Seidel, João Vitor Fiore Dal Molin, Marcos Cesar Mottin

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Professora, Marechal Cândido Rondon - PR, [edleusa.seidel@unioeste.br](mailto:edleusa.seidel@unioeste.br).

**Palavras-chave:** gessagem; alumínio em profundidade; antecipação de adubação.

O gesso agrícola é um subproduto da indústria de ácido fosfórico, contendo altas concentrações sulfato de cálcio e, baixas de fósforo e flúor. Os solos de regiões tropicais e subtropicais, normalmente são ácidos e apresentam altos teores de alumínio trocável. A acidez do solo é considerada um dos principais fatores que limita a produtividade das culturas no mundo. O uso de gesso agrícola pode aumentar a produtividade das culturas nesses tipos de solos, pois além de insolubilizar alumínio em profundidade e aumentar a disponibilidade de cálcio e o fornecimento de enxofre às culturas.

O cálcio é o principal componente da parede celular das raízes, operando no alongamento e multiplicação celular (SILVA et al., 2013). O uso de fertilizantes que não contêm enxofre em sua composição tem intensificado a deficiência de enxofre no solo pode ser um fator limitante na produtividade das culturas e, a sua adição torna-se uma prática viável para melhorar a produtividade das culturas (RHEINHEIMER et al., 2005).

Outro fator que contribui para a redução da produtividade, é o atraso durante a semeadura, devido a aplicação de fertilizantes. Isso implica em maior tempo e número de abastecimentos da semeadora, reduzindo sua capacidade operacional. Portanto, no sistema plantio direto, uma das alternativas para tornar mais rápida a operação de semeadura é a aplicação antecipada de fertilizantes.

Desse modo, o trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade do milho em resposta a utilização de diferentes doses de gesso, e a antecipação ou não da adubação de NPK.

O experimento foi realizado na cidade de Campo Mourão – PR, em um LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico (SANTOS et al., 2013). O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial (4 x 2); com 4 repetições. O primeiro fator consistiu de 4 doses de gesso :0, 900, 1800, 2700 kg ha<sup>-1</sup>. O segundo fator consistiu de duas formas de aplicação de adubação de NPK: antecipada e junto a semeadura. Cada parcela apresentou 10 metros de comprimento e 1,8 metros de largura, totalizando 18 m<sup>2</sup>. Antes da implantação do experimento a área estava cultivada com aveia. Após sua colheita a área foi dessecada utilizando o produto glifosato na dose de 3 L ha<sup>-1</sup>.

A adubação antecipada e a gessagem foram realizadas à lanço, 21 dias antes da semeadura do milho. A adubação utilizada tanto na forma antecipada como em conjunto com a semeadura, foi o formulado 10-15-15 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O), na dose de 755 kg ha<sup>-1</sup>. A semeadura foi realizada manualmente utilizando o milho híbrido Pioneer 2530. O número de plantas por hectare foi de 66.000. Quando o milho atingiu o estágio V4 (quarta folha totalmente desenvolvida) foi feita uma aplicação de ureia em cobertura na dose de 138 kg ha<sup>-1</sup>. O controle de insetos pragas e de plantas daninhas, foram realizados conforme a necessidade da cultura.

A avaliação da altura de planta e diâmetro de colmo foi realizada no estágio vegetativo VT (pendoamento). As avaliações de comprimento de espiga e diâmetro de colmo, foram feitas no momento da colheita, coletando 10 espigas aleatórias por parcela. A produtividade e o peso de

1.000 grãos da cultura foi avaliada colhendo manualmente as duas linhas centrais de cada parcela descartando um metro de cada extremidade.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância considerando um nível de significância de 5 % para o teste F. Quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade para as épocas de adubação e, análise de regressão para as doses de gesso, utilizando o *software* estatístico Sisvar.

Na análise de variância não houve efeito da interação épocas de adubação e doses de gesso, mas houve efeito isolado das variáveis: altura de planta, diâmetro de espiga e produtividade. As plantas mais altas e o maior diâmetro de espiga foram obtidos com a adubação de NPK no momento da semeadura. A maior produtividade foi de 10.331 kg ha<sup>-1</sup>, e foi obtida com a adubação feita no momento da semeadura. Com a adubação antecipada, houve uma redução de 1.374 kg ha<sup>-1</sup>. Uma provável explicação para a redução da produtividade constatada nos tratamentos que receberam a adubação antecipada foi a perda dos nutrientes nitrogênio e potássio por lixiviação.

De acordo com Resende et al. (2006), o cloreto de potássio (KCl), principal fonte de potássio utilizado na agricultura, é um sal altamente solúvel em água (58 % de solubilidade) e portanto, facilmente perdido. O nitrogênio também é um nutriente facilmente perdido por volatilização e lixiviação (BARBOSA FILHO et al., 2004).

Cabe salientar que no sistema plantio direto, as cultivares de milho responde de maneira diferenciada à antecipação da adubação (BERTOLINI et al., 2008). No caso deste trabalho, o milho utilizado foi o Pionner 2530, ou seja, um híbrido simples que necessita de adubação em grande quantidade e de fácil disponibilidade.

Não houve diferenças significativas para as variáveis: diâmetro do colmo, comprimento de espiga e peso de mil grãos para as doses de gesso agrícola e época de adubação. O aumento nas doses de gesso agrícola promoveu acréscimo apenas para a altura de planta.

Uma provável justificativa da não obtenção de resposta a aplicação de diferentes doses de gesso para a produtividade do milho foi pelo fato de que o solo cultivado não apresentava alumínio tóxico e as quantidades de Ca e Mg na camada superficial do solo estavam adequadas para o cultivo de milho. Outra provável causa da não significância dos resultados pode ter sido pela aplicação do gesso em superfície e sem a incorporação, ou seja, não houve tempo suficiente para que o gesso proporcionasse os benefícios de seu uso.

Conclui-se que o sistema de plantio direto, a antecipação da adubação de NPK, em vinte e um dia diminuiu a produtividade da cultura do milho; bem como, afetou os componentes de produção: diâmetro do colmo e altura de plantas. A aplicação superficial de doses de gesso agrícola não afetou a produtividade de milho.

## Referências

- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; FÁTIMA da SILVA, O.. Fontes e métodos de aplicação de nitrogênio em feijoeiro Irrigado submetido a três níveis de acidez do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.4, p.785-792, jul./ago. 2004.
- BERTOLINI, E.V. et al. Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v.32, n.6, p.2355-2366, nov./dec. 2008.
- RESENDE, Á.V. et al. Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas "in natura" na agricultura brasileira. **Espaço e Geografia**, Brasília, v.9, n.1, p.19-42, jun. 2006.

RHEINHEIMER, D. dos S. et al. Resposta de culturas à aplicação de enxofre e a teores de sulfato num solo de textura arenosa sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.562-569, mai./jun. 2005.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2013. 353 p.

SILVA, É.A. et al. Increasing doses of agricultural gypsum, aggregate stability and organic carbon in Cerrado Latosol under Coffee crop. (2013). **Revista de Ciência Agrárias/Amazonian Journal of agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v.56, n.1, p.25-32, jan./mar. 2013.

## AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO DE VINHEDOS PRODUZIDO EM BASALTO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Denilson Dortzbach<sup>1</sup>, Marcos Gervasio Pereira<sup>2</sup>, Antonio Paz González<sup>3</sup>, Luiz Fernando de Novaes Vianna<sup>1</sup>, Kleber Trabaquini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Pesquisador, Florianópolis - SC, [denilson@epagri.sc.gov.br](mailto:denilson@epagri.sc.gov.br); <sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; <sup>3</sup>Universidad da Coruña.

**Palavras-chave:** solos de altitude; litologia; adubação.

A região do Meio Oeste Catarinense é responsável pela maior parte da produção de uva e vinho no Estado, com predomínio de minifúndios onde os parreirais possuem de dois a três hectares em média. Essa região possui algumas características distintas da maioria das grandes regiões produtoras de vinhos finos do mundo. Entre essas características destacam-se as relacionadas à litologia, com vinhedos implantados sob basalto.

Essa litologia é de grande importância, pois reflete diferenças na resistência ao intemperismo e consequentemente nos atributos químicos dos solos, os quais quando ignorados na implantação do vinhedo, podem influenciar ao longo dos anos na composição da uva e na qualidade do vinho.

Assim, a hipótese desse estudo é que vinhedos desenvolvidos em solos formados a partir de basalto de regiões altomontanas de SC apresentam atributos químicos do solo, diferenciados das tradicionais regiões produtoras de vinhos finos do mundo, conferindo tipicidade a esses vinhos, distinguindo-os dos demais.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi o de avaliar os atributos químicos de vinhedos localizados em basalto, da região meio oeste de Santa Catarina de SC. O estudo foi desenvolvido em vinhedos localizados nos municípios de São Campos Novos, Tangará e Videira, em altitudes que variaram de 698 a 1.007 m.

Para a análise química foi coletada uma amostra composta, formada a partir de três amostras simples, realizada em quatro vinhedos (repetições), para cada uma das 16 propriedades vitícolas avaliadas. Foram avaliados os valores de pH, P, K, MO, Al, CTC, Zn e Cu (EMBRAPA, 1997), nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 20 e 20 a 40 cm.

Na avaliação dos atributos químicos, entre os produtores da região observa-se valor de pH do solo com valores dentro dos considerados adequados para a cultura da videira, sendo que grande parte das camadas estão acima de 5,5, alcançando valores de 7,2 na camada superficial da propriedade 5. A propriedade 8 foi a que apresentou os menores valores de pH, inclusive na camada superficial, necessitando, dessa forma, a realização de calagem para melhorar os índices de produção.

Mesmo com a utilização da prática da calagem comentada pelos produtores, observou-se em alguns casos elevados teores de Al, com valor de 5,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na profundidade de 20 a 40 cm na propriedade 15 e 3,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na profundidade de 10 a 20 cm da propriedade 8.

Os solos da região apresentam naturalmente baixos valores de fósforo. Entretanto, foram observados valores elevados desse elemento nas 3 primeiras camadas da propriedade 3, com valores variando de 65 a 88 mg dm<sup>-3</sup>. As propriedades 15, 5, 11, 12 e 16 apresentaram valores entre 29 e 52 mg dm<sup>-3</sup> na camada de 0 a 5 cm e as propriedades 12 e 5 apresentaram na camada de 5 a 10 valores de 26 e 24 mg dm<sup>-3</sup> respectivamente.

O potássio na região de estudo, ao contrário do P, apresenta normalmente elevados teores. Mesmo assim, a reposição desse nutriente é realizada anualmente nos vinhedos em produção, uma vez que ocorre alta extração pelos frutos, para onde o K é remobilizado durante a maturação das bagas. Entretanto, com as adubações excessivas os valores de K se tornaram ainda maiores, sendo verificado nas propriedades 11 e 9 valores superiores a  $600 \text{ mg dm}^{-3}$  na camada de 0 a 5 cm, e de 480 e  $464 \text{ mg dm}^{-3}$  na camada de 5 a 10 cm respectivamente. A propriedade 4 apresentou  $544 \text{ mg dm}^{-3}$  na camada superficial, assim como as propriedades 1, 15, 13 e 16 apresentaram valores superiores a  $400 \text{ mg dm}^{-3}$ .

Os valores de MO são elevados, entretanto a propriedade 10 apresentou os menores valores nas camadas de 10 a 20 ( $19 \text{ g kg}^{-1}$ ) e 20 a 40 cm ( $20 \text{ g kg}^{-1}$ ). A propriedade 12 apresentou valores abaixo de 3 % em todas as camadas avaliadas.

A propriedade 1 apresentou valores elevados nas 3 primeiras camadas, variando de 5,4 a 5,6 %. Nas propriedades 7 e 15 também foram observados valores superiores a 5 % na camada superficial.

Os valores elevados dessas propriedades indicam certo cuidado com a manutenção da cultura, visto que a MO é fonte de N. Nesse caso, a adubação de manutenção com N é recomendada somente quando o crescimento vegetativo estiver abaixo do esperado.

O alto teor de MO do solo combinado às condições propícias a sua mineralização, como a ausência de alumínio, o pH favorável e a temperatura relativamente alta do verão, possibilitarão alta disponibilidade N para as plantas.

O excesso de nitrogênio pode prejudicar a floração/frutificação, estimulando a competição entre a atividade vegetativa e a atividade reprodutiva da planta, tornar a planta mais suscetível a doenças, predispondo a planta ao ataque de doenças fúngicas e prejudicar a qualidade dos frutos. A videira é uma planta rústica e adubações excessivas podem comprometer a qualidade da uva.

Os menores valores de CTC, abaixo de  $10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  foram observados nas propriedades 8 e 2 e o maior  $20,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na camada de 20 a 40 cm na propriedade 15. A maior parte da CTC do solo ficou com valores superiores a  $15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , sendo considerada alta.

Os teores de zinco também são bem elevados, superiores a  $20 \text{ mg dm}^{-3}$  na camada superficial das propriedades 15, 16, 4, 3 e 6 e na camada de 5 a 10 cm da propriedade 3. Os valores inferiores a 0,6 foram observados nas camadas mais profundas das propriedades 5, 15 e 2.

Os menores valores de Cu foram quantificados na camada superficial das propriedades 5 e 8, sendo inferiores a  $3 \text{ mg dm}^{-3}$  e os maiores valores na camada superficial das propriedades 16, 14 e 12 com valores de 108, 40 e  $33 \text{ mg dm}^{-3}$  respectivamente.

Em função do verão úmido e inverno chuvoso, os vinhedos são passíveis de serem atacado por doenças fúngicas, o que leva às aplicações sucessivas de calda bordalesa (feita com a mistura de sulfato de cobre e cal, diluídos em água -  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ ) visando o controle dessas doenças, sendo que dessa forma, as pulverizações com calda bordalesa são responsáveis pelos teores altos de Cu encontrados nos tecidos de videira, maiores nas cultivares que recebem maior número de tratamentos (TRUCHOT et al., 1979).

A análise multivariada dos atributos químicos através da análise do dendrograma mostrou que existem diferenças entre as propriedades nas diferentes camadas de solo avaliadas.

Foi observado que algumas propriedades vitícolas apresentam homogeneidade dos atributos dos solos, que apresentam características próprias o imprime tipicidade nas uvas nelas produzidas.

## Referências

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa. 1997. 212p.

TRUCHOT, R.; SIMON, G.; GRIMAL, P. & BESSIL, R. Variations des concentrations de zinc, cuivre et manganèse dans le raisin. **Annales des Falsifications et de l'Expertise Chimique**, Paris, V. 72 n. 771 p. 15-24, 1979.

## EFEITO DE CALCÁRIO E GESSO NA CTC E SATURAÇÃO DE BASES DE SOLO SOB CULTIVO DE EUCALIPTO

Priscylla Pflieger, Paulo Cezar Cassol, Márcia Aparecida Simonete, Camila Adaime Gabriel, Letícia Moro

Universidade do Estado de Santa Catarina, Doutoranda em Ciência do Solo, Lages - SC,  
[cyllapflieger@hotmail.com](mailto:cyllapflieger@hotmail.com).

**Palavras-chave:** atributos químicos do solo; acidez do solo; Cambissolo.

O Brasil possui uma vasta área composta por florestas naturais e reflorestamentos. Milhões de hectares são de reflorestamentos com o gênero *Eucalyptus*. Várias espécies são utilizadas para produção com diversas finalidades. A produção brasileira tem se destacado a nível mundial, principalmente pelo alto rendimento e competitividade de custos de produção (GUIMARÃES et al., 2015).

No Sul do Brasil, estes plantios se dão em solos ácidos onde o pH está abaixo de 5,5, com baixa capacidade de troca de cátions e baixa saturação por bases, o que compromete o desenvolvimento das culturas pela pouca disponibilidade nutricional e presença do  $Al^{3+}$ .

Apesar do eucalipto resistir a tais condições restritivas, o que favoreceu para que grande parte dos plantios dessa espécie fosse realizada sem calagem (GUIMARÃES et al., 2015), pouco se sabe sobre seu comportamento após aplicação de produtos de correção e complemento nutricional, e alterações que pode promover no solo sob estas condições. Poucos estudos buscam aprimorar a recomendação atual de adubação e calagem para esses cultivos na região, mesmo com a expansão da eucaliptocultura na região Sul (GUIMARÃES et al., 2015).

Com isto, o presente trabalho objetivou avaliar atributos químicos do solo (a capacidade de troca de cátions e saturação por bases) sob cultivo de eucalipto em diferentes doses de calcário e gesso agrícola.

O experimento foi implantado em casa de vegetação no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) localizado na cidade de Lages no Planalto Serrano e foi conduzido por um período de 3 meses. O solo utilizado foi CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico. O mesmo foi destorroado, seco em temperatura ambiente e peneirado em malha de 2 mm.

Foram estipuladas quatro doses de calcário (0; 3; 6 e 12 t ha<sup>-1</sup>) e quatro de gesso agrícola (0; 6,3; 12,6 e 25,2 t ha<sup>-1</sup>) a serem estudados, de acordo com recomendação para elevação do pH a 5,5. As espécies clonais de eucalipto avaliadas são *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus dunnii*.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados. O calcário e gesso foram incorporados no solo em esquema fatorial completo num total de 16 tratamentos em três blocos. Adubações químicas com solução NPK e micronutrientes (Cu, Zn e Bo) foram realizadas a fim de isolar efeito de deficiência por estes nutrientes.

Foram realizadas medições de altura e diâmetro de cada planta imediatamente após o plantio das mudas nos vasos e posteriormente a cada duas semanas. Após o período do experimento foram realizadas coletas de todas as folhas, caules e raízes, e amostras de solo de cada vaso, para análises onde determinou-se a CTC a pH 7 e a saturação de bases através de método descrito por Tedesco et al. (1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com auxílio do *software* Statistical Analysis System – SAS 9.2. As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5 % de significância.



Os resultados de CTC a pH 7 e saturação de bases foram submetidos à análise de variância e foram significativos ao nível de 5 % de significância. A capacidade de troca de cátions e saturação de bases responderam positivamente com o aumento da dose aplicada de cada produto.

A CTC a pH 7 apresentou aumento com valores de 23,05, 23,17, 23,69 e 24,33  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nas doses 0, 3, 6 e 12  $\text{t ha}^{-1}$  de calcário, respectivamente, e valores de 15,91, 20,88, 25,11 e 32,35  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nas doses 0, 6,3, 12,6 e 25,2  $\text{t ha}^{-1}$  de gesso agrícola, respectivamente. Já a saturação de bases elevou-se de 32,2 % na dose 0  $\text{t ha}^{-1}$  de calcário para 47,2 %, 60,2 % e 77,7 % com as doses 3, 6 e 12  $\text{t ha}^{-1}$ , respectivamente. Dentro do fator gesso agrícola os valores foram crescentes desde 35,6 % na dose 0  $\text{t ha}^{-1}$  de gesso para 52,2 %, 60 % e 69,4 % nas doses 6,3, 12,6 e 25,2  $\text{t ha}^{-1}$ .

Medeiros et al. (2013) em experimento com doses de resíduo alcalino e calcário encontraram resultados positivos de CTC efetiva e saturação de bases com o aumento das doses aplicadas. Abreu Jr. et al. (2001) compararam tratamentos envolvendo presença e ausência de calagem e adubo mineral com presença de composto de lixo urbano em diferentes tipos de solo e encontraram resultados que corroboram com o presente trabalho em relação a aplicação de calcário.

Após aplicação de calcário e gesso agrícola, Zandoná et al. (2015) observaram aumento da CTC na camada superficial de um LATOSSOLO VERMELHO. O aumento da CTC é importante para a fertilidade do solo, pois permite reter maior quantidade de cátions como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^{+}$  nos colóides, importantes para o desenvolvimento das plantas. Acima de pH 6,0 do solo, a concentração de íons  $\text{HCO}_3^-$  atinge teores significativos que podem arrastar consigo cátions para as camadas mais profundas no perfil do solo. Quando lixiviados, os íons  $\text{HCO}_3^-$  entram em novo equilíbrio devido a redução do pH, que ocorre normalmente com o aumento da profundidade. Assim estes íons consomem  $\text{H}^{+}$  gerando cargas na CTC do solo podendo o cátion acompanhante permanecer adsorvido (MARTINS et al., 2002). E para Guimarães et al. (2015), a saturação de bases foi um de três dos atributos químicos do solo que mais limitou o crescimento das plantas no experimento, onde o nível crítico médio estimado de saturação por bases para promover 80 % de rendimento relativo das plantas foi de 8 %.

A calagem e gessagem aumentaram a CTC a pH 7 e saturação por bases com o aumento da dose aplicada em solo sob plantio de eucalipto.

As doses de 6  $\text{t ha}^{-1}$  de calcário e 12,6  $\text{t ha}^{-1}$  de gesso agrícola, correspondentes a 50 % do recomendado, elevaram a saturação de bases próximo ao ideal para a cultura (65 %), e as doses cheias (100 %) superaram os 65 % esperados.

## Referências

- GUIMARÃES, C.C.; FLORIANO, E.P.; VIEIRA, F.C.B. Limitações químicas ao crescimento inicial de *Eucalyptus saligna* em solos arenosos do Pampa Gaúcho: estudo de caso. **Ciência Rural**, v. 45, n. 7, p. 1183-1190, 2015.
- MEDEIROS, J.C. et al. Resíduo alcalino da indústria de celulose na correção da acidez de um Cambissolo Húmico aluminico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 12, n. 1, p. 78-87, 2013.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p.
- ABREU JR, C.H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F.C. Cátions trocáveis, capacidade de troca de cátions e saturação por bases em solos brasileiros adubados com composto de lixo urbano. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 4, p. 813-824, 2001.
- ZANDONÁ, R.R. et al. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 45, n. 2, 2015.
- MARTINS, O.C. et al. Respostas à aplicação de diferentes misturas de calcário e gesso em solos. I. Alterações químicas no perfil do solo. **Revista Ceres**, v. 48, p. 123-136, 2002.

## COMPOSTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DOMICILIARES NA PRODUÇÃO DE ALFACE

Dalcimar Regina Batista Wangen, Ana Cláudia Peixoto Ramos, Thais Cardoso de Castro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Urutaí, Professora, Uberlândia - MG,  
[dalcimar.batista@ifgoiano.edu.br](mailto:dalcimar.batista@ifgoiano.edu.br).

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*; compostagem doméstica; substâncias húmicas.

O aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos, por meio da compostagem, e o subsequente emprego do composto gerado na agricultura contribuem, não somente para a redução dos impactos ambientais decorrentes de sua disposição no meio ambiente, sem tratamento prévio, mas também para a melhoria dos parâmetros de qualidade dos solos, otimizando suas funções ecológicas e agrícolas, além de reduzir os custos de produção.

Entre as vantagens de compostos orgânicos, em relação a material não compostado, estão: maior concentração de substâncias húmicas, macro e micronutrientes disponíveis, resultantes da humificação e mineralização da matéria orgânica, além de composição microbiológica mais adequada ao seu uso como fertilizante, com menor risco de causar impacto ambiental, uma vez que a compostagem promove a “pasteurização” do material, com consequente eliminação de microrganismos patogênicos e ovos de parasitas (BENITES, 2009).

A alface, *Lactuca sativa* L., é a principal hortaliça folhosa consumida pela população brasileira e uma das hortaliças mais cultivadas em hortas domésticas (HENZ; SUINAGA, 2009).

A definição de doses adequadas de resíduos orgânicos contribui para a otimização da produção agrícola, bem como para um melhor aproveitamento deste insumo na agricultura, seja sob sistema de cultivo orgânico ou convencional. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar doses de composto de resíduo sólidos orgânicos domiciliares na produção de alface, a fim de indicar a melhor dose deste fertilizante para o cultivo desta hortaliça em vasos alternativos e, deste modo, sugerir possibilidades de cultivo desta folhosa em residências, aproveitando resíduos sólidos orgânicos e não orgânicos na própria fonte geradora.

O experimento foi conduzido no período de agosto de 2015 a julho de 2016, no Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, GO. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com oito tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram as seguintes doses de composto de resíduos sólidos orgânicos domiciliares: 4, 8, 12, 16 e 20 L m<sup>-3</sup> de terra (correspondente a 40, 80, 120, 160 e 200 L m<sup>-2</sup> de canteiro, incorporado a 10 cm de profundidade), adubação mineral e um tratamento testemunha (ausência de composto ou adubação mineral).

Foi cultivada a alface do grupo crespa, cujas mudas foram produzidas em bandejas de polieslietireno expandido, contendo o substrato comercial. Aos 30 dias após a emergência, as mudas foram transplantadas para vaso feito de garrafas PET (Poli Tereftalato de Etileno), contendo 1 L de substrato (tratamento: terra + a dose de composto orgânico correspondente a cada tratamento).

Aos 60 dias após o transplântio, as plantas de alface foram colhidas para determinação dos seguintes parâmetros: comprimento de folhas, massa fresca e massa seca da parte aérea e de raízes das plantas de alface.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, por meio do programa estatístico

Sisvar (FERREIRA, 2000). Quando do teste F significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey e as doses do composto submetidas a análise de regressão, 0,05 de significância.

De modo geral, os tratamentos referentes as doses de 12, 16 e 20 L m<sup>-3</sup> de composto orgânico apresentaram melhor desempenho, quando se analisaram os parâmetros das plantas de alface, MFPA (g), MFR (g), MSPA (g) e CF (cm) (Doses de 12, 16 e 20 L m<sup>-3</sup>, respectivamente, MFPA: 28,9b; 32,3ab e 39,0a, MFR: 19,4ab; 20,9a e 23,1a, MSPS: 3,8ab; 3,7ab e 4,4a; MFtotal: 48,3bc; 53,1b e 64,1a, CF: 8,7ab; 9,3a e 9,5a) (Observe-se que, médias seguidas de letra igual, para um mesmo parâmetro não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância).

O melhor desempenho das três maiores doses de composto orgânico, em relação à testemunha e à adubação mineral, para a maioria dos parâmetros analisados (testemunha e adubação mineral, respectivamente, MFPA: 12,5d e 25,2bc; MFR: 13,2cd e 10,5d; MSPA: 1,44d e 2,9bc; MFtotal: 25,7e e 35,7d, CF: 96,6d e 8,6abc) se deve, provavelmente, a maior disponibilização de nutrientes às plantas e de substâncias húmicas promotoras de melhoria de propriedades do solo, por este fertilizante.

Os parâmetros MFPA, MFR, MSPA, MFT e CF apresentaram incremento linear com o aumento das doses de composto orgânico (MFPA:  $y = 13,162 + 0,1282x$  e  $R^2 = 0,9857$ ), (MFR:  $y = 13,552 + 0,0471x$  e  $R^2 = 0,9788$ ), (MSPA:  $y = 1,6 + 0,015x$  e  $R^2 = 0,9403$ ), (Mftotal:  $y = 13,162 + 0,1282x$ ) e CF ( $y = 6,9476 + 0,0139x$  e  $R^2 = 0,9682$ ), o que pode ser explicado pela elevação dos teores de nutrientes e de substâncias húmicas no substrato presentes neste fertilizante.

As substâncias húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina) presentes em fertilizantes orgânicos possuem a maior parte dos grupamentos reativos da matéria orgânica, por meio dos quais se associam à fração mineral do solo, formando complexos argilo-húmicos, responsáveis por desenvolver carga negativa, aumentando a capacidade de troca catiônica do meio, tornando os nutrientes mais disponíveis para as plantas (OLIVEIRA, 2011), além de contribuírem significativamente para a estabilização dos agregados dos solos, com consequente melhoria na movimentação e retenção de água (SILVA; MENDONÇA, 2007), influenciando positivamente a absorção de nutrientes e, consequentemente, a produtividade das culturas.

Não houve tendência de aumento da MSR com incremento das doses do composto orgânico. Os valores deste parâmetro variaram aleatoriamente, quando considerados os tratamentos, diferentemente da massa fresca de parte aérea. Isso pode ter ocorrido em consequência de possível erro metodológico durante a pesagem do material.

Portanto, conclui-se que a dose do composto orgânicos de resíduos domiciliares estudada que proporcionou maior custo benefício na produção de alface foi a de 16 L m<sup>-3</sup>, a qual apresentou desempenho superior a adubação mineral com NPK.

Os autores agradecem ao Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, pela disponibilização da maior parte dos recursos materiais necessários à realização desta pesquisa e ao recurso financeiro para participação dos autores na XX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo fornecimento da bolsa de iniciação científica.

## Referências

BENITES, V. **Como fazer compostagem de cama-de-frango para uso em pastagem**. 2011. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23054&secao=Aartigos%20Especiais>. Acesso em: 19 fev. 2011.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 7 p. (Comunicado Técnico, 75).

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do Sisvar. (Sistema para análise de variância) para Windows versão 4.0. In: **Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional Biometria**, 45., 2000, São Carlos, Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

OLIVEIRA, E. A. B. **Avaliação de método alternativo para extração e fracionamento de substâncias húmicas em fertilizantes orgânicos**. 201 1. 46 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produção Agrícola) – Instituto Agronômico, Campinas, SP, 2011.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. VI - Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F. et al. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.276-374.

SOUZA, F.A. de; AQUINO, A.M. de; RICCI, M. dos S.F.; FEIDEN, A. **Compostagem**. Seropédica: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia, 11 p., 2001 (Boletim Técnico, nº 50).

## TRANSPORTE DE P NO SOLO CONSIDERANDO SUA ADUBAÇÃO LOCALIZADA E A DISPONIBILIDADE DE ÁGUA

Hugo Alberto Ruiz<sup>1</sup>, Jefferson Luiz de Aguiar Paes<sup>2</sup>, Edson Marcio Mattiello<sup>1</sup>,  
Raphael Bragança Alves Fernandes<sup>1</sup>, Victor Hugo Alvarez V<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa, Professor, Viçosa - MG, [hruiz@ufv.br](mailto:hruiz@ufv.br); <sup>2</sup>Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

**Palavras-chave:** fluxo de massa; difusão; potencial hídrico.

A limitação hídrica é responsável por reduzir a produtividade agrícola. Isso ocorre porque o déficit de água afeta vários processos fisiológicos e, também, o transporte de nutrientes no solo e sua consequente absorção pelas plantas. Uma maneira de minimizar o estresse hídrico é favorecer o crescimento radicular, em especial o de raízes finas, que atuam intensamente na absorção de água e nutrientes pelas plantas.

O manejo adequado da adubação reduz perdas e favorece a absorção de nutrientes. Em relação ao P, a técnica mais importante para diminuir sua adsorção nos solos tropicais é a aplicação localizada. Em cultivos de sequeiro ou irrigado, a aplicação localizada de P pode possibilitar maior crescimento radicular e permitir o incremento na absorção de água e nutrientes.

Considerando que o P é transportado por fluxo de massa e por difusão, com destaque para o segundo, alterações na disponibilidade de água modificariam a relação fluxo de massa:difusão no transporte desse nutriente na solução do solo. Diante disso, objetivou-se avaliar, em casa de vegetação, o efeito da localização em profundidade de fosfato e da variação simultânea do potencial hídrico na contribuição do fluxo de massa e da difusão no transporte P, utilizando o milho como planta-teste, cultivado em sistema de vasos geminados com partição de raízes.

Utilizaram-se amostras de um LATOSSOLO VERMELHO, coletadas em Três Marias - MG. A unidade experimental (vaso geminado) foi constituída de dois vasos de base retangular, geminados, de 5 dm<sup>3</sup> cada um. O experimento foi montado em esquema fatorial 2 x 3, sendo: 2 localizações de 300 mg dm<sup>-3</sup> de P (P300) incorporados nas metades superior (PS) e inferior (PI) dos vasos e 3 combinações de potenciais matriciais nas duas unidades dos vasos geminados (-9/-9; -9/-50 e -50/-50 kPa). O controle do potencial matricial foi realizado pelo uso de um tensiômetro em cada unidade do vaso geminado. Plântulas de milho recém germinadas foram transplantadas, subdividindo as raízes em partes iguais, nas duas unidades do vaso geminado. Decorridos 40 dias, cortaram-se as plantas, determinando-se a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes em cada unidade do vaso geminado. Amostras dos tecidos vegetais foram utilizadas para quantificar o teor de P. Com esses dados calcularam-se os conteúdos de P nas diferentes porções das plantas de milho.

Para estimar a contribuição do fluxo de massa e da difusão para o transporte de P em esse sistema de vasos geminados, os cálculos foram realizados segundo esta seqüência:

- a) Determinou-se o conteúdo total de P na planta, pela soma do conteúdo de P na parte aérea e nas raízes.
- b) O P transportado por fluxo de massa em cada unidade do vaso geminado foi calculado pelo produto entre o volume de água acrescentado a cada unidade no ensaio e a concentração

média de P na solução do solo. Essa concentração média foi calculada considerando que cada unidade do vaso geminado foi preenchida com volumes iguais de P0 e P300. Levou-se em consideração, nesta etapa, que o fluxo de massa independe da extensão do sistema radicular.

- c) A contribuição do fluxo de massa no vaso geminado foi determinada pela soma das contribuições das duas unidades do vaso geminado.
- d) A contribuição da difusão no vaso geminado foi calculada subtraindo, do conteúdo total de P na planta, o valor correspondente do fluxo de massa.
- e) A contribuição para a difusão de P em cada unidade foi calculada considerando que a difusão responde à extensão do sistema radicular. Assim, multiplicaram-se os valores correspondentes à difusão de P no vaso geminado e a proporção de raízes em cada unidade do sistema. Essas proporções foram calculadas pelo quociente entre a produção de raízes em cada unidade e a produção total de raízes no vaso geminado.

Os resultados mostraram que o conteúdo total de P na planta respondeu às diferenças apresentadas na produção de matéria seca, principalmente na parte aérea, considerando que houve similaridade nos teores de P para os tratamentos. Essas diferenças foram fundamentais nas definições das significâncias dos contrastes em relação ao conteúdo total de P na planta. Todos os contrastes foram significativos. Com isso, os resultados do conteúdo total de P na planta ratificaram que a maior absorção de P por plantas de milho ocorreu nos maiores potenciais matriciais e na localização superior.

Verifica-se, independentemente da localização, que a contribuição para o fluxo de massa de P, geralmente, foi maior nos tratamentos onde a planta recebia água de forma adequada nos dois lados da unidade (-9/-9 kPa). O fluxo de massa responde à transpiração da planta, logo a planta, em qualquer indicio de restrição hídrica, tende a reduzir a abertura estomática diminuindo, com isso, a absorção de água e nutrientes por esse mecanismo.

A difusão foi maior nos tratamentos que receberam PS em comparação àqueles com PI. No que se refere à comparação dos potenciais matriciais, verifica-se comportamento similar ao apresentado pelo fluxo de massa, apresentando os vasos com fornecimento adequado de água em ambas as unidades maiores valores de difusão de P. Na difusão de P existe uma relação direta entre o coeficiente de difusão de fósforo no solo e o conteúdo de água, base volumétrica. Assim, verifica-se que, à medida que se aumenta a umidade, o filme de água em contato com as partículas sólidas do solo torna-se mais espesso, diminuindo a interação do nutriente com os colóides.

Outra questão está relacionada ao fator de impedância, diretamente relacionado com a difusão de um nutriente no solo. Esse fator aproxima-se de zero em solos com baixa umidade e chega a valores entre 0,4 e 0,7 em solos saturados, aumentando, assim, a difusão. O incremento da umidade leva também à redução da viscosidade da solução do solo, apresentando valores mais próximos aos da água pura, fato que também provoca o aumento da difusão de P nos solos.

O efeito do conteúdo de água foi verificado por Ruiz et al. (1988) em trabalho com soja. Os autores observaram que o movimento de P era mais dependente do conteúdo de água do que de doses elevadas do nutriente, evidenciando, com isso, a necessidade de condições ideais no suprimento de água para evitar estresses fisiológicos na planta.

Na comparação da relação entre a difusão e o fluxo de massa no vaso geminado (DVG/FMVG) observou-se que DVG/FMVG diminui à medida que se restringe o fornecimento de água indicando que a difusão, em termos proporcionais, é mais afetada que o fluxo de massa quando se reduz a quantidade de água fornecida.

A proporção de cada mecanismo demonstra bem esse fato. Assim, por exemplo, a contribuição do FMVG de P, no PI, aumenta de 5,84 % para 9,68 % à medida que se diminui o fornecimento de água de -9/-9 para -50/-50 kPa. Esses dados estão de acordo com os obtidos por Oliveira et al. (2010) que, em pesquisa com milho, relataram que a influência da água do solo nos mecanismos de transporte do P e do K foi maior em solos que continham maiores concentrações desses nutrientes em solução. Também concluíram que o fluxo de massa aumentou proporcionalmente em importância em solos com maior restrição de água.

Conclui-se que a restrição no fornecimento de água afeta o transporte de P na solução do solo com redução proporcionalmente maior da difusão frente ao fluxo de massa. Em acréscimo, a localização de P na porção superior da unidade experimental permitiu maior absorção de P pelas plantas de milho.

## Referências

OLIVEIRA, E. M. M.; RUIZ, H. A.; ALVAREZ V., V. H.; FERREIRA, P. A.; COSTA, F. O.; ALMEIDA, I. C. C. Nutrient supply by mass flow and diffusion to maize plant in response to soil aggregate size and water potential.

**Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 317-327, 2010.

RUIZ, H. A.; FERNANDES, B.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. H.; FERREIRA, P. A. Efeito do conteúdo de água sobre os níveis críticos de fósforo em dois Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 12, p. 43-48, 1988.



## CALCÁRIO E GESSO AFETANDO FERTILIDADE DO SOLO, NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DA SOJA

Adriano Stephan Nascente, Maria da Conceição Santana Carvalho

Embrapa Arroz e Feijão, Pesquisador, Goiânia - GO; [adriano.nascente@embrapa.br](mailto:adriano.nascente@embrapa.br).

**Palavras-chave:** *Glycine max*; acidez do solo; carbonato de cálcio.

A reação do calcário, pouco solúveis em água e apresenta baixa mobilidade no solo, é geralmente limitada ao local de sua aplicação/incorporação por apresentar baixa mobilidade no solo, o que acarreta questionamentos quanto à viabilidade desta prática no sistema plantio direto (SPD) (CAIRES et al., 2008; SORATTO; CRUSCIOL, 2008). O uso de calcário juntamente com o gesso pode ser uma excelente alternativa para a melhoria das condições químicas do perfil do solo na Região dos Cerrados (CAIRES et al., 2005). O trabalho objetivou determinar o efeito da aplicação anual de gesso e calcário na superfície do solo sem incorporação na correção do perfil do solo, bem como seus efeitos na nutrição, nos componentes da produção e na produtividade de grãos da soja cultivada no SPD.

O estudo em condições de campo foi conduzido nas safras 2010/11, 2011/12 e 2012/2013 no município de Santo Antônio de Goiás, Brasil, em área de solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Ácrico. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados arranjos em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da combinação de quatro tipos de correção do solo [(calcário, calcário + fosfogesso, fosfogesso e controle (sem aplicação de corretivo)] com quatro níveis de adubação [0, 50, 100 e 150 % da adubação recomendada para a cultura (SOUSA; LOBATO, 2004)]. A adubação recomendada correspondeu à aplicação de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (55 % de superfosfato simples e 45 % de superfosfato triplo) e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio). A dose de calcário (5,0 t ha<sup>-1</sup>) foi calculada para elevar a saturação por bases a 70 %, na camada 0-20 cm de profundidade. A quantidade de fosfogesso (gesso agrícola) utilizada (2,5 t ha<sup>-1</sup>) foi determinada em função do teor de argila do solo (500 g kg<sup>-1</sup>) na profundidade de 0,20-0,40 m conforme recomendação de Sousa e Lobato (2004). Esses corretivos foram aplicados a lanço na superfície do solo sem incorporação nos tratamentos correspondentes, parcelados em três partes em 13/11/2010 (2 t ha<sup>-1</sup> de calcário e 1,0 t ha<sup>-1</sup> de fosfogesso), em 11/11/2011 (2 t ha<sup>-1</sup> de calcário e 1,0 t ha<sup>-1</sup> de fosfogesso) e em 19/10/2012 (1 t ha<sup>-1</sup> de calcário e 0,5 t ha<sup>-1</sup> de fosfogesso). O calcário utilizado apresentou 36,4 % de CaO, 12 % de MgO e PRNT de 86,56 %. O fosfogesso apresentou 21,8 % de Ca e 17,4 % de S. Foi feita a avaliação da fertilidade do solo, nutrição das plantas, componentes de produção, produtividade, teor e conteúdo de nutrientes nos grãos de soja.

A aplicação de calcário proporcionou as maiores alterações nos atributos do solo, acarretando em elevação dos valores de pH, aumento da disponibilidade de Ca e Mg e redução dos teores de Al e H + Al, o que resultou na elevação da CTC e da saturação por bases na profundidade de 0-10 cm, 24 meses após a primeira aplicação do corretivo. Entretanto, constatou-se que os efeitos foram mais pronunciados na camada mais superficial do solo, com pequenas alterações na camada de 10-20 cm (somente Mg, Al e Fe) e nenhuma alteração nos atributos químicos na camada de 20 a 40 cm.

Com relação aos níveis de adubação, constatou-se redução linear dos valores de pH com o aumento da quantidade de fertilizante aplicada. Esses resultados podem ser explicados pela aplicação de adubos nitrogenados quando do cultivo do feijoeiro comum na entressafra. cálcio e Mg tiveram



aumento até determinado nível de adubação e depois começaram a reduzir sua disponibilidade no solo. Esse resultado pode ser explicado pela competição pelos sítios de adsorção com o K, que com o incremento da aplicação de cloreto de potássio, aumentou sua quantidade, como pode ser observado nos teores de K no solo. O fósforo teve incrementos significativos com o aumento dos níveis de adubação, o que pode ser explicado pelo incremento da adubação fosfatada em quantidades maiores do que a exportada nos grãos. Cobre, Fe, Zn e Mn tiveram incrementos com o aumento dos níveis de adubação, o que pode ser reflexo da redução do pH nesses tratamentos que proporcionam aumento da disponibilidade dos micronutrientes catiônicos.

A redução dos teores de Ca, Mg e S nas folhas de soja, no tratamento com calcário, pode ser explicado pelo efeito de diluição, uma vez que houve aumento nos teores de Ca e Mg no solo e as plantas se desenvolveram melhor e foram mais produtivas nesse tratamento. O aumento dos teores de nutrientes na folha com o aumento do nível de adubação com P e K já era esperado, considerando a baixa fertilidade do solo original, e está associado com o aumento de seus teores no solo e com a redução da acidez do solo pela aplicação dos corretivos, aumentando a disponibilidade para as plantas.

A adição de calcário proporcionou o aumento da massa de grãos da soja e consequentemente incremento significativo na produtividade de grãos da cultura. Esse resultado pode ser consequência das alterações ocasionadas ao solo pela aplicação do corretivo, como o aumento do pH, maior disponibilidade de Ca e Mg, saturação por bases e CTC. Na segunda e terceira safras também se verificou que a aplicação de calcário proporcionou incrementos significativos na produtividade de grãos da cultura. Por outro lado, a aplicação de fosfogesso não proporcionou aumento da produtividade da cultura nos três anos de cultivo. A ausência de resposta da soja à aplicação de fosfogesso pode estar relacionada com o fato de que a aplicação desse condicionador de solo, não proporcionar correção da acidez nas camadas mais superficiais do solo e também por que o crescimento do sistema radicular da soja, na ausência de déficit hídrico, não ser influenciado pela redução da saturação por Al no subsolo.

Com relação aos níveis de adubação constatou-se que o incremento dos fertilizantes proporcionou aumentos lineares na população de plantas e número de vagens planta<sup>-1</sup> indicando melhoria das condições do solo para o desenvolvimento das plantas de soja.

A aplicação de calcário sozinho ou combinado com a aplicação de fosfogesso proporcionou melhoria das características químicas do solo e do estado nutricional das plantas e incrementos na produtividade de grãos de soja. Por outro lado, a aplicação de fosfogesso sozinho não proporcionou alterações significativas nos atributos do solo e nem afetou a produtividade de grãos de soja. A utilização de doses crescentes de fertilizantes na cultura da soja contendo fósforo e potássio (superfosfato simples, superfosfato triplo e cloreto de potássio) nos três anos agrícolas resultou em aumentos significativos de produtividade de grãos da cultura. Nesse sentido, a aplicação de calcário aumentou a eficiência da adubação, proporcionando maior produção de grãos de soja por quilo de fertilizante aplicado. Com base nos resultados verifica-se que, principalmente em áreas de Cerrado, a aplicação superficial de calcário sem incorporação no SPD é uma prática recomendada para aumentar a eficiência da adubação. A aplicação de fosfogesso sozinho não se mostrou viável para as condições testadas no experimento em solo com acidez na camada superficial.

## Referências

CAIRES, E.F.; ALLEONI, L.R.F.; CAMBRI, M.A.; BARTH, G. Surface application of lime for crop grain production under a no-till system. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, n.3, p.791–798, 2005.

CAIRES, E.F.; GARBUIO, F.J.; CHURKA, S.; BARTH, G.; CORRÊA, J.C.L. Effects of soil acidity amelioration by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth and yield. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.28, p.57-64, 2008.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.675-688, 2008.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

## MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO E NÍQUEL NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*)

Daniel Malheiro do Nascimento<sup>1</sup>, Wilson Wagner Ribeiro Teixeira<sup>1</sup>, Milton Ferreira de Moraes<sup>2</sup>,  
Bruno Vizioli<sup>1</sup>, Karina Maria Vieira Cavalieri-Polizeli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Mestrando, Curitiba - PR, [danieltrt@yahoo.com.br](mailto:danieltrt@yahoo.com.br);

<sup>2</sup>Universidade Federal de Mato Grosso.

**Palavras-chave:** nitrato redutase; uréase; *Glycine max*.

O molibdênio (Mo) e o níquel (Ni) são micronutrientes essenciais no metabolismo vegetal em razão de serem indispensáveis na atividade das enzimas nitrato redutase (NR) e urease (UR), porta de entrada das duas rotas de assimilação do nitrogênio (N) nas plantas (BROADLEY et al., 2012). Além disso, o Ni e o Mo, são constituintes das enzimas hidrogenase e nitrogenase, respectivamente (SELLSTEDT; SMITH, 1990). Neste contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência dos métodos de aplicação de Mo e Ni na atividade das enzimas NR, UR e na massa seca da parte aérea (MSPA).

O experimento foi realizado em casa de vegetação da UFPR, em Curitiba - PR. O solo utilizado foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO com textura arenosa (EMBRAPA, 2013), cujas características químicas foram: pH = 4,1; Ca = 0,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P (Mehlich) = 3,0 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,07 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; B (água quente) = 110 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 1,10 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 129,0 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 1,15 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 0,2 mg dm<sup>-3</sup>; V = 13,8 %; M.O. = 15 g dm<sup>-3</sup>.

Utilizou-se a soja (*Glycine max* L cv. BRS 360 RR) como cultura comercial, num delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: (1) testemunha - sem Mo e Ni; (2) adubação via solo com Mo e Ni; (3) adubação via solo com Ni; (4) adubação via solo com Mo; (5) adubação foliar com Mo e Ni; (6) adubação via solo com Mo e Ni foliar; (7) adubação via solo com Ni e Mo foliar.

A adubação de base foi realizada com solução nutritiva nas doses: 200 mg dm<sup>-3</sup> de P, 50 mg dm<sup>-3</sup> de K, 15 mg dm<sup>-3</sup> de S, 5,0 mg dm<sup>-3</sup> de Cl, 0,1 mg dm<sup>-3</sup> de Co, 1,0 mg dm<sup>-3</sup> de Cu, 5,0 mg dm<sup>-3</sup> de Mn, 3,0 mg dm<sup>-3</sup> de Zn e 1,0 mg dm<sup>-3</sup> de B, utilizando como fontes reagentes para análise (p.a.). Para promover o aporte de N na soja, as sementes receberam inoculante líquido (BIAGRO LIQUIDO PLUS®), com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 e 5080, na concentração bacteriana de 2,0 x 10<sup>9</sup> células mL<sup>-1</sup>.

Os tratamentos via solo foram realizados com a adubação de base, com dose de 0,5 mg dm<sup>-3</sup> de Mo e 0,5 mg dm<sup>-3</sup> de Ni, utilizando como fontes molibdato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·4H<sub>2</sub>O) e sulfato de níquel (NiSO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O), respectivamente. Após aplicação homogeneizou-se o material de solo de cada vaso isoladamente, deixando novamente incubado por 30 dias.

Os tratamentos via foliar foram divididos em quatro aplicações: aos vinte e três, vinte e cinco, vinte e sete e vinte e nove dias após a emergência. As doses consistiram de 1,5 mg de Mo por vaso e 1,5 mg de Ni por vaso, utilizando as mesmas fontes empregadas na adubação via solo. Os tratamentos via foliar foram realizados, com pincel em todas as folhas das plantas, tomando o cuidado para não haver escoamento da solução no solo. O espalhante adesivo Nimbus® foi utilizado nas aplicações foliares.

Cada parcela experimental foi constituída por um vaso com duas plantas. Foram avaliados os seguintes parâmetros: atividade das enzimas NR e UR em R3 (início da formação de vagens) e

MSPA em R8 (maturação fisiológica). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por Turkey ( $p < 0,05$ ) e correlação de Pearson. Conforme análise de variância constatou-se que a atividade da UR apresentou diferença estatística entre os tratamentos, sendo que a aplicação via solo de Mo e Ni apresentou maior atividade ( $251,2 \mu\text{mol NH}_4^+ \text{ g MF}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) e a testemunha a menor ( $182,8 \mu\text{mol NH}_4^+ \text{ g MF}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ). Entretanto, testemunha apresentou maior atividade da enzima NR ( $0,42 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g MF}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. A MSPA apresentou a mesma tendência observada na atividade da UR, na qual o Mo e Ni via solo foi maior ( $12,06 \text{ g planta}^{-1}$ ) e a testemunha menor ( $10,69 \text{ g planta}^{-1}$ ) em relação aos demais tratamentos. A correlação de Pearson entre MSPA vs atividade da UR ( $r = 0,68^*$ ) foi positiva e significativa demonstrando assim a importância da enzima na produção de MSPA. Conforme os resultados compilados acima se conclui que a atividade da UR e NR tiveram efeitos significativos sobre os parâmetros bioquímicos e produtivos na cultura da soja.

## Referências

- BROADLEY, M.; BROWN, P.; ÇAKMAK, I.; RENGEL, Z.; ZHAO, F. Function of nutrients: micronutrients. In: MARSCHNER, P. (ed.). **Mineral Nutrition of Higher Plants**. San Diego: Academic Press, 2012, p.191-248.
- SELLSTEDT, A.; SMITH, G.D. Nickel is essential for active hydrogenase in free-living *Frankia* isolated from *Casuarina*. Federation of European Microbiological Societies. **Microbiology Letters**, v.70 p.137-140, 1990.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

## RESPOSTA DE MUDAS FLORESTAIS NATIVAS A DOSES CRESCENTES DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA

Gerhard Valkinir Cabreira, Paulo Sérgio dos Santos Leles, Jorge Makhoulouta Alonso,  
Gabriel Rocha dos Santos, Thales de Costa Lima

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Mestrando, Seropédica - RJ, [gerhard\\_vc@hotmail.com](mailto:gerhard_vc@hotmail.com).

**Palavras-chave:** adubação; bio sólido; substrato.

O sucesso na formação de povoamentos florestais depende, dentre outros fatores, da utilização de mudas de qualidade, as quais, segundo Carneiro (1995) terão maior capacidade de resistirem às condições adversas encontradas no campo, proporcionando um maior potencial de sobrevivência e crescimento após o plantio, reduzindo a necessidade de replantio e gastos com a manutenção do povoamento.

Dos principais fatores que influenciam na qualidade de mudas florestais tem-se o substrato e a adubação, ambos estreitamente relacionados, sendo que, a forma e a intensidade de adubação vai variar segundo a disponibilidade de nutrientes no substrato (propriedades químicas) e sua capacidade de armazená-los (propriedades físicas).

Um material com potencial de uso como substrato para produção das mudas florestais é o lodo de esgoto estabilizado (bio sólido), resíduo sólido oriundo das estações de tratamento de esgoto (ETE), rico em matéria orgânica e nutrientes, que pode suprir, pelo menos em parte, a necessidade das mudas por fertilização química.

Em estudos realizados com o bio sólido, principalmente quando utilizado tubetes de menor volume, devido à restrição de espaço e lixiviação de nutrientes, as mudas tem apresentado sintomas visuais de deficiência (LIMA FILHO, 2015). Uma possibilidade para se evitar esse problema é a utilização de fertilizante de liberação lenta de nutrientes junto ao substrato, diminuindo as perdas por lixiviação. Porém, sua principal desvantagem é o maior custo quando comparado com outros adubos, sendo importante a aplicação da dose adequada.

O trabalho teve como objetivo verificar a resposta de mudas de quatro espécies florestais da Mata Atlântica a doses crescentes de fertilizante de liberação lenta tendo o bio sólido como substrato.

O experimento foi conduzido no período de junho a dezembro de 2015 no Viveiro Florestal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ. Foram produzidas mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth (jacarandá-da-bahia), *Inga laurina* (Sw.) Willd (ingá), *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira) e *Schizolubium parahyba* (Vell.) S.F. Blake (guapuruvu). Cada espécie constitui-se um experimento. Foram utilizados como recipientes tubetes com capacidade volumétrica de 280 cm<sup>3</sup>. O substrato foi composto de 100 % de bio sólido, disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE), sendo proveniente da ETE Ilha do Governador, localizada na cidade do Rio de Janeiro - RJ. Os tratamentos consistiram em diferentes doses de Osmocote Plus® (15-09-12), sendo elas 0, 3, 6 e 12 kg m<sup>-3</sup> de substrato.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, formado por quatro tratamentos com cinco repetições de seis mudas.

Até a expedição das mudas para campo foram realizadas quatro medições de altura da parte aérea, em intervalos de 21 dias para o guapuruvu e 28 dias para as outras três espécies. Na última delas, foi medido também o diâmetro do coleto das mudas.

Na época de expedição, para cada espécie e em cada tratamento, foram selecionadas as cinco mudas mais próximas da média para avaliação de área foliar. Dessas mudas também foram obtidos os pesos de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, após separação dos mesmos e secagem em estufa.

Com o propósito de avaliar a sobrevivência inicial no campo, foram selecionadas 20 mudas de cada tratamento para o plantio, o qual foi realizado em área de reflorestamento localizada na Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba, em São Francisco do Itabapoana - RJ.

Na avaliação em campo foram consideradas a sobrevivência aos 5 meses após o plantio, com a contagem das mudas sobreviventes em relação as covas vazias (mudas mortas).

Para todos os parâmetros morfológicos avaliados (altura, diâmetro, área foliar, massa seca de parte aérea e raízes), os resultados mostraram que a aplicação de doses crescentes do adubo de liberação lenta promoveu crescimento nas quatro espécies estudadas.

Observa-se que de maneira geral, as mudas das quatro espécies obtiveram um maior crescimento conforme o aumento das dosagens de adubo de liberação lenta, porém as médias dos parâmetros avaliados se aproximaram nos tratamentos com adição de adubo de liberação lenta.

A resposta variou conforme a espécie. De modo geral o tratamento com doses de  $3 \text{ kg m}^{-3}$  apresentou melhores resultados para aroeira e jacarandá-da-bahia, enquanto que para o guapuruvu e o ingá prevaleceu o tratamento com dosagem de  $6 \text{ kg m}^{-3}$  de osmocote Plus® (15-09-12), quando obtido o modelo para cada espécie em função da época.

Quando observados separadamente os parâmetros estudados, para altura e diâmetro do coleto, a dosagem de  $6 \text{ kg m}^{-3}$  apresentou maiores médias, porém para área foliar, massa seca de parte aérea e raízes destacou-se o tratamento com dose de  $12 \text{ kg m}^{-3}$  de substrato.

Verifica-se que nas doses avaliadas o efeito do fertilizante no crescimento das mudas foi positivo, sendo recomendadas doses diferentes de acordo com a espécie, evitando custos com adubações desnecessárias. Para aroeira e jacarandá-da-bahia, considerando todos os parâmetros estudados, a dosagem mais indicada seria entre 3 a  $6 \text{ kg m}^{-3}$  de substrato. Para guapuruvu e ingá a adubação pode ser feita com doses entre 6 a  $12 \text{ kg m}^{-3}$ .

Tais resultados mostram que, mesmo sendo rico em matéria orgânica e nutrientes, um substrato com 100 % de bio sólido pode necessitar aplicação de fertilizante para suprir as necessidade nutricionais e promover maior crescimento das mudas florestais.

Considerando uma altura da parte aérea de 30 cm como ideal para a expedição (SCREMIN-DIAS et al., 2006), espécies de crescimento rápido, como a aroeira e o guapuruvu, levam em torno de 120 a 180 dias para irem ao campo, quando utilizado substrato comercial, enquanto que utilizando bio sólido, no período de 45 a 65 dias as mudas dessas espécies já estavam com altura para expedição. O mesmo pôde ser constatado para as mudas de espécies de crescimento mais lento, como o ingá e o jacarandá-da-bahia, que com o uso do substrato comercial, levam em torno de 180 a 240 dias para irem ao campo, tem seu tempo de produção reduzido para 90 a 160 dias com o uso do bio sólido.

Cinco meses após o plantio a sobrevivência em campo das mudas de aroeira e ingá de todos os tratamentos, foi de pelo menos 90 %, não havendo a necessidade de replantio, já que na restauração florestal, são tolerados até 15 % de mortalidade. As espécies guapuruvu e jacarandá-da-bahia, no geral apresentaram mortalidade acima dos 15 %, com sobrevivência variando entre 75 a 85 % e 45 a 85 % respectivamente. Apenas o tratamento de  $3 \text{ kg m}^{-3}$  para guapuruvu e de  $12 \text{ kg m}^{-3}$  para

jacarandá, com 85 % de sobrevivência cada, obtiveram o índice mínimo de perda para povoamentos de restauração florestal.

Conclui-se, que para as condições que foi realizado o experimento, as mudas de todas das quatro espécies estudadas responderam positivamente ao uso do fertilizante de liberação lenta, sendo recomendadas dosagens de 3 a 6 kg m<sup>-3</sup> para aroeira e jacarandá-da-bahia 6 a 12 kg m<sup>-3</sup> para guapuruvu e ingá.

## Referências

CARNEIRO, J.G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR; FUPEF, 1995. 451p.

LIMA FILHO, P. **Biossólido na restauração florestal: produção de mudas e adubação de plantio**. 2015. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. R. H.; SOUZA, P. R.. **Série Rede de Sementes do Pantanal 2 - Produção de mudas de espécies florestais nativas (manual)**. Editora UFMS. v. 1. 2006. 57 p.



## APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ANÁLISE DE CARBONO ORGÂNICO EM SOLO COM DIFERENTES CULTURAS

Felipe Gasparello Luccas, Augusto Cesar Gasparetto, Thadeu Rodrigues de Melo, Wesley Machado, João Tavares Filho

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Graduando, Londrina - PR, *felipegluccas@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** carbono; métodos; culturas.

A matéria orgânica do solo (MOS) é de fundamental importância para seu funcionamento, pois interage em processos físicos, químicos e biológicos. Em relação a física, atua na formação de agregados como agente cimentante das partículas, melhorando a porosidade do solo e a infiltração de água no perfil, diminuindo os riscos de erosão, por dificultar o escoamento superficial de água. No aspecto químico e biológico, aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC), ajudando na retenção de nutrientes, além de disponibilizar nutrientes para as plantas como o nitrogênio, fósforo e enxofre. Diversas estratégias têm sido empregadas visando melhorar a conservação da MOS, sendo uma delas o sistema plantio direto (SPD), que atua reduzindo sua taxa de decomposição, visto que o Brasil é um país de clima tropical, o que favorece sua oxidação quando comparado a países de clima temperado.

Diversos métodos têm sido empregados na determinação dos teores de carbono nos solos, buscando sempre a maior acurácia, e interpretação dos valores existentes no campo, na amostra analisada em laboratório. Nesse trabalho foram analisados quatro métodos: Walkley e Black (WB), Mebius, da Mufla e extração por pirofosfato. O método WB, é o mais utilizado por ser simples dispensar o uso de equipamentos especializados e ser de baixo custo. Entretanto, problemas ambientais devido ao uso de cromo têm estimulado a substituição desse procedimento por outros que geram menor quantidade de resíduos potencialmente tóxicos. O método de Mebius é semelhante ao WB, porém a oxidação do carbono orgânico (CO) é ampliada pela adição de uma fonte externa de calor, causando uma oxidação mais completa, pelo fato da temperatura se manter constante durante todo o processo de oxidação. A metodologia da Mufla consiste na queima do CO e a extração por pirofosfato se realiza de forma análoga ao método de Walkley e Black, com algumas variações.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes métodos de análise de carbono orgânico em solos sob diferentes cultivos.

As áreas avaliadas situam-se no município de Londrina – PR, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (UEL), sendo coletadas amostras em diferentes profundidades: 0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-50; 50-60 cm, com diferentes culturas: café, trigo e citros, além de uma área sob pastagem. Foram amostrados três pontos para cada profundidade. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos da Universidade.

Para os métodos de WB e Mebius a quantificação foi feita através da fórmula:  $C = [(V2-V1)/0,5] \times 0,3896 \times 0,9 \times 10$ , onde V2 é o volume gasto na titulação do branco e V1 é das amostras. Para a mufla a equação de quantificação pode ser expressa como :  $C = [(Pc+Ps)-Pa]/Ps$ , o resultado da expressão é multiplicado por cem, onde Pc é o peso do cadinho e Ps o peso do solo, Pa é o peso após o aquecimento na mufla a 500 °C. Já o do pirofosfato foi semelhante ao WB, porém ao invés de multiplicar por 0,9, fator do Sulfato Ferroso, multiplica-se por 1,96, fator do extrato de pirofosfato. O resultado de CO para todos os métodos foi expresso em  $g\ kg^{-1}$ .



Os teores de CO obtidos pelo método de Mebius, foram maiores que o WB, sendo comprovado a maximização da oxidação do carbono devido ao fato das amostras serem levadas até a chapa aquecedora a 70 °C, análise de regressão do método foi a mais alta observada.

No método de WB, na profundidade de 10 cm, apresentou diferença significativa, sendo a pastagem com o maior teor de CO, em relação entre as culturas, não houve diferença.

O método da mufla, houve diferença estatística entre as culturas nas profundidades de 10, 30, 50 e 60 cm, esse método foi o que obteve o menor coeficiente de regressão linear, devido ao alto grau de degradação do material.

Para o método de Mebius e o de extração por pirofosfato não houve diferença entre as culturas em todas as profundidades.

Houve correlação entre o método de WB e MB, assim como o de WB e PF. Estes métodos são análogos uns com os outros. A correlação de WB e Mufla, foi baixa, devido a extração de água junto a amostra, o que mascara a perda de C.

## Referências

KUHN, G. B.; LOVATEL, J. L.; PREZOTTO, O. P.; RIVALDO, O. F. MANDELLI, F.; SÔNEGO, O. R. **O cultivo da videira: informações básicas**. 2. ed. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, (EMBRAPA-CNPV. Circular Técnica, 10). Disponível em: < [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira\\_2ed/manejo.html](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira_2ed/manejo.html) > . 1996. 60 p.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; SALTON, J.C. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Disponível em: < [https://docsagencia.cnptia.embrapa.br/agriculturaOrganica/Sistemas\\_Manejo\\_Materia\\_Organica.pdf](https://docsagencia.cnptia.embrapa.br/agriculturaOrganica/Sistemas_Manejo_Materia_Organica.pdf) > . 2006. 304p.

SATO, J.H. **Métodos para determinação do carbono orgânico em solos do Cerrado**. Dissertação. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 90p.

SILVA, A. C.; TORRADO, P. V.; ABREU JR, J. S. **Métodos de quantificação de matéria orgânica do solo**. Revista da Universidade de Alfenas, Disponível em: < [http://www.unifenas.br/pesquisa/download/ArtigosRev1\\_99/pag21-26.pdf](http://www.unifenas.br/pesquisa/download/ArtigosRev1_99/pag21-26.pdf) > . V.5, p.21-26, 1999.

## SUBSTRATOS FORMULADOS COM BIOSSÓLIDO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Anadenanthera macrocarpa*

Gabriel Rocha dos Santos, Paulo Sérgio dos Santos Leles, Tafarel Rodrigues Paula, Gerhard Valkinir Cabreira, Jorge Makhoulta Alonso

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Mestrando, Seropédica - RJ, [grocha.santos@hotmail.com](mailto:grocha.santos@hotmail.com).

**Palavras-chave:** lodo de esgoto; angico vermelho; qualidade de mudas.

O bio sólido é um resíduo sólido originado das estações de tratamento de esgoto, oriundo do processo de estabilização do lodo de esgoto. É um material que, quanto à destinação, tem se tornado um problema, sobretudo devido ao aumento da quantidade de esgoto tratado no país. Atualmente, seu destino tem sido a incineração, deposição em aterros sanitários ou no fundo dos oceanos.

Para a produção de mudas de espécies florestais em sacos plásticos, utiliza-se usualmente como substrato, o esterco bovino acrescido com argila. Por ser rico em matéria orgânica e nutrientes, o bio sólido surge como uma possível alternativa para a substituição do esterco bovino na composição de substratos para a produção de mudas florestais. Isso possibilitaria um aumento na produção e produtividade dos viveiristas, refletindo na diminuição de custos, além de constituir uma forma adequada de reciclagem desse resíduo.

Objetivou-se neste trabalho, avaliar o potencial do uso de bio sólido como componente do substrato para a produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (angico vermelho), produzidas em sacos plásticos de 14 x 9,8 cm (altura x diâmetro). Pretende-se também determinar qual proporção de bio sólido proporcionará melhor qualidade das mudas florestais.

O estudo foi realizado no Viveiro Florestal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no município de Seropédica, Rio de Janeiro. O bio sólido utilizado foi proveniente da estação de tratamento de esgoto de Alegria, no Rio de Janeiro, bairro Caju e foi disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (Nova CEDAE).

O experimento foi composto por cinco tratamentos, tendo como testemunha o tratamento T1, de substrato composto de esterco bovino, argila e areia na proporção volumétrica de 30-60-10 %, respectivamente, que é identificado como substrato padrão utilizado por diversos viveiros produtores de mudas de espécies florestais no sistema de sacos plásticos. O tratamento T2 foi composto apenas por argila e areia na proporção volumétrica de 90-10 %, não havendo adição de material orgânico. Os demais tratamentos foram compostos por diferentes proporções de bio sólido, argila e areia; T3 – substrato composto de bio sólido, argila e areia na proporção volumétrica de 20-70-10 %, respectivamente; T4 – substrato composto de bio sólido, argila e areia na proporção volumétrica de 40-50-10 %, respectivamente; T5 – substrato composto de bio sólido, argila e areia na proporção volumétrica de 80-10-10 %, respectivamente.

Para o experimento, foi utilizada a espécie florestal *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (angico vermelho), uma Leguminosae (Mimosoideae) arbórea. O recipiente utilizado foi o saco plástico 14 x 9,8 cm (altura x diâmetro)

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos em quatro repetições, cada repetição composta por 16 mudas.

Foram avaliados a altura e diâmetro das mudas aos 40, 60, 80, 100 e 120 dias após a semeadura,

além da matéria seca das mudas e os teores de macronutrientes nos tecidos foliares ao final do experimento. Quanto ao substrato, foram realizadas análises químicas no início e no fim do experimento.

O tratamento T5, que recebeu 80 % de biossólido, produziu as mudas com médias de altura significativamente superior quando comparados aos demais tratamentos. Segundo Silva e Mendonça (2007), isso pode ser explicado pela maior quantidade de matéria orgânica disponível no substrato, que atua como fonte de reserva metabólica para as plantas.

Aos 60 dias após a semeadura, já foi possível constatar um maior crescimento das mudas dos tratamentos que continham biossólido quando comparados aos tratamentos T1 e T2. As mudas do tratamento T2, composto apenas por argila e areia, apresentaram os piores resultados entre todos os tratamentos.

Os resultados em crescimento médio em diâmetro de coleto apresentaram-se semelhantes aos resultados do crescimento médio em altura. Isto ocorre devido a mecanismos que as mudas dispõem, que tendem a ajustar o crescimento do diâmetro do coleto com a da parte aérea, para evitar estiolamento, e consequentemente menor possibilidade de quebra pelo vento.

Com relação ao tempo de produção, as mudas produzidas com 80 % de biossólido, em torno de 80 dias, apresentaram valores médios semelhantes às mudas produzidas com esterco bovino aos 120 dias (altura  $\approx$  29 cm e diâmetro  $\approx$  2,2 mm). Ao utilizar 20 e 40 % de biossólido na composição do substrato esta comparação de valor foi em torno de 90 dias. Estes resultados evidenciam que é possível, utilizando biossólido em comparação com esterco bovino, produzir mudas de angico vermelho em menor tempo. Dessa forma, pode-se aumentar o número de ciclos de produção das mudas, maximizando o uso de espaço do viveiro. Salienta-se que é importante utilizar técnicas de rustificação das mudas, para que estas apresentem boa taxa de sobrevivência e crescimento após o plantio no campo.

Na última medição, 120 dias após a semeadura, as mudas de angico vermelho produzidas com biossólido, apresentaram significativamente os melhores parâmetros de crescimento. As mudas com valores significativamente inferiores são as produzidas usando apenas argila e areia.

Constatou-se que os maiores teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio foram obtidos no substrato com presença de esterco bovino. Para potássio, isto pode ser explicado devido à alta concentração deste elemento no substrato em que está presente. Isso provavelmente ocorreu, devido as mudas produzidas no substrato formulado com esterco serem as que apresentaram os menores valores de matéria seca, e com isso os nutrientes apresentaram-se mais concentrados do que nos substratos compostos por biossólido. Já as mudas produzidas com 80 % de biossólido, apresentaram teores dos nutrientes significativamente inferiores, porém maiores valores de massa seca.

Apesar das mudas produzidas com maior proporção de biossólido apresentaram teores de macronutrientes significativamente inferiores, não foram observados em condições de viveiro sintomas típicos de deficiência nutricional dos descritos por Davide e Faria (2008), indicando que a proporção de 80 % de biossólido foi capaz de produzir mudas com boa qualidade nutricional.

Comparando as características químicas do substrato na época de enchimento dos sacos plásticos, com a análise do substrato no final da fase de viveiro, constata-se que de maneira geral, houve diminuição do teor de macronutrientes. Este comportamento é esperado, pois, durante a produção das mudas houve absorção de nutrientes pelas plantas e também lixiviação devido à água de irrigação e de chuvas.

Houve aumento do teor de matéria orgânica para todos os tratamentos. No substrato composto por 80 % de biossólido, o teor de matéria orgânica passou de 6,5 para 9,2 g kg<sup>-1</sup>, assim como no substrato composto por argila e areia onde o incremento foi de 1,4 g kg<sup>-1</sup>.

Constatou-se também significativo aumento no valor de pH, quando utilizado biossólido, variando o valor entre 5,2 a 5,6. Há melhor disponibilidade da maioria dos nutrientes pelas plantas quando o pH se situa na faixa entre 5,0 e 6,0.

O biossólido tem potencial como componente do substrato para a produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (angico vermelho). Pelas condições que foi realizado o experimento, recomenda-se a proporção volumétrica de substrato contendo 80 % de biossólido, 10 % de argila e 10 % de areia.

## Referências

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros Florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: Editora UFLA, 2008. p.83-124.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S.; Matéria Orgânica do Solo. In: NOVAIS, R. F.; VENEGAS, R. F.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. LIMA, J. C. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.

## EFEITO DE DIFERENTES FONTES PARA AUMENTO DO pH EM DOIS DIFERENTES TIPOS DE SOLO

Ivan Antonio Sutil<sup>1</sup>, Jaqueline de Souza Teles<sup>2</sup>, Everson Khum Sbruzzi<sup>1</sup>, Elcio Bilibio Bonfada<sup>1</sup>,  
Vagner Picolo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina - Campus Lages, Mestrando, Lages - SC,  
*ivansutil@yahoo.com.br*; <sup>2</sup>Universidade do Oeste de Santa Catarina - Campus Xanxerê.

**Palavras-chave:** fontes; solo; pH.

A acidez do solo refere-se a sua capacidade de liberar prótons, passando de um determinado estado a outro em relação a um de referência (JACKSON, 1963).

O pH dos solos brasileiros de uma forma geral tem naturalmente um teor de pH baixo, em consequência do material de origem e das diferentes transformações que ele passou durante os milhares de anos, seu índice fica em torno de 5,5, nível relativamente baixo para as principais culturas agrícolas. De forma geral esse pH tem consequências diversas nas culturas, e tornar ele adequado para as necessidades nutricionais é um desafio para pesquisadores, técnicos e produtores, pelas diferentes especificações dos solos de cada região e pela disponibilidade de diferentes fontes que aumentam o pH, que se adequem as características do solo e que tenham uma vantagem econômica para o produtor. O objetivo deste trabalho foi avaliar o aumento do pH com o uso de diferentes fontes existentes no mercado, entre elas calcário dolomítico, calsite, yorrin e cinza, com doses crescentes dos quatro produtos e em dois tipos de solo, um argiloso e outro com características mais arenosa.

O projeto foi conduzido na casa de vegetação da UDESC-Lages, no período de 11 de maio a 22 de junho de 2016, empregando a incubação em sacos plásticos com 1 kg de solo, em um período de 43 dias, para avaliar o comportamento de diferentes materiais sobre o pH do solo, foi utilizado dois solos ácidos, um Cambissolo características arenosas com pH 4,7 da região de Lages - SC, e um Latossolo com níveis maiores de argila e com pH 5,2 no município de Xanxerê - SC.

Testou-se os seguintes materiais: Calcário dolomítico com PRNT de 95 %, calsite que é um fertilizante composto com 30 % de Ca e 2 % Si que tem como principais característica a alta solubilidade, a liberação imediata, e a alta quantidade de Ca aplicado no solo, outro produto comercial aplicado foi o yorrin que é um fertilizante fosfatado obtido pelo processo de fusão que contém fósforo 22 %, cálcio 2 %, magnésio 2 % e micronutrientes, outro produto aplicado foi a cinza que é um resíduo de fábrica da empresa celulose a qual consiste da queima de madeira utilizada na indústria sendo diferentes níveis nutricionais, mas no geral com picos de Ca, Mg e K que são os principais componentes nos quais os mesmos apresentam baixos níveis, explicado pelas altas temperaturas que a madeira é submetida no processo de queima.

Após misturar uniformemente o material nas doses correspondentes com 1 kg de solo, colocou-se a mistura em sacos plásticos fechados, adicionando-se 170 ml de água destilada em cada saco do solo argiloso e 180 ml de água destilada no solo arenoso, correspondendo à 100 % da capacidade de campo do solo. Durante o período de incubação a umidade do solo foi mantida, irrigando-se os sacos duas vezes por semana.

Aos 8, 15, 21, 27, 35, 43 dias após o início da incubação, foram retiradas amostras de solo de cada saco para determinação do pH em água e SMP, mantendo o solo sempre com umidade na capacidade de campo.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 3 repetições, num arranjo fatorial ( $6 \times 4 \times 3$ ), sendo os fatores: A) seis períodos de incubação (8, 15, 21, 27, 35 e 43 dias), B) materiais (calcário dolomítico, calsite, yorrin e cinza) e C) doses crescentes sobre utilizadas em áreas comerciais (50 % da dose recomendada, 100 % da dose recomendada e 150 % da dose recomendada para cada produto). Foi incluído um tratamento extra (testemunha) sem aplicação de nenhum material, os tratamentos foram submetidos a teste de Tukey a 5 % de significância.

O uso da cinza apresentou uma elevação nos níveis de pH nas primeiras 3 coletas chegando em torno de 6,0 nos dois tipos de solo nas maiores doses aplicadas, o que conclui que doses crescentes tem uma ação positiva sobre os níveis de pH em um curto espaço de tempo. Bellote et al. (1998) dizem que o aumento do pH, fosforo, potássio, cálcio e magnésio onde havia maior quantidade de cinza, aponta para uma melhor microbiologia do solo e maiores teores de matéria orgânica. Desse modo, a disponibilidade de nutrientes é afetada de forma positiva. Em contra partida apos a terceira coleta houve um declínio significativo do pH em todas as doses aplicadas e em diferentes tipos de solo justificado pelos baixos níveis dos nutrientes na cinza e a perspectiva de manutenção do material ser baixa no solo, sendo pouco viável a utilização do mesmo.

O não acréscimo do yorrin se justifica por ser um material utilizado para aumentar os níveis de fosforo no solo por ter maiores índices desse nutriente em sua composição, e ter níveis de Ca e Mg muito baixo, não sendo essa a sua finalidade e sim o aumento dos níveis de fosforo. O calsite não apresentou acréscimo em todas as doses, tipos de solo e coletas ficando o um acumulo inicial na primeira coleta de 0,4 ponto no nível de pH, saindo de 4,8 para 5,2 e se mantendo ate a ultima coleta, não apresentando diferença significativa entre doses, coleta e solo, isso se explica pela diferença extremamente desproporcional na composição ente cálcio e magnésio, sendo este um excelente elemento para solos com Ca em níveis baixos e que se deseja aumentar os índices, porém deve-se tomar muito cuidado na sua utilização pois o desequilíbrio químico entre a relação Ca/Mg no perfil do solo, o que pode causar deficiência nas culturas.

O calsite não corrige a acidez, isto é, não aumenta o pH do solo. Assim sendo, não substitui o calcário, mas completa o seu efeito, reduzindo a fitotoxicidade do alumínio em profundidade. O calsite aumenta a quantidade de cálcio nas camadas superficiais (PAOLINELLI et al., 1985).

O calcário foi o material que apresentou melhores características de aumento do pH, na media nos dois solos não existiu uma diferença significativa de aumento, mas entre as dosagens houve diferença, onde as maiores doses utilizadas foram as que apresentaram maiores aumentos nos níveis de pH, estes aumentos foram crescentes nas coletas, em media os níveis aumentaram em torno de 0,2 por coleta onde foi adicionado 50 % da dose, na incubação sobre a dose recomendada (100 % da dose) o aumento foi de 0,4 por coleta e na super dosagem (150 % da dose recomendada), o aumento foi de 0,7 por coleta, o que demonstra o efeito benéfico do calcário e rápido justamente pelo poder que ele tem nutricionalmente e por ter sido incorporado ao solo no momento da incubação.

O calcário dolomítico é o mais utilizado devido a sua relativa frequência e abundância e por constituir fonte de Ca e Mg, e pelo valor relativamente baixo em relação a sua importância e seu beneficio perante as culturas, sendo o material mais utilizado e mais indicado entre produtores e técnicos (ALCARDE, 1983).

Em cima desses dados pode se concluir que o calsite, yorrin e a cinza não apresentam resultados significativos no aumento do pH, em decorrência dos baixos níveis de cálcio e magnésio existentes

nesses produtos, não sendo fontes viáveis quando o objetivo for aumento do pH em um curto espaço de tempo.

O calcário dolomítico são os que demonstraram melhores índices de aumento do pH, justamente por sua composição e pelos níveis de pureza do calcário, e por ter sido incorporado e mantido a umidade sua reação foi imediata e o aumento foi extremamente significativo.

## Referências

ALCARDE, J.C. Características de qualidade dos corretivos da acidez do solo. SIMPÓSIO SOBRE ACIDEZ E CALAGEM, XV **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO**. Campinas, SP, 1983, p.10-31.

BELLOTE, A. F. J.; DA SILVA D. H.; FERREIRA, A. C.; ANDRADE, C. de G.; Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 37, p. 99- 106, jul. /dez. 1998.

JACKSON, M.L. Aluminum bonding in soils: A unifying principle in soil science. **Proceedings Soil Science Society of America**, Madison, v.27 n.1 p.1-9, 1963.

PAOLINELLI, M.T.; OLIVEIRA, P.M. de; SANTOS, P.R.R.S.; LEANDRO, V.P. & MORAES, W.V. de. **Gesso Agrícola**. Petrobrás Fertilizantes S.A. Petrofértil, s/d. 16p.



## TRATAMENTO DE SEMENTES DE FEIJÃO: COINOCULAÇÃO ASSOCIADA AO USO DE MICRONUTRIENTES

Luana Karolina Pena, Tatiane Melo de Lima, Adriane de Andrade Silva, Marcelo Alves da Rocha Dias, Regina Maria Quintão Lana

Universidade Federal de Uberlândia, Graduanda em Agronomia, Monte Carmelo - MG,  
[luanapenaa@gmail.com](mailto:luanapenaa@gmail.com).

**Palavras-chave:** tratamento de sementes; feijão; crescimento vegetativo.

O feijão tem grande importância econômica e social por ser uma fonte proteica e fazer parte dos componentes básicos na alimentação humana. Para aumentar o rendimento dos grãos é necessário realizar o manejo adequado do plantio a colheita, através de escolha de cultivares resistentes e produtivas, nutrição adequada, controle de pragas, doenças, plantas daninhas. Além disso, no tratamento de sementes a utilização de micronutrientes como cobalto, molibdênio e níquel que potencializam o efeito dos inoculantes (*Bradyrhizobium* e *Azospirillum*), que fornecem nitrogênio à planta que atua no crescimento. Outra técnica que tem sido avaliada é a co-inoculação, ou também denominada de inoculação mista, consiste na utilização de combinações de diferentes microrganismos, aos quais produzem um efeito sinérgico, em que se superam os resultados produtivos obtidos com os mesmos, quando utilizados na forma isolada (BÁRBARO et al., 2008). Poucos estudos ainda tem sido feitos demonstrando a importância da co-inoculação, justificando então a importância do presente trabalho que busca avaliar o efeito da coinoculação e o uso de micronutrientes no tratamento de sementes sobre as características fitotécnicas do feijoeiro. O uso de cobalto e molibdênio no tratamento de sementes é uma prática adotada para potencializar a FBN, visto que o molibdênio faz parte da molécula da nitrogenase, que catalisa a redução do  $N_2$  atmosférico a  $NH_3$ , e o cobalto faz parte da estrutura das vitaminas B12, necessárias à síntese de leghemoglobina, que determina a atividade dos nódulos (LANTMANN, 2002, MENGEL; KIRKBY, 2001). No entanto, o níquel ainda é pouco estudado em relação aos seus benefícios nas culturas. Esses micronutrientes, quando aplicados separadamente via semente ou folha são pouco eficientes, porém quando em conjunto, possuem sua importância no aumento da eficiência da fixação de  $N_2$ . Vários fatores podem interferir na disponibilidade de Mo e Co no solo, entre os quais podemos destacar o pH, a taxa de matéria orgânica, a textura, os óxidos de ferro e de alumínio, o potencial redox e a interação com outros nutrientes (EMBRAPA, 2007). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da co-inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no feijoeiro, bem como a influência de micronutrientes contendo Níquel sobre a fixação biológica de nitrogênio. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Uberlândia Campus Monte Carmelo, em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico de textura argilosa clima tropical com estação seca (Classificação climática de Köppen-Geiger: Aw). Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com 4 repetições, em esquema fatorial com dois fatores (3 x 3), sendo eles: Micronutrientes (Co+Mo+Ni, Co+Mo; sem micro); e inoculantes (*Bradyrhizobium*, *Azospirillum* e brady + Azo) aplicados em tratamento de sementes (TS). O ensaio contou com dois tratamentos adicionais T1 (controle não inoculado) e T2 (controle com adubação nitrogenada e não inoculado). O ensaio foi implantado manualmente no dia 4 de março de 2016 no sistema de plantio convencional. Todos os tratamentos receberam adubação fosfatada e potássica nas seguintes dosagens: 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de



K<sub>2</sub>O. O controle de plantas daninhas foi feito por capina manual e os tratamentos fitossanitários foram feitos de acordo com a recomendação para a cultura. Para o tratamento de sementes foram utilizados produtos comerciais, contendo micronutrientes (níquel, cobalto e molibdênio) o Profol NiCoMo Dry na dose de 80 g ha<sup>-1</sup>, e Co e Mo o Profol CoMoL Fix 200 ml ha<sup>-1</sup>, e os inoculantes *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* 1 dose ha<sup>-1</sup> de Masterfix L. soja e Masterfix L. gramíneas respectivamente. Foram avaliados os seguintes parâmetros fitotécnicos aos 30 dias após plantio (DAP): altura de planta, número de trifólios, índice Spad, utilizado o diagnóstico do estado de nitrogênio. Essas medidas foram realizadas em cinco plantas por parcela. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, a 5 % de significância. Os tratamentos controles foram comparados com o teste de Dunnett, através do programa Assistat 7.7 (SILVA, 2014). Nessa pesquisa a utilização de micronutrientes no tratamento de sementes não influenciou o crescimento vegetativo do feijoeiro aos 30 DAP. O uso do inoculante não teve efeito sobre os parâmetros avaliados, ou seja, a coinoculação e a utilização, em separado, de cada gênero de bactéria fixadora de N *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* não promoveram aumento ou redução na altura de plantas, número de trifólios e índice Spad nas plantas de feijoeiro aos 30 DAP. Verificaram-se, apenas, diferenças entre os tratamentos controles sobre o número de trifólios. As plantas submetidas aos dois tratamentos controles tiveram maior número de trifólios as 30 dias, quando comparadas aos seguintes tratamentos: CoMo + *Azospirillum*; Sem Micronutriente + *Bradyrhizobium*, e Sem Micronutriente e *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. Esses tratamentos tiveram piores desempenhos comparados ao tratamento sem adubação e com adubação que é o convencional. Comparando os tratamentos controles com os demais para o índice Spad e altura de plantas, não se verificou diferenças significativas. Ou seja, todos os tratamentos testados. As condições edafoclimáticas do local onde o experimento foi realizado podem ter contribuído com este resultado. Essa área foi cultivada com café durante vários anos, portanto essa área recebia corretivos e adubações todo os anos, portanto é um solo que apresenta alta fertilidade com elevado teor de nutrientes. Na literatura há grande variabilidade de resultados quando se associa inoculação e adubação nitrogenada, provavelmente em função das diferentes condições experimentais e do grande número de fatores atuantes na resposta, ora com resultados positivos, ora sem efeito significativo. Para que uma estirpe de rizóbio possa ser recomendada para inoculação, é preciso que possua, dentre outros atributos, eficiência na fixação de N e capacidade de se estabelecer no solo e competir com os microrganismos ali presentes (ARAÚJO et al., 2007).

É necessário realizar mais estudos com inoculantes para que possa ter comparações científicas, pois ainda não realizados pouco trabalhos nesta linha de pesquisa. Conclui-se que uso de micronutrientes, com ou sem níquel, não influenciam o crescimento vegetativo do feijão cultivado no período de safrinha. O uso de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, em mistura ou não, não tiveram efeito sobre a altura de plantas, número de trifólios e índice Spad. A adubação mineral apresentou resultados satisfatórios sobre o desenvolvimento vegetativo do feijão, considerando um solo de alta fertilidade. Agradecemos a FAPEMIG pelo apoio financeiro e ao incentivo a pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

ARAÚJO, F. F. et al. Fixação biológica de N<sub>2</sub> no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 29, n. 4, p. 535-540, 2007.

BÁRBARO, I. M. et al. **Técnica alternativa: co-inoculação com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento de produtividade da cultura da soja no Norte do Estado de São Paulo.** Informações Tecnológicas, Campinas, 2008. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br>. Acesso em: 21 set. 2009.

EMBRAPA- Agência de Informação EMBRAPA **Feijão**. 2007. Disponível em: Acessado em: 16 de outubro de 2011.

LANTMANN, A. F. **Nutrição e produtividade da soja com molibdênio e cobalto**. Brasília: Embrapa, 2002. (Coletânea Rumos e Debates). Disponível em: . Acesso em: 11 dez. 2011.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 p.

SILVA, F.A.S. **ASSISTAT: Versão 7.7 beta**. DEAG-CTRN-UFCG – Atualizado em 01 de abril de 2014.

## RELAÇÃO C/N E ESTOQUES DE C E N DA PALHADA DE AVEIA E BRAQUIÁRIA NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Nídia Raquel Costa<sup>1</sup>, Juliano Calos Calonego, Igor Vilela Cruz, Rodrigo César Sereia, Helen de Matos Prosdocini

Universidade Estadual Paulista, Pesquisadora, Botucatu - SP, [nidiarcosta@gmail.com](mailto:nidiarcosta@gmail.com).

**Palavras-chave:** sistema plantio direto; ciclagem de nutrientes; consórcio de culturas.

A adoção do sistema plantio direto (SPD) é altamente dependente da produção e manutenção de palhada sobre a superfície do solo (MACEDO, 2009). A utilização de culturas na entressafra objetivando a cobertura do solo e a ciclagem de nutrientes torna-se importante na diversificação da produção agrícola com sustentabilidade em sistemas de produção. Neste contexto, os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) atendem satisfatoriamente a estas necessidades. Os sistemas de ILP objetivam o aumento na produtividade de grãos, silagem, pastagem na entressafra, palhada para o SPD, e melhores resultados na agropecuária.

A palhada produzida nestes sistemas é importante para a ciclagem de nutrientes e melhoria dos atributos químicos do solo. A quantidade de nutrientes acumulados em plantas de cobertura depende da espécie, da fertilidade do solo, do estágio fenológico na dessecação, da quantidade de resíduos depositada sob a superfície do solo, da relação C/N e lignina/N total, da época de semeadura e clima (COSTA et al., 2014).

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar a relação C/N e estoques de carbono (C) e nitrogênio (N) pela palhada de aveia e braquiária, em sistema de ILP sob SPD, visando a terminação de cordeiros em semi-confinamento.

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à UNESP, Campus de Botucatu - SP na safra 2014/2015. O solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com 280, 90 e 630 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 4 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas modalidades de cultivo do milho para ensilagem no verão: milho em consórcio com braquiária (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) e milho em consórcio com braquiária e feijão-guandu cv. BRS Mandarim (*Cajanus cajan*). Esses dois tratamentos para produção de silagem no verão foram associados com mais dois tratamentos de inverno, ou seja, duas modalidades de semeadura de aveia-preta cv. EMBRAPA 29 (Garoa) (*Avena strigosa*), a lanço (manual) ou em linha (semeadora). Cada parcela foi constituída por 18 m de comprimento e 12,5 m de largura (225 m<sup>2</sup>). Portanto, os tratamentos foram: consórcio milho+braquiária; semeadura da aveia a lanço (MBAla); consórcio milho+braquiária; semeadura da aveia em linha (MBAli); consórcio milho+braquiária+guandu; semeadura da aveia a lanço (MBGAla) e consórcio milho+braquiária+guandu; semeadura da aveia em linha (MBGAli).

As culturas para produção de silagem foram semeadas simultaneamente em 16/12/2014, com semeadora-adubadora para SPD. No tratamento milho+braquiária foi utilizado o espaçamento de 0,45 m. No tratamento de milho+braquiária+feijão-guandu utilizou-se o espaçamento de 0,45 m e o feijão-guandu foi semeado nas entrelinhas do milho+braquiária. Aplicou-se 450 kg ha<sup>-1</sup> do adubo 08-28-16 na semeadura e em cobertura aplicou-se 150; 37,5 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O.

A colheita mecânica para ensilagem foi em 08/04/2015. No dia 22/04/2015 a aveia-preta foi sobressemeada: em linha (semeadora-adubadora para SPD) no espaçamento de 0,17 m; e a lanço (manualmente), incorporando as sementes ao solo com gradagem superficial leve. Durante o pastejo da aveia no inverno utilizou-se 60 cordeiros no método de pastejo de lotação rotacionada com taxa de lotação fixa.

Em novembro de 2015, coletou-se as plantas em 0,25 m<sup>2</sup> (quadrado de metal) em 3 pontos distintos nas parcelas. As amostras foram secas em estufa e moídas para determinação dos teores de C (TEDESCO et al., 1995) e N (MALAVOLTA et al., 1997) para cálculo da relação C/N. Os resultados foram extrapolados para kg ha<sup>-1</sup> para determinação dos estoques de C e N na palhada. As médias foram comparadas pelo teste t LSD ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o *software* SISVAR®.

Foram realizadas duas avaliações da relação C/N e estoques de C e N na palhada de aveia+braquiária, em dezembro de 2014 e dezembro de 2015. A presença de guandu no consórcio com milho e braquiária aumentaram os estoques de C e N nas avaliações realizadas na palhada (palha+aveia+braquiária).

O estoque de C total na palhada verificado nos tratamentos na área de consórcio triplo (milho+braquiária+guandu), foram superiores aos tratamentos em guandú, independentemente da modalidade de semeadura da aveia em ambos os anos. Em dezembro de 2014 verificou-se os valores de MBGAla = 1963,5 kg ha<sup>-1</sup>, MBGAl = 1800 kg ha<sup>-1</sup>, MBAla = 1360,4 kg ha<sup>-1</sup> e MBAl = 1115,2 kg ha<sup>-1</sup>. Em dezembro de 2015, obteve-se MBGAla = 1809 kg ha<sup>-1</sup>, MBGAl = 2014 kg ha<sup>-1</sup>, MBAla = 1145,4 kg ha<sup>-1</sup> e MBAl = 1372 kg ha<sup>-1</sup>.

O mesmo efeito foi verificado para o estoque total de N na palhada. Em dezembro de 2014 observou-se para MBGAla = 53,8 kg ha<sup>-1</sup>, MBGAl = 54,8 kg ha<sup>-1</sup>, MBAla = 34,1 kg ha<sup>-1</sup> e MBAl = 28,0 kg ha<sup>-1</sup>. Para dezembro de 2015, obteve-se MBGAla = 53,8 kg ha<sup>-1</sup>, MBGAl = 54,8 kg ha<sup>-1</sup>, MBAla = 28,0 kg ha<sup>-1</sup> e MBAl = 34,5 kg ha<sup>-1</sup>. Tal fato se deve, ao efeito na melhoria da qualidade do solo, além da fixação biológica de N atmosférico proporcionado pelo feijão-guandu.

Não verificou-se diferença significativa entre os tratamentos para a relação C/N da palhada. Os valores verificados em dezembro de 2014 foram MBAla = 79,0; MBAl = 62,8; MBGAla = 61,8 e MBGAl = 73,9. Em dezembro de 2015 os valores médios foram MBAla = 85,0; MBAl = 65,0; MBGAla = 65,0 e MBGAl = 82,0.

Os resíduos vegetais protegem a superfície do solo e podem promover a ciclagem de nutrientes para a cultura a ser implantada em sucessão, melhorando o sistema de cultivo como um todo, podendo até, em cultivos sucessivos no SPD, proporcionar economia com aplicação de fertilizantes. Para a caracterização de uma palhada de qualidade, além da quantidade de nutrientes existente nos resíduos vegetais, normalmente, avalia-se a durabilidade e o tempo de permanência desta sobre a superfície do solo. Essa medida, pode ser realizada pela determinação da relação C/N dos resíduos vegetais, onde o limite de 25 separa o fato de haver decomposição mais rápida abaixo deste limite.

O uso do feijão-guandu em consórcio triplo para produção de silagem no verão, possibilitou maiores estoques de C e N contidos na palhada dos resíduos culturais em sistemas de produção na ILP. As gramíneas utilizadas na presente pesquisa podem ser consideradas de grande potencial na manutenção da palha sobre o solo devido a sua alta relação C/N, o que retarda sua decomposição e aumenta a possibilidade de utilização em regiões tropicais.

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de bolsa de pós-doutorado à primeira autora e pelo apoio financeiro ao projeto (Processo nº 2014/21772-4).

## Referências

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M.; SANTOS, F. G.; PARIZ, C. M. Acúmulo de macronutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em razão da adubação nitrogenada durante e após o consórcio com a cultura do milho. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 38, p. 1223-1233, 2014.

MACEDO, M.C.M.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **R. Bras. Zootec.**, v.38, supl. especial, p.133-146, 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174 p.

## PERFIL LIPÍDICO DO ÓLEO DE SEMENTES DE AMENDOIM EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA

Athos Gabriel Gonçalves Nascimento<sup>1</sup>, Tatiane Melo de Lima<sup>2</sup>, Hildeu Ferreira da Assunção<sup>3</sup>,  
Luana Karolina Pena<sup>2</sup>, Adriane de Andrade Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia, Graduando do Curso de Agronomia, Uberlândia - MG, *athosgabriel@live.com*; <sup>2</sup>Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo; <sup>3</sup>Universidade Federal de Goiás - Campus Regional Jataí.

**Palavras-chave:** ácido oleico; ácido linoleico; *Arachis hypogaea*.

O amendoim é a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo (FAO, 2013). Seus grãos apresentam alto teor de óleo e proteína. É consumido na forma in natura ou em alimentos processados. Contudo, devido a grande quantidade de óleo nas sementes pode ocorrer a rancificação das sementes durante o período de armazenamento, o que reduz a “vida de prateleira” e qualidade do amendoim (LÓPEZ et al., 2001). O perfil lipídico do óleo tem influencia direta sobre a qualidade das sementes, maiores proporções de ácido oleico conferem as sementes menor suscetibilidade a rancificação, pois o ácido linoléico é poliinsaturado e menos estável do que o oleico que é monoinsaturado. A nutrição mineral das plantas afeta a composição das sementes, o aumento das doses de  $P_2O_5$  comumente faz subir o conteúdo de óleo. Para a adubação potássica este fato tem sido destacado: há um aumento no teor protéico do grão e uma diminuição no de óleo. Tem-se observado uma relação inversa entre os teores de óleo e de proteína na soja. Este fato pode ser entendido pela participação do K no processo de síntese protéica nas plantas (FAQUIN, 2005). Contudo, essa pesquisa se justifica pelo intento de determinar a influencia da adubação sobre a os teores desses ácidos graxos, testando a hipótese de que a adubação pode alterar a qualidade das sementes. Objetivou-se avaliar o teor de ácido oleico e linoleico das sementes de amendoim submetidas à adubação fosfatada e potássica em LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico de textura média na região Sudoeste de Goiás.

O estudo foi realizado no Município de Jataí, na área experimental da universidade Federal de Goiás – Regional Jataí. O ensaio foi implantado em LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico de textura média, no período de safra de 2012. O ensaio foi conduzido com cultivar BRS Havana, em delineamento de blocos casualizado (DBC), em arranjo fatorial de 4 x 3 com quatro repetições, ou seja, 12 tratamentos resultantes das combinações entre as doses: (0, 40, 80 e 120) kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ , na forma de superfosfato simples, e (0, 40 e 80) kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$ , na forma de cloreto potássio. Foi avaliado o teor ácido oleico e linoleico das sementes de amendoim. Cada amostra foi composta por 100 sementes, após a secagem e beneficiamento, com umidade corrigida para 10 %, de forma não destrutiva e com uso de um espectrômetro de ressonância magnética nuclear (RMN) H1 Oxford MQA 7005 (AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY, 2000). O conjunto de dados foi submetido à análise de variância e submetidas e regressão, a 5 % de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas pelo Sisvar (FERREIRA, 2003).

O teor de ácido oleico e linoleico foi influenciado pela adubação fosfatada. Não houve resposta à adubação potássica e interação entre potássio e fósforo. O aumento das doses de fósforo promoveu um decréscimo no teor de ácido oleico nas sementes de amendoim, essa resposta se ajustou ao um modelo linear:  $\hat{y} = 47,7509 - 0,0181x$  \*  $R^2 = 92,46$  %. O teor de ácido oleico passou de 47,9 % na dose

zero, para 45,5 % na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Em contrapartida, a adubação fosfatada aumentou o teor de ácido linoleico, sendo este comportamento ajustado a um modelo linear, a saber:  $\hat{y} = 28,77 + 0,0084x$  \*  $R^2 = 90,05$  %. Observa-se um acréscimo a uma taxa de 0,0084 % para o incremento de fósforo na adubação do amendoim. O teor de ácido linoleico variou de 28,63 % (dose zero) para 27,71 % (dose 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Contudo, a adubação fosfatada tem influencia sobre o perfil de ácidos graxos nas sementes de amendoim, e consequentemente sobre a qualidade das sementes. Com o aumento do teor de ácido linoleico o processo de rancificação é favorecido, pois existe uma forte correlação negativa entre os teores de ácido linoléico e a estabilidade do óleo de amendoim (LÓPEZ et al., 2001). De acordo com a redução na relação ácido oléico/linoléico (O/L) apresenta resultados negativos na qualidade do amendoim, em virtude do decréscimo na durabilidade do produto, e no valor nutricional (KNAUFT et al., 1993).

A adubação fosfatada na cultura do amendoim é uma prática imprescindível para a obtenção de alta produtividade em solos do Cerrado, que possuem baixa fertilidade natural e baixa disponibilidade desse nutriente. O fósforo é considerado o principal nutriente no que se refere à produtividade do amendoim (BOLONHEZI et al., 2005). Além disso, diversos autores afirmam o fósforo está relacionado ao aumento da qualidade fisiológica das sementes, e influencia positivamente o vigor das sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas. No entanto, baseado nos resultados obtidos nesse estudo verificou-se que o aumento da dose de fósforo reduz a qualidade dos grãos de amendoim quando sua destinação for o consumo in natura, pois reduz a relação ácido oleico/linoleico, o que favorece o processo de rancificação, e isto tem implicações sobre o armazenamento desses grãos.

Conclui-se que a adubação fosfatada promove a diminuição do ácido oleico e aumento linoleico nas sementes de amendoim. A adubação potássica não influencia o teor de ácido oleico e linoleico.

Agradecimentos: Agradecemos a FAPEMIG, pelo apoio financeiro e ao incentivo a pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the AOCS**. 5th ed. Champaign: AOCS, 2000.
- BOLONHEZI, D.; Pereira, J.C.V.N.A.; GODOY, I.J.; GENTILIN Jr, O; FREITAS, S.S. Manejo cultural do amendoim. In: **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina grande: Embrapa – CNPA, 2005, 451 p.
- FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005.183p.
- KNAUFT, D.A.; MOORE, K.M.; GORBET, D.W. Further studies on the inheritance of fatty acid composition in peanut. **Peanut Science**, v.20 p.74-76,, 1993.
- LÓPEZ, Y.; SMITH, O.D.; SENSEMAN, S.A.; ROONEY, W.L. Genetic factors influencing high oleic acid content in spanish market-type peanut cultivars. **Crop Science**, v.41 p.51-56, 2001.



## VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA COM INJEÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO SUÍNO E INIBIDOR DE NITRIFICAÇÃO

Andreia Patricia Andrade<sup>1</sup>, Luiz Paulo Rauber<sup>2</sup>, Walter Santos Borges Junior<sup>1</sup>, Ariane Andreola<sup>1</sup>,  
Alvaro Luiz Mafra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Professora, Lages - SC, *andreiapatricia74@yahoo.com.br*;

<sup>2</sup>Universidade do Oeste de Santa Catarina.

**Palavras-chave:** dicianodiamida; biofertilizante; emissão de  $\text{NH}_3$ .

Áreas dedicadas à suinocultura no Sul do Brasil encontram-se impactadas por aplicações de dejetos líquidos de suínos (DLS). Tecnologias para mitigar os efeitos poluidores tem sido avaliadas, onde a injeção de esterco no solo, é uma alternativa eficiente para reduzir a volatilização de  $\text{NH}_3$  (WEBB et al., 2014).

O inibidor da nitrificação dicianodiamida (DCD) vem sendo usado, para diminuir a lixiviação de  $\text{NO}_3^-$  (ZHANG et al., 2015), pois bloqueia a oxidação do  $\text{NH}_4^+$  para nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), mantendo o N na forma de  $\text{NH}_4^+$  no solo, o que pode reduzir as perdas de N por volatilização. Todavia, os poucos resultados existentes, são conflitantes, indicando aumento na volatilização de  $\text{NH}_3$ , ausência de efeito, e até mesmo redução na volatilização de  $\text{NH}_3$ .

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de DLS em dois modos de aplicação no solo, e o uso de inibidor de nitrificação sobre a volatilização de amônia em ambiente controlado, com condições variadas de textura e pH do solo.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sob delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $4 \times 2 \times 2 \times 2$ , sendo quatro fertilizantes: ureia, dejetos líquidos de suínos (DLS), DLS + inibidor de nitrificação (DCD) e testemunha, duas condições de pH (natural e corrigido), duas formas de aplicação dos fertilizantes (injetado e superfície) e em dois solos (argiloso e arenoso), ambos com três repetições. Os solos foram: Nitossolo, e Argissolo. Uma parte de cada solo teve o pH corrigido para pH 6,0. As unidades experimentais foram potes com capacidade para 700 ml, com 250 g de solo seco, mantidos com umidade referente a 60 % da capacidade de campo (CC) para o Argissolo e 70 % da CC para o Nitossolo. O DLS usado tinha massa seca de  $156 \text{ g kg}^{-1}$ ; NT;  $8,2 \text{ kg m}^{-3}$ ; N-amoniacoal:  $4,2 \text{ kg m}^{-3}$ ; N-nítrico:  $0,1 \text{ kg m}^{-3}$ ; pH: 6,6. A dose de DLS aplicada foi de  $21 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , baseada na recomendação de N de  $140 \text{ kg ha}^{-1}$ . Para o fertilizante mineral, utilizou-se a ureia convencional com 45 % de N. O inibidor de nitrificação utilizado foi a dicianodiamida (DCD) na dose de  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de princípio ativo. A injeção dos fertilizantes foi realizada em uma bandeja, misturando 250 g de solo com as fontes de N na forma líquida, com posterior adição ao pote. A aplicação superficial dos fertilizantes foi realizada com o auxílio de uma proveta de 50 ml com distribuição dos mesmos sobre o solo.

A captação da  $\text{NH}_3$  volatilizada do solo foi realizada em tubos falcon contendo 10 ml de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  0,5 N com glicerina (1 %) e duas fitas de papel-filtro imersos nesta solução com a finalidade de aumentar a superfície de contato da  $\text{NH}_3$  com o  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . As avaliações de  $\text{NH}_3$  foram realizadas diariamente do primeiro ao oitavo dia e no 11º e 14º dias após a aplicação dos fertilizantes, em aparelho semimicro Kjeldahl, com destilação de uma alíquota de 10 mL, adicionando-se 10 mL de NaOH 10 N em cada amostra.

A análise de variância foi efetuada pelo teste F e a comparação das médias dos tratamentos pelo



teste de Tukey a 5 %. Para a emissões de amônia acumulada e porcentagem de N perdido, comparou-se os fertilizantes e os modos de aplicação entre si, e cada fertilizante com o mesmo modo de aplicação com pH diferente, ambos, avaliando os solos separadamente.

Os maiores fluxos de volatilização de amônia foram observados no 3º dia após a aplicação dos fertilizantes nos dois solos. No pico de volatilização a adição de DLS diferiu-se dos demais tratamentos no Nitossolo, o que pode ser atribuída à elevada concentração inicial de N amoniacal adicionada no solo. No Argissolo não houve diferença entre os fertilizantes no 3º dia de avaliação, devido a estrutura do solo que favoreceram a lixiviação do  $\text{NH}_4^+$ .

O uso de inibidor de nitrificação aplicado junto com o DLS no Nitossolo apresentou emissão de  $\text{NH}_3$  inferior quando comparado ao DLS sem DCD no 3º dia, enquanto que no Argissolo, o inibidor não apresentou efeito.

Em relação ao modo de aplicação das fontes de N ao solo, a injeção mostrou menor emissão de  $\text{NH}_3$  em relação à aplicação superficial, no pico de volatilização, para o Nitossolo, devido a menor exposição do dejetos ao ar e favorecer a adsorção e retenção de N-amoniacal em partículas de solo (DELL et al., 2012). No Argissolo não houve diferença na volatilização de amônia entre os modos de aplicação observados no pico de emissão.

Quanto ao efeito da correção do pH houve efeito em ambos os solos, no 3º dia de avaliação, onde a condição de pH corrigido teve maior emissões no pico de volatilização. A ausência de sítios ácidos ( $\text{H}^+$ ) impede que o gás amônia retorne a forma de N mineral ( $\text{NH}_4^+$ ), o que contribui para intensificar as emissões de  $\text{NH}_3$ .

A injeção dos fertilizantes reduziu a emissão acumulada de amônia nos dois solos. O uso do inibidor de nitrificação não influenciou a volatilização de amônia em ambos os solos. A maior porcentagem de nitrogênio perdido por volatilização de amônia ocorreu na aplicação superficial sob condição de pH corrigido no Nitossolo.

## Referências

- DELL, C.J.; KLEINMAN, P.J.; SCHMIDT, J.P.; BEEGLE, D.B. Low-disturbance manure incorporation effects on ammonia and nitrate loss. **Journal Environmental Quality**, v. 41, p. 928-937, 2012.
- WEBB, J.; THORMAN, R.E.; FERNANDA-ALLER, M.; JACKSON, D.R. Emission factors for ammonia and nitrous oxide emissions following immediate manure incorporation on two contrasting soil types. **Atmospheric Environment**, v. 82, p. 280-287, 2014.
- ZHANG, M.; FAN, C.H.; LI, Q.L.; LI, B.; ZHU, Y.Y. & XIONG, Z.Q. A 2 year field assessment of the effects of chemical and biological nitrification inhibitors on nitrous oxide emissions and nitrogen use efficiency in an intensively managed vegetable cropping system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 201, p. 43-50, 2015.

## CRESCIMENTO DE MUDAS DE JABUTICABEIRA EM DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATO E COBERTURA MORTA

Maura Colombo, Lucas Daniel Perin, Maiara Haskell, Américo Wagner Júnior, Paulo Cesar Conceição

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Mestranda, Dois Vizinhos - PR,  
*maura\_colombo25@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** mini-estacas; jabuticaba; cama-de-aves.

A jabuticabeira [*Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel] é uma espécie nativa com grande potencial de uso comercial, sendo originária no Sul do Brasil e pertencente à família Myrtaceae. Esta fruteira pode ser propagada por métodos sexuado ou assexuado, sendo para este último, o uso da mini-estaquia é a técnica com resultados mais satisfatórios (HOSSEL, 2016).

Mudas provindas desta técnica, além de garantir a manutenção das características da planta matriz, podem apresentar redução do período juvenil, que para essa espécie tem vantagem, pois quando oriunda de sementes a juvenilidade varia de 10 a 15 anos (CASSOL et al., 2015). Todavia, após a rizogênese, as mudas devem possuir condições adequadas para o seu crescimento, tendo como um dos fatores essenciais o substrato, recipiente utilizado e regime hídrico.

A partir da produção de mudas por meio de estacas, torna-se necessário avaliar o crescimento das mesmas em diferentes condições, sejam elas de substrato ambiente, recipiente e até mesmo regime hídrico.

Neste contexto, o substrato tem fundamental importância, pois sua função é de sustentar as plantas durante o enraizamento e ser fonte de nutrientes. O uso de substratos alternativos para a produção de mudas de jabuticabeira oriundas de sementes já foi estudado por Sasso et al. (2008), faltando informações sobre o efeito dos mesmos sobre o crescimento das mudas oriundas da propagação vegetativa por mini-estaquia.

Além disso, o regime hídrico influencia para maior ou menor capacidade de crescimento, sendo o ideal atender a necessidade da muda, o que nem sempre pode ser possível, pelas diferenças diárias que ocorrem. Buscando-se melhorar estas condições pode-se fazer o uso de cobertura morta, uma vez que se observa diminuição da perda de água do solo por excesso de evaporação e redução na amplitude térmica quando são utilizadas coberturas de solo.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da adição de composto de cama de aviário na formação do substrato e do uso de cobertura morta sobre o crescimento de mudas de jabuticabeiras, provindas de mini-estacas em condições de casa de vegetação.

O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus de Dois Vizinhos; na Unidade de Ensino e Pesquisa (UNEPE) de Viveiro de Produção de Mudas Hortícolas, no período de agosto a dezembro.

Foram utilizadas mudas de jabuticabeira *Plinia cauliflora*, conhecida como “jabuticabeira híbrida”, provindas da técnica da mini-estaquia. As mudas, no momento da implantação do experimento, apresentavam-se com nove meses de idade, sendo então transplantadas para vasos com volume de 20 litros, preenchidos com substrato.

A mistura de Latossolo e areia foi utilizada como substrato base, sendo incorporado a este as diferentes proporções de mistura com composto de cama de aviário, segundo recomendado por

SOUZA et al. (2009), para a espécie de jabuticabeira, formando. Formaram-se então cinco misturas com as seguintes proporções: a) substrato base com Latossolo + areia (2:1 v/v) – T1; b) cama de aviário + Latossolo + areia (0,5:2:1 v/v/v) – T2; c) cama de aviário + Latossolo + areia (1:2:1v/v/v) – T3; d) cama de aviário + Latossolo + areia (1,5:2:1 v/v/v) – T4; e) cama de aviário + Latossolo + areia (2:2:1 v/v/v – T5).

Os vasos foram acondicionados em casa de vegetação com ambiente controlado ( $T^{\circ}\text{C}$  de  $25^{\circ}\text{C}$  e UR próximo a 80 %). Para avaliar o crescimento das plantas foram mensurados quinzenalmente; diâmetro de colo; altura de planta e diâmetro de copa.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $5 \times 2$  (substrato x presença ou ausência de cobertura morta), com quatro repetições, de uma planta cada. Os dados foram submetidos a teste de normalidade de Lilliefors, análise de variância e teste de comparação de médias de Tukey a 5 % de probabilidade.

O uso de cobertura morta não influenciou significativamente nas variáveis de crescimento avaliadas. Porém, Carvalho (2003) afirmou que o uso desta pode diminuir o consumo de água, pela diminuição na evapotranspiração (CARVALHO et al., 2003). O fato de que as mudas não sofreram restrição hídrica, uma vez que as irrigações foram realizadas diariamente, pode ter contribuído para neutralizar o efeito do uso de cobertura morta nas variáveis de crescimento das plantas.

Os substratos apresentaram influência significativas para as variáveis analisadas. No diâmetro de colo, o tratamento T1 (3,5 cm), com ausência de composto de cama de aves, se diferenciou do T5 (1,9 cm), tratamento com maior dose de composto. Dessa forma, verificou-se que a quantidade de composto limitou o crescimento em diâmetro de colo das plantas. Contudo, nos demais tratamentos tal comportamento não foi repetido, pois as médias não diferiram estatisticamente entre si.

Para a variável altura, os tratamentos T1 e T2 (x13,8 cm) foram superiores aos tratamentos T4 (10,9 cm) e T5 (9,3 cm), e se igualaram ao T3 (11,8 cm). Com o aumento da dose de composto houve limitação do crescimento das plantas.

Para a variável diâmetro de copa, o T1 (176 cm) se diferenciou do T3, T4 e T5 (x 52,1 cm), e se igualou ao T2 (131,7 cm), o que reforça o problema das maiores doses de composto utilizadas.

O que pode justificar a limitação no crescimento das plantas é proporção de composto utilizada. Segundo Carvalho et al. (2004), para a produção de mudas de Abieiro o que é considerado como ideal para adição de cama de aves fica entre 10 e 30 % do volume utilizado. Para o caso do T3, T4 e T5, o composto ultrapassou 50 % da composição do substrato.

Segundo Gianello e Ernani (1983), os danos causados às plantas em função do uso de altas doses de material orgânico, podem estar associados à diminuição no suprimento de oxigênio, estresse hídrico, presença de quantidades de nitrato e de sais, principalmente os de potássio.

Concluiu-se que a utilização de cobertura morta, em sistemas que não apresentam restrições hídricas, não surte efeito para o crescimento das mudas de jabuticabeira. Quanto as formulações do substrato, o máximo recomendado para este caso é a proporção de 16,6 % de composto, representado pelo tratamento T2. Contudo, pode-se utilizar somente a formulação sem o composto (T1), uma vez que este não se diferenciou do T2.

## REFERÊNCIAS

CASSOL, D. A. et al. Embalagem, época e ácido indolbutírico na propagação de jabuticabeira por alporquia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 267-272, 2015.

SASSO, S. A.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jaboticabeira por enxertia e alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 571-576, 2008.

SOUZA, H. A. et al. Adubação nitrogenada e fosfatada no desenvolvimento de mudas de uvaia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 99-103, 2009.

GIANELLO, C.; ERNANI, P.R. Produção de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frangos, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, p. 285-290, 1983.

CARVALHO, J. E. U. et al. **Efeito de Doses Percentuais de Cama de Frango na Produção de Mudas de Abieiro**. EMBRAPA, Comunicado Técnico nº 90, Belém, p. 4, 2004.

CARVALHO, D. F. et al. Efeito da cobertura morta e do preparo do terreno nas perdas de solo e água em um Argissolo vermelho-amarelo. **Engenharia na Agricultura**, v.11, p.15-22, 2003.

## PRODUTIVIDADE DA CANA ADUBADA COM ORGANOMINERAIS DE BIODISSÓLIDO E BIOESTIMULANTE EM SOLO FÉRTIL

Mateus Ferreira, Israel Mendes Sousa, Felipe Garcia de Menezes, Emmerson Rodrigues de Moraes, Rodrigo Vieira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos, Graduando, Itumbiara - GO, [mateus\\_tvf@hotmail.com](mailto:mateus_tvf@hotmail.com).

**Palavras-chave:** lodo de esgoto; Stimulate®; *Saccharum* spp.

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) continua em expansão no Brasil. Isto deve-se a incentivos governamentais e por se tratar de matéria prima de uma gama de produtos. Dentre eles estão o açúcar e etanol como principais e para a alimentação de animais em épocas de escassez de alimentos. Assim, mundialmente o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar com 9,07 milhões de hectares (CONAB, 2016).

É necessário o aprimoramento dos estudos sobre o uso de fertilizante organominerais. Estes originam-se da mistura do fertilizante orgânico e mineral. Dessa forma, pode-se gerar economia, sustentabilidade e demonstrar maior eficiência em relação a fertilizantes convencionais em adubações (FERNANDES et al., 2015). Rigo et al. (2014) discutem a utilização de lodo de esgoto ou biodissólido como fonte de fertilizante orgânico na agricultura, atividades florestais e na recuperação de solos degradados. O lodo de esgoto é um resíduo sólido resultante do processo de tratamento físico e químico de estação de tratamento de esgoto urbano.

Para auxiliar o incremento de produtividade, utiliza-se bioestimulantes que podem ser substâncias orgânicas ou sintéticas, derivadas de misturas de dois ou mais biorreguladores vegetais ou de vitaminas, aminoácidos e nutrientes (SILVA et al., 2010).

O objetivo da pesquisa foi avaliar a produtividade da cana-de-açúcar, fertilizada com fertilizante mineral e organomineral de lodo de esgoto associados à bioestimulante em solo fértil.

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, localizado nas coordenadas 17° 48' 33,7" S e 49° 12' 19,9" W. O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, de textura média. Foi feita uma fosfatagem a lanço com 800 kg ha<sup>-1</sup> de termofosfato yorim (16 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 18 % Ca; 7 % Mg; 0,10 % B; 0,05 % Cu; 0,30 % Mn; 10 % Si; 0,55 % Zn). Foi cultivada e incorporada a *Crotalaria juncea* na área experimental antes da implantação do experimento. O mesmo foi implantado em Junho de 2015, utilizando a cultivar RB 92579.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5 x 2 +1 sendo cinco tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As unidades experimentais constituíram de 9 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. A área total de cada parcela foi de 90 m<sup>2</sup>. A área útil foi considerado quatro linhas centrais. A recomendação de adubação de plantio e cobertura foram atendidas utilizando-se as fontes mineral e organomineral oriundo do lodo de esgoto. Foi utilizado o bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 L ha<sup>-1</sup>) e volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> sobre o tolete no sulco de plantio. A recomendação de adubação de plantio foi de 470 kg ha<sup>-1</sup> formulado 04-21-07 e 400 kg ha<sup>-1</sup> do 10-00-40 + 0,3 % de B aos 150 dias após plantio (DAP). As combinações dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação de plantio e cobertura,

consistindo: 100 % com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Com e Sem Bioestimulante) da fonte organomineral de lodo de esgoto.

Foi avaliado a produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ) no momento da colheita aos 370 DAP. A colheita foi realizada manualmente cortando-se 8,0 m da parcela sendo 2,0 m em cada linha útil. O feixe de cana foi pesado com dinamômetro de pesagem marca Técnica mod. D-5000 e capacidade de pesagem 2000 kg x 200 g.

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F, a 5 % de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A produtividade da cana-de-açúcar com uso de bioestimulante foi diferente quando comparado a ausência do composto hormonal. Os percentuais do organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral não diferiram.

A adubação mineral com 100 % da recomendação de adubação promoveu uma produtividade de  $120,2 \text{ t ha}^{-1}$ . A fonte organomineral variou a produtividade de  $113,3 \text{ t ha}^{-1}$  na ausência de fertilizante sem bioestimulante a  $143,5 \text{ t ha}^{-1}$  com 120 % da recomendação com bioestimulante. Teixeira et al. estudando a eficiência de fertilizantes organominerais não encontraram diferenças para doses de  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  da fonte mineral e 120 e  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  para a fonte organomineral. Miranda et al. (2014) estudando diferentes fontes de adubação obtiveram maiores produtividades de toneladas de cana por hectare (TCH) quando utilizado fertilizantes minerais convencionais.

O uso de bioestimulante incrementou 10,9 % a produtividade. Sem bioestimulante a produtividade foi de  $147,3 \text{ t ha}^{-1}$ . Utilizando o composto hormonal foi de  $163,3 \text{ t ha}^{-1}$  em área de primeiro ano e solo fértil. Silva et al. (2010) também verificaram o aumento de produtividade com o uso do Stimulate®. A utilização de bioestimulante na cultura da cana em um solo de elevada fertilidade contribuiu para o maior desenvolvimento da planta. Certamente o maior desenvolvimento celular e crescimento do sistema radicular (SILVA et al., 2010) possibilitou aumento da exploração do solo. Com o solo fértil as respostas da planta foram diferenciadas no aumento de produtividade.

O Stimulate® promove aumento da produtividade da cana-de-açúcar. O organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral são indiferentes. Os diferentes percentuais de adubação de plantio e cobertura não promovem incrementos na produtividade da cana-de-açúcar em área de primeiro ano e solo fértil.

## Referências

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira. Cana-de-açúcar**. Primeiro levantamento. Brasília: Conab, V3, safra 2016/17, n 1, 2016. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_18\\_14\\_27\\_15\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_1o\\_lev\\_-\\_16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_18_14_27_15_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_16.pdf). Acesso em: 17 de ago. 2016.

FERNADES, D. M.; et al. Phosphorus in soil solution in response to the application of mineral and organomineral fluid fertilizers. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, 20 anos **Irriga** + 50 anos FCA, p. 14-27, 2015. Doi: 10.15809/irriga.2015v1n1p14

MIRANDA, J. M.; RIGONI, M.V.; SILVEIRA, F.T. Association of crotalaria as green manures and mineral in productivity of sugar cane. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 948-953, 2011.

RIGO, M. M. et al. Destination and reuse in agriculture of sewage sludge derived from the treatment of domestic wastewater in Brazil. **Gaia Scientia**, v.8 n.1 p.174-186, 2014.

SILVA, M de A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. Productivity and technological quality of sugarcane ratoon subject to the application of plant growth regulator and liquid fertilizers. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v.40 n.4, 2010.

TEIXEIRA, W. G.; SOUZA, R. T. X. de; KORNDÖRFER, G. H. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Biosci. J.**, Uberlândia, v.30 n.6 p.1729-1736, 2014.



## UTILIZAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO SUÍNO NA PRODUÇÃO DE MILHO EM ALTA DENSIDADE

Diego Fernando Roters, Gustavo Ferreira de Oliveira, Caroline Perez Lacerda, Wagner Sacomori, Walter Santos Borges Junior

Universidade do Estado de Santa Catarina, Doutorado, LAGES - SC, *diegoroters@yahoo.com.br*.

**Palavras-chave:** dejetos líquido suíno; milho; adubação mineral.

O setor suinícola detém grande importância econômica e social no cenário agrícola brasileiro. Este setor agropecuário se destaca no sul do Brasil com concentração de 44 % do rebanho nacional e 61 % do alojamento tecnificado de matrizes. A produtividade da suinocultura brasileira é variável, dependendo da região e do tipo de produção, alcançando, um desfrute de 170 % no estado de Santa Catarina, comparável ao obtido por alguns dos países produtores com maiores índices produtivos (EMBRAPA, 2006).

O modelo de criação de suínos em Santa Catarina gera expressivo volume de dejetos líquido com grande potencial poluidor de mananciais e contaminação do solo. Ao mesmo tempo o valor sócio econômico que esta atividade gera para o estado faz com que se torne um potencial seguro de receita financeira. A busca de alternativas para esta atividade motivou a formação de equipes de pesquisa para avaliar a melhor forma de destinar estes dejetos, conciliando rendimento da cultura com sustentabilidade do ambiente.

A cultura do milho apresenta incremento de produtividade com aumento das fertilizações nitrogenadas e o DLS possui este potencial. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de milho, sob diferentes formas de aplicação de dejetos líquido suíno (DLS) e fertilizante mineral (NPK) e comparar com a ausência destas aplicações.

O experimento foi conduzido na safra 2015/2016 na área experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (UDESC/CAV), no município de Lages. O solo do experimento é um CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2012), manejado sob semeadura direta desde o ano de 2011. Os tratamentos constituíram um fatorial de 2 x 3, sendo dois métodos de aplicação, superficial e incorporado, combinado com três fertilizações, compostas de controle, sem fertilizante; fertilizante mineral (NPK); e DLS, compreendeu nas doses de 130, 185 e 70 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente e o DLS a dose 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, fixada para fornecer 120 kg ha<sup>-1</sup> de N total, com uma densidade de plantas de 117.000 de milho. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com quatro repetições de parcelas com área de 40 m<sup>2</sup> (8 m x 5 m).

As doses de nutrientes foram definidas visando o rendimento de 8,0 Mg ha<sup>-1</sup>, conforme recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC (2004).

O DLS foi obtido a partir de uma granja de produção de leitões, sendo que foi utilizado, ½ dos dejetos oriundos de um biodigestor e ½ oriundo de uma lagoa que recebe o efluente proveniente do biodigestor.

Nos tratamentos com aplicação dos dejetos na superfície do solo, a distribuição foi feita manualmente, com auxílio de regadores, com capacidade de 10 L. Já os tratamentos com NPK foram aplicados manualmente, a lanço quando em superfície e em linha quando injetado, sendo neste caso distribuídos dentro do sulco aberto pelo mesmo equipamento utilizado na injeção do DLS.

Após a colheita, avaliou-se a produtividade mediante amostragem de 20 plantas por parcela na fase de maturação fisiológica, através das seguintes variáveis (componentes de rendimento): i) Comprimento de espiga: através da distância entre o primeiro e o último grão da linha mais longa, medida com um paquímetro manual; ii) Número de grãos por espiga (NGEsp): foi determinado pela equação (2), a determinação de umidade foi recomendado segundo Tedesco (1995).

Os resultados obtidos foram submetidos a comparação de médias pelo teste Tukey a 5 % de significância ( $P < 0,05$ ).

A fertilização aumentou o rendimento de milho em relação ao controle, independentemente da fonte ter sido orgânica (DLS) ou mineral (NPK) em comparação a ausência de fertilização. O rendimento de grãos da cultura do milho variou de 4,0 a 8,8 Mg ha<sup>-1</sup>. O resultado indicou que para o nível de produtividade encontrado no experimento, o DLS e NPK forneceram quantidades semelhantes de nutrientes. Os valores de grãos por espiga variaram de 116,95 a 238,25 por unidade, apresentando diferença significativa entre NPK e DLS em relação ao controle. Entretanto, os resultados não diferiram entre as formas de aplicação dos fertilizantes (NPK e DLS).

A alta densidade de plantas obtida no experimento pode ter influenciado diretamente nas variáveis testadas, principalmente em relação ao número de grãos por espiga (ALVES et al., 2012) os quais avaliaram a alta densidade de plantas, e acarretou na redução de massa de grãos por espigas, que foi maior nos tratamentos fertilizados em relação ao tratamento testemunha.

A ausência de diferença observada entre os tratamentos e a testemunha com relação ao peso de mil grãos, pode ser também explicada em parte pela interferência de efeitos residuais de adubações anteriores, pelo fato que está área foi utilizada por muitos anos para lavoura.

Durante a condução do experimento, houve período com restrição hídrica no ano de 2015, que pode ter afetado a produtividade da cultura, dificultando a expressão de diferenças maiores em relação ao potencial da cultura entre os tratamentos estudados.

O experimento durante o inverno é cultivado com aveia branca (*Avena strigosa*), não ocorrendo qualquer tipo de adubação, servindo como cobertura de solo para o cultivo de verão.

Os maiores valores encontrados, foram na aplicação DLS em relação a testemunha e aplicação de NPK, porém estatisticamente não ocorreram diferenças significativas. O dejetos líquido de suíno apresenta eficiência equivalente ao fertilizante mineral. A incorporação dos fertilizantes no sulco aumenta o rendimento em relação à aplicação superficial, demonstrando que o DLS possui eficiência na produção de grãos de milho em relação a adubação mineral.

## Referências

- ALVES, J.O. et al. Síntese de nanomateriais de carbono a partir do resíduo de milho (DDGS). **Química Nova**, v. 35, n. 8, p. 1534-1537, 2012.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC – CQFS – RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBRS-Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.
- EMBRAPA - **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013. <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php/>. Acesso em: 09/07/2016.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).



## BIOMETRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR ADUBADA COM ORGANOMINERAIS DE BIOSSÓLIDO E BIOESTIMULANTE EM SOLO FÉRTIL

Felipe Garcia de Menezes, Israel Mendes Sousa, Mateus Ferreira, Emmerson Rodrigues de Moraes, Rodrigo Vieira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos, Estudante, Pontalina - GO, [felipegm\\_pnn@hotmail.com](mailto:felipegm_pnn@hotmail.com).

**Palavras-chave:** lodo de esgoto; Stimulate®; *Saccharum* spp.

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) continua em expansão no Brasil. Isto deve-se a incentivos governamentais e por se tratar de matéria prima de uma gama de produtos. Dentre eles estão o açúcar e etanol como principais e para a alimentação de animais em épocas de escassez de alimentos. Assim, mundialmente o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar com 9,07 milhões de hectares (CONAB, 2016).

É necessário o aprimoramento dos estudos sobre o uso de fertilizante organominerais. Estes originam-se da mistura do fertilizante orgânico e mineral. Dessa forma, pode-se gerar economia, sustentabilidade e demonstrar maior eficiência em relação a fertilizantes convencionais em adubações (FERNANDES et al., 2015). Rigo et al. (2014) discutem a utilização de lodo de esgoto ou biossólido como fonte de fertilizante orgânico na agricultura, atividades florestais e na recuperação de solos degradados. O lodo de esgoto é um resíduo sólido resultante do processo de tratamento físico e químico de estação de tratamento de esgoto urbano.

Para auxiliar o incremento de produtividade, utiliza-se bioestimulantes que podem ser substâncias orgânicas ou sintéticas, derivadas de misturas de dois ou mais biorreguladores vegetais ou de vitaminas, aminoácidos e nutrientes (SILVA et al., 2010).

Com isso, o objetivo da pesquisa foi avaliar o perfilhamento, diâmetro e a altura de plantas da cana-de-açúcar, fertilizada com fertilizante mineral e organomineral de lodo de esgoto associados à bioestimulante em solo fértil.

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, localizado nas coordenadas 17° 48' 33,7" S e 49° 12' 19,9" W. O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, de textura média. Foi feita uma fosfatagem a lanço com 800 kg ha<sup>-1</sup> de termofosfato yorim (16 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 18 % Ca; 7 % Mg; 0,10 % B; 0,05 % Cu; 0,30 % Mn; 10 % Si; 0,55 % Zn). Foi cultivada e incorporada a *Crotalaria juncea* na área experimental antes da implantação do experimento. O mesmo foi implantado em Junho de 2015, utilizando a cultivar RB 92 579.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5 x 2 +1 sendo cinco tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As unidades experimentais constituíram de 9 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. A área total de cada parcela foi de 90 m<sup>2</sup>. A área útil foi considerado quatro linhas centrais da cultura e desprezando 1,0 m em cada extremidade. A recomendação de adubação de plantio e cobertura foram atendidas utilizando-se as fontes mineral e organomineral oriundo do lodo de esgoto. Foi utilizado o bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 L ha<sup>-1</sup>) e volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> sobre o tolete no sulco de plantio. A

recomendação de adubação de plantio foi de 470 kg ha<sup>-1</sup> formulado 04-21-07 e 400 kg ha<sup>-1</sup> do 10-00-40 + 0,3 % de B aos 150 dias após plantio (DAP). As combinações dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação de plantio e cobertura, consistindo: 100 % com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Com e Sem Bioestimulante) da fonte organomineral de lodo de esgoto.

Foram avaliados o perfilhamento, diâmetro de colmo e altura das plantas no momento da colheita aos 370 DAP. O perfilhamento foi avaliado através de contagem em oito metros centrais das quatro linhas úteis. O diâmetro foi avaliado com paquímetro digital na altura do terceiro colmo ascendente sempre na posição perpendicular das gemas. A altura de plantas foi aferida através de uma fita métrica da base da planta à extremidade da folha mais alta. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F, a 5 % de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Os percentuais do organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral não diferiram. As variáveis perfilhamento, diâmetro do colmo e altura de plantas não foram incrementadas.

A adubação mineral com 100 % da recomendação de adubação promoveu um perfilhamento de 11,84 colmos m<sup>-1</sup>. A fonte organomineral variou de 11,40 colmos m<sup>-1</sup> com o uso de bioestimulante com 100 % da recomendação e 12,10 colmos m<sup>-1</sup> ao usar o bioestimulante com 120 %. Por ocasião da alta fertilidade do solo o mesmo forneceu a demanda básica da planta para o surgimento de perfilhos, diâmetro e altura das plantas. Pasuch et al. (2012) estudando a influência de adubação fosfatada no perfilhamento não encontraram diferenças.

O diâmetro de colmos foi de 29,8 mm com a fonte 100 % mineral. Fertilizada com organomineral o diâmetro variou de 27,7 mm na ausência de fertilizante sem bioestimulante e 30,6 mm com 120 % da recomendação com bioestimulante. Miranda et al. (2011) estudando associação da crotalaria com adubação orgânica e mineral na cana obtiveram diâmetros variando de 25,1 a 28,3 mm.

A adubação mineral com 100 % da recomendação de adubação promoveu uma altura de plantas de 2,45 m. A fonte organomineral variou a altura das plantas de 2,19 m com 120 % da recomendação e 2,50 m com 80 %, ambas sem bioestimulante. Silva et al. (2010) verificaram o aumento de perfilhamento, diâmetro de colmo e altura de plantas com o uso do Stimulate®.

O Stimulate® não promove aumento do perfilhamento, diâmetro e altura de plantas de cana-de-açúcar. O organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral são indiferentes. Os diferentes percentuais de adubação de plantio não promovem incrementos no perfilhamento, diâmetro e altura das plantas de cana-de-açúcar em área de primeiro ano e solo fértil.

## Referências

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira. Cana-de-açúcar**. Primeiro levantamento. Brasília: Conab, V3, safra 2016/17, n 1, 2016. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_18\\_14\\_27\\_15\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_1o\\_lev\\_-\\_16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_18_14_27_15_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_16.pdf). Acesso em: 17 de ago. 2016.

FERNADES, D. M.; et al. Phosphorus in soil solution in response to the application of mineral and organomineral fluid fertilizers. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, 20 anos Irriga + 50 anos FCA, p. 14-27, 2015. Doi: 10.15809/irriga.2015v1n1p14

MIRANDA, J. M.; RIGONI, M.V.; SILVEIRA, F.T. Association of crotalaria as green manures and mineral in productivity of sugar cane. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 948-953, 2011.

PASUCH, B. D. et al. Desenvolvimento, produtividade e composição bromatológica da primeira soqueira da cana-de-açúcar em função de fontes de fósforo. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 4, p. 263-270, 2012.

RIGO, M. M. et al. Destination and reuse in agriculture of sewage sludge derived from the treatment of domestic wastewater in Brazil. **Gaia Scientia**, v.8 n.1 p.174-186, 2014.

SILVA, M de A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. Productivity and technological quality of sugarcane ratoon subject to the application of plant growth regulator and liquid fertilizers. **Cienc. Rural** v. 40, n. 4, Santa Maria, 2010.

## BROTAÇÕES E ENRAIZAMENTO DA PIMENTEIRA-DO-REINO SOB DOSES DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA

João Antonio Dutra Giles, André Lucas Siqueira, Joice Paraguassú Rodrigues, Rodrigo Sobreira Alexandre

Universidade Federal do Espírito Santo, Mestrando, São Mateus - ES, joao\_antonioldg@hotmail.com.

**Palavras-chave:** *Piper nigrum*; nutrição mineral; basacote.

A pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.), também conhecida como pimenta-da-Índia, é uma planta de hábito trepador de origem indiana, sendo seu fruto um dos condimentos alimentares mais valorizados do mundo, possibilitando que a atividade desenvolvida pelos pipericultores seja altamente rentável. O cultivo da pimenteira-do-reino apesar de promissor, tem sido dificultado por alguns fatores, entre eles a ocorrência de doenças, que diminuem significativamente a produtividade e a vida útil das lavouras. Uma das principais prevenções a este, e outros problemas é a produção e plantio de mudas com boa qualidade nutricional e fitossanitária, para isso é essencial o uso de material propagativo sadio, e substrato isento de propágulos de doenças, a exemplo o substrato comercial. Porém, devido suas características físicas e químicas, a utilização deste exige frequente aplicação de nutrientes, podendo tal fato onerar o processo. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes doses de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de pimenteira-do-reino cv. Bragantina, cultivadas em substrato comercial.

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação na Fazenda Experimental do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). As estacas utilizadas foram provenientes de ramos herbáceos ortotrópicos de plantas adultas da cv. Bragantina, cultivadas a campo, que após serem coletados tiveram as folhas fracionadas em dois terços de seu tamanho, e seus nós individualizados, realizando-se um corte em forma de bisel na base de cada estaca. Essas tiveram suas bases tratadas com ácido indol-3-butírico (AIB) na concentração de 4.000 mg kg<sup>-1</sup> (SECUNDINO et al., 2014), e foram plantadas no substrato Bioplant® fertilizado em diferentes níveis com Basacote® 13-06-16 Mini (3M) constituindo os cinco tratamentos (0; 2; 4; 6 e 8 kg m<sup>-3</sup>). Esse substrato estava distribuído em bandejas de polietileno com capacidade de seis litros distribuídos em 32 células. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, sendo as parcelas dispostas em cinco tratamentos, com quatro repetições de 16 cada. As estacas foram cultivadas por aproximadamente quatro meses, e após este período foram avaliadas as características: brotação (%; estacas que emitiram brotações); massa seca de broto (g); volume de raízes (mL). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias analisadas por regressão. Utilizou-se os recursos do *software* Genes (CRUZ, 2013).

De acordo com a análise de variância, foram detectadas diferenças significativas pelo teste F a 1 % de probabilidade, entre os tratamentos para todas as características avaliadas. Os dados de brotação (%) foram ajustados ao modelo quadrático de regressão ( $\hat{y} = 14,306 + 12,907x - 0,8997x^2$ ;  $R^2 = 0,9962^{**}$ ) e o ponto de máxima foi com 7,17 kg m<sup>-3</sup> de Basacote® o que resultou em média de 60,60 %, que ocasionou acréscimo de 321,54 % em relação à testemunha. O mesmo foi feito para a massa seca de brotos ( $\hat{y} = 0,2232 + 0,1663x - 0,0104x^2$ ;  $R^2 = 0,9556^*$ ), com ponto de máximo atingido com a dose de 7,99 kg m<sup>-3</sup> de Basacote® o que resultou em média de 0,89 g, correspondendo a 384,45 % de acréscimo. Os dados de volume de raiz (mL) foram ajustados ao modelo linear de regressão

( $\hat{y} = 0,8417 + 0,1049x$ ;  $R^2 = 0,7844^*$ ), apresentando comportamento linear crescente em relação às doses de Basacote® estudadas até  $8 \text{ kg m}^{-3}$  (1,68 mL), sendo o maior valor 114,29 % superior ao obtido nas estacas cultivadas em substrato não fertilizado, indicando alto incremento no diâmetro das raízes e/ou números de ramificações. O volume do sistema radicular é uma das características de maior importância tanto na fase inicial da cultura, quanto no seu estabelecimento em campo, pois esta se relaciona diretamente com a capacidade que a planta tem em explorar o substrato/solo, e correlaciona-se fortemente com a qualidade da parte aérea. Estes resultados evidenciam a importância da adubação química NPK no processo de propagação da espécie, indicando que mudas com bom desenvolvimento do sistema radicular e das brotações podem ser obtidas com doses próximas a  $8 \text{ kg}$  de Basacote® 13-06-16 Mini por  $\text{m}^{-3}$  de substrato.

## Referências

CRUZ, C. D. Genes: a *software* package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

SECUNDINO, W.; ALEXANDRE, R. S.; SCHMILDT, E. R.; SCHMILDT, O.; MAGEVSKI, G. C.; MARTINS, J. P. R. Rhizogenic behavior of black pepper cultivars to indole-3-butyric acid. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 36, n. 3, p. 355-364, 2014.

## RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO NO VIGÉSIMO ANO COM APLICAÇÃO CONTINUADA DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS

Júlio César Ramos, Evandro Spagnollo, Ivan Tadeu Baldissera, Eloi Erhard Scherer,  
Leandro do Prado Wildner

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Pesquisador, Chapecó - SC,  
[julioramos@epagri.sc.gov.br](mailto:julioramos@epagri.sc.gov.br)

**Palavras-chave:** adubação orgânica; plantio direto; nitrogênio.

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas destinadas à alimentação humana e animal devido à sua composição química e alto valor nutritivo. Em Santa Catarina, devido à grande demanda da cadeia agroindustrial, em 2015 o déficit deste cereal chegou a 2,5 milhões de toneladas (CEPA, 2016). Paralelo a isso, a região Oeste do Estado possui uma alta densidade animal, onde são gerados anualmente mais de 7.000.000 m<sup>3</sup> somente de dejetos líquidos de suínos (DLS). A utilização destes dejetos como fertilizante, é uma técnica ambientalmente e economicamente viável para melhorar a produtividade das lavouras.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de DLS no rendimento de grãos de milho após vinte anos de cultivo em semeadura direta.

O experimento foi instalado em 1996, em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico em sistema de semeadura direta, em área localizada no município de Chapecó, SC (altitude de 679 m, e clima tipo Cfa segundo a classificação de Köppen). A condução do experimento constituiu-se de três fases: na fase inicial, referente ao período de 1996 a 1999, com cultivo de milho no verão e aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) no inverno, para cobertura do solo; na segunda fase, período compreendido entre 2000 e 2010, foram cultivadas gramíneas forrageiras de inverno: aveia-preta ou azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), em anos alternados, e sorgo forrageiro (*Sorghum* sp.) ou milheto (*Pennisetum americanum* (L) Leeke) no verão, cultivados em sucessão às forrageiras de inverno; na terceira fase a partir de 2011, milho cultivado na safra de verão e aveia preta no inverno. O plantio do milho (AG 9045-PRO 2) safra 2015/2016 foi realizado na segunda quinzena de setembro com espaçamento de 0,8 m entre filas ajustando-se uma população para 62.500 plantas por hectare. Os tratamentos constituíram-se da aplicação de doses anuais de 0, 60, 120, 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de dejetos líquidos de suínos, no período de 1996 a 1999, e bianuais a partir do ano 2000. Quando necessário, foi realizada adubação suplementar com fósforo e potássio de acordo com a análise de solo e as exigências da cultura. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições e, unidades experimentais com área total de 5 x 6 metros e área útil de 20 m<sup>2</sup>, nas quais foram colhidas 40 plantas para avaliação da produtividade. O rendimento do milho foi submetido a análise de variância (p < 0,05), e os resultados ajustados para o modelo matemático linear.

Houve influência da aplicação de DLS no rendimento de grãos de milho. Nas doses de 0, 60, 120, 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de DLS, as produtividades médias foram respectivamente 6.872, 9.036, 12.098, 12.449 e 14.096 kg ha<sup>-1</sup>. Tais produtividades representam incrementos em relação à doze zero (testemunha) de 31, 76, 81 e 105 %, respectivamente. Esta diferença na produtividade é explicada basicamente pelas diferentes quantidades de nitrogênio fornecido pelo DLS, associados às variações nas adições de fitomassa das culturas, fator intrínseco a cada tratamento após vinte anos sob

o mesmo manejo. Conjuntamente, com a aplicação de DLS, observa-se incremento no teor de matéria orgânica no solo que, resulta em melhoria dos atributos físicos, tais como a estabilidade de agregados, densidade e porosidade do solo (VEIGA et al., 2012) e, conseqüentemente, maior desenvolvimento radicular das plantas e aproveitamento da água e nutrientes (MOSADDEGHI et al., 2009).

A equação ajustada pelo modelo linear foi  $y = 30,752x + 7267,5$ , com coeficiente de determinação de 0,85, demonstrando incremento de 30,752 kg ha<sup>-1</sup> de grãos para cada kg de N aplicado na forma de DLS até a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo dados do CEPA (2016), a produtividade média de milho do estado de Santa Catarina é de aproximadamente 7.700 kg ha<sup>-1</sup>. Nesse contexto, com a aplicação de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de DLS, a produtividade média alcançada foi 1,83 vezes maior do que a produtividade média do estado. Do ponto de vista de produção, a aplicação de DLS é uma alternativa viável para aumentar a produtividade de grãos, além de ser uma alternativa ambientalmente correta para seu destino.

A adubação com DLS influencia a produtividade da cultura do milho. Há uma relação linear positiva entre a dose de DLS aplicado com a produtividade, que resulta em incremento de 30,75 kg ha<sup>-1</sup> na produtividade de grãos para cada kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de DLS até a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup>, em um Latossolo.

## Referências

CENTRO DE SOCIOECONOMIA E PLANEJAMENTO (CEPA). **Boletim agropecuário**. Florianópolis: Epagri 34, 17-19, 2016.

Mosaddeghi, M.R.; Mahboubi, A.A.; Safadoust, A. Short-term effects of tillage and manure on some soil physical properties and maize root growth in a sandy loam soil in western Iran. **Soil & Tillage Research**, v.104, p.173-179, 2009

VEIGA, M.; PANDOLFO, C. M.; Dortzbach, D.; Araújo, I.S. Atributos físicos do solo em glebas com aplicação continuada de dejetos líquidos de suínos. **Agropecuária Catarinense**, v. 25, p. 74-78, 2012



## PRODUTIVIDADE E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES DA CULTURA DA SOJA EM RESPOSTA A MANEJO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Jéssica Caroline Coppo, Maria do Carmo Lana, Jucenei Frandoloso, Alfredo Aves José Neto, Adriana Cologni Salvalaggio

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Mestranda em Produção Vegetal,  
Marechal Cândido Rondon - PR, *coppojessica0@gmail.com*.

**Palavras-chave:** parcelamento da adubação; cloreto de potássio; K-UP.

A soja atualmente é a cultura de maior destaque no Brasil, com 30,2 milhões de hectares semeados com uma produtividade média de 2854 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 1015). Os nutrientes com maior extração e reposição anual na cultura da soja são P e K. A época e modo mais adequados de aplicação de potássio são determinados em função da exigência das plantas e da dinâmica do elemento no solo. Normalmente, a adubação com potássio na cultura da soja tem sido realizada no sulco de semeadura (BERNARDI et al., 2009). Em razão do efeito salino e da alta solubilidade dos sais potássicos, essa prática tem acarretado muitas vezes redução do poder germinativo das sementes. A aplicação de potássio à lanço está sendo uma prática cada vez mais pesquisada e adotada por produtores de regiões de solo argiloso com o objetivo de diminuir a necessidade de mão de obra, a perda de potássio por lixiviação e o efeito da salinização deste nutriente na linha de semeadura. Deste modo, é imprescindível avaliar se os melhores resultados de absorção de K pelas plantas e fornecimento deste nutriente ao solo, é a lanço e após a semeadura. O objetivo desse trabalho foi estudar a resposta da adubação com potássio na cultura da soja em diferentes épocas de aplicação e diferentes fontes de potássio em um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico.

O experimento foi instalado no município de Formosa do Oeste - PR em um solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (EMBRAPA, 2013) cuja granulometria é constituída de 660 g kg<sup>-1</sup> de argila, 130 g kg<sup>-1</sup> de areia e 210 g kg<sup>-1</sup> de silte. A análise química apresenta os seguintes valores: pH em CaCl<sub>2</sub> = 4,70; C = 19,29 g dm<sup>-3</sup>; P = 16,45 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,43 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 4,58 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,18 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,21 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 6,19 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 9,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V % = 65 %.

A semeadura foi realizada com a taxa de 13 sementes por metro da cultivar DM 7166 IPRO. O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial (2 x 5) + 1 sendo 2 fontes de potássio, KCl 00-00-60 e o K-up 00-00-40. O experimento foi constituído de 44 parcelas de 28 m<sup>2</sup>. No momento da semeadura todos os tratamentos receberam adubação com fósforo na forma de superfosfato simples de acordo com a recomendação para a cultura e resultado da análise do solo. O primeiro tratamento é referente à testemunha, sem aplicação de K<sub>2</sub>O. No segundo tratamento a 1ª aplicação de K<sub>2</sub>O foi cinco dias após a dessecação, no terceiro tratamento a aplicação foi parcelada sendo metade da dose cinco dias após a dessecação e metade da dose de K<sub>2</sub>O na semeadura no quarto tratamento foi realizado a aplicação da dose total de K<sub>2</sub>O na semeadura, no quinto tratamento a aplicação das fontes foi na semeadura, no quinto tratamento metade da dose na semeadura e metade no estágio fenológico V3, no sexto tratamento a aplicação de K<sub>2</sub>O foi total no estágio V3 da cultura. Os parâmetros avaliados foram teor de potássio no tecido foliar no grão, no solo e a produtividade da cultura da soja. Após a colheita foi feito a coleta de solo em cada parcela para avaliar o teor de K disponível Ca e Mg no solo nas profundidades de 0-10 e 0-20 cm.



Em relação ao teor de nutriente entre os tratamentos quando aplicado a dose de  $K_2O$  metade cinco dias após a dessecação e metade na semeadura com a fonte K-UP o teor de K na folha foi maior, coincidindo com maiores valores para massa de 1000 grãos e produtividade. A média do teor de K na folha foi de 16,12 e 15,87 para o K-UP e para o KCl, respectivamente. O teor de K nas folhas relacionado com as maiores produtividades de grãos em solos de cerrado têm sido verificados entre 13 e 17 g kg<sup>-1</sup> (MASCARENHAS et al., 2000). Para o teor de Ca não houve diferença entre as fontes, porém quando utilizada a fonte K-UP cinco dias após a dessecação a média do teor de cálcio foi 30,74 g kg<sup>-1</sup> valor semelhante foi observado com a fonte KCl quando aplicada no momento da semeadura.

No solo o maior teor de potássio disponível na camada de 0 a 10 cm foi observado quando se utilizou a fonte KCl metade na semeadura e metade no estágio V3 da cultura da soja, porém, o teor de K no grão foi menor neste manejo da adubação. Para o Ca não houve diferença entre as fontes, sendo que, em média, o teor de Ca no tecido foliar variou de 26,68 a 26,99 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Entre os tratamentos para o K-up o teor de Ca disponível no solo na camada de 0-10 cm não houve diferença observando uma média de 5,19 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca, o mesmo aconteceu com o KCl, porém, a média do tratamento foi de 4,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca. O menor teor de Ca disponível no solo com a fonte KCl pode ser explicado por este não ser um nutriente presente na fonte.

Os tratamentos com a fonte K-up independente da forma de aplicação diferiu da testemunha. Ao compararmos as fontes quando se aplicou K-up metade na dessecação e metade na semeadura, dose total na semeadura e metade na semeadura e metade no estágio v3 da cultura, a média do teor de Mg foi superior, resultado este que pode ser explicado por consequência do Mg ser um dos nutrientes contido no grânulo do K-up. Os resultados demonstram que os maiores teores de Mg na folha refletem em maior produtividade para a fonte K-up.

Não houve diferença nos teores de Mg disponível quando comparado as fontes, sendo a média observada de 1,73 a 2,19 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg. O mesmo ocorreu com o teor de Mg disponível na camada de 10 a 20 cm de solo observando uma média de 1,88 e 1,87 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg para o K-up e para o KCl, respectivamente para o K-up a menor produtividade foi encontrada quando 100 % da dose de  $K_2O$  foi aplicada no estágio V3 da cultura, para a fonte KCl este foi o melhor manejo onde se obteve a melhor produtividade quando utilizada essa fonte.

Conclui-se que aplicar metade da dose de K-up cinco dias após a dessecação e metade na semeadura é uma alternativa para maiores produtividade. Para o KCl a aplicação no estágio V3 da cultura se mostra eficiente. A recomendação de adubação potássica para a cultura da soja deve considerar a peculiaridade de cada fonte utilizada. Nas condições do presente trabalho os maiores teores de Mg na folha proporcionaram melhor produtividade. Mesmo em um solo com o teor de Ca, Mg e K considerado alto, se deve fazer adubação com a fonte e no momento adequada para melhor produtividade.

## Referências

Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&&Pagina\\_objcmsconteudos=3#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos)>. Acesso em: 25/11/ 2015.

BERNARDI, A.C.C.; OLIVEIRA, J. P.; LEANDRO, W. M.; MESQUITA, T.G.S.; FREITAS, P.L.; CARVALHO, M.C.S. Doses e formas de aplicação da adubação potássica na rotação soja, milheto e algodão em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, p. 158-167, 2009.

EMBRAPA (2013) EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília. 353p.

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; CARMELLO, Q.A.C.; GALLO, P.B.; AMBROSANO, G.M.B. Calcário e potássio para a cultura da soja. **Scientia Agricola**, v.57, p.445-449, 2000.

## FERTILIZAÇÃO FOSFATADA NO GERGELIM (*Sesamum indicum*) EM DUAS DENSIDADES DE SEMEADURA

Angel Adrián Aguilar Giménez<sup>1</sup>, Julio Cesar Karajallo Figueredo<sup>4</sup>, Simeón Aguayo Trinidad<sup>4</sup>,  
Jimmy Walter Rasche Alvarez<sup>3</sup>, Evelyn Paola Paster<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior de Enseñanza Cruce Itakyry e Facultad de Ingeniería Agronómica - Universidad Nacional del Este, Graduando, Itakyry - PR, [krajallojc@hotmail.com](mailto:krajallojc@hotmail.com); <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción; <sup>4</sup>Escuela Superior de Enseñanza Cruce Itakyry e Facultad de Ingeniería Agronómica - Universidad Nacional del Este.

**Palavras-chave:** dose; fósforo; rendimento.

As plantações de gergelim no Paraguai estão concentradas principalmente nos departamentos de San Pedro e Concepción, com produção de 25.320 toneladas em 2012/13, o que representa 84,4 % do volume da produção anual a nível nacional. A área semeada tem aumentado nos últimos anos, juntando-se os departamentos de Ñeembucú, Misiones, Itapúa, Alto Paraná e Canindeyú. Nas duas regiões do nosso país, existem condições agroclimáticas favoráveis para o seu desenvolvimento. O gergelim é uma cultura de renda complementar crescente na agricultura familiar.

A densidade de semeadura é um fator importante no crescimento do gergelim, uma vez que está diretamente relacionada com o desenvolvimento da cultura e o rendimento de grãos. Além disso, a fertilização fosfatada é fundamental para produzir rendimentos elevados e no caso de solos muito intemperizados a produtividade da maioria das culturas depende da disponibilidade de fósforo, que é o nutriente mais limitante, por tanto conhecer a dose de fósforo e a densidade de semeadura é extremamente importante, especialmente para pequenos produtores rurais do lugar do experimento.

O objetivo do trabalho foi avaliar a respostas da cultura do gergelim à aplicação de diferentes doses de fósforo em duas densidade de semeadura.

O experimento foi conduzido em uma propriedade localizada na Colonia Laguna Kare, distrito de Itakyry, departamento de Alto Paraná, Paraguai. A área experimental possui solos derivados do basalto, pertence à ordem Argissolo. A textura é arenosa com boa drenagem, relevo ondulado, com aproximadamente 3 % de declividade (LOPEZ et al., 1995). Na área experimental foi semeado algodão até 2009, posteriormente a área foi deixada em pousio até 2013.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, bifatorial Onde o Fator 1 foi duas densidade de semeadura (80.000 plantas ha<sup>-1</sup> e 100.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e o Fator 2: cinco doses de fósforo (0, 30, 60, 90, 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), totalizando 10 tratamentos e 4 repetições, e 40 unidades experimentais, o tamanho do experimento foi de 861 m<sup>2</sup>, com comprimento de 41 metros e largura de 21 m, cada unidade experimental possuía 4 m de comprimento e 3 m de largura, com cada unidade experimental de 12 m<sup>2</sup>. A semeadura foi feita manualmente em linhas, a uma profundidade de 3 a 5 mm de profundidade, a distância foi de 80 cm entre linhas e 10 cm entre plantas para a primeira densidade e na segunda densidade 100 cm entre linhas e 10 cm entre plantas. A variedade de gergelim usada foi a “Escoba blanca”. A aplicação de fósforo foi realizada no sulco de semeadura utilizando-se como fonte o superfosfato simples (18 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

A colheita foi feita manualmente, quando a cultura atingiu a maturidade fisiológica de 85 %, No momento em que começou a queda de folhas e amarelecimento das cápsulas.

Foram analisadas as variáveis; altura das plantas em centímetros (AP), número de cápsulas unitárias (CC), rendimento em kg ha<sup>-1</sup> (R) de massa de mil grãos em gramas (PG).

Para a análise dos dados foi utilizada análise de variância (ANOVA) considerando um experimento bi fatorial, foi realizado o teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro, para isso foi usado o programa Excel e Infostat de 2014. Foi realizada, regressão da dose de fósforo e coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas considerando-se a média de cada unidade experimental, considerando que quando  $r$  é maior do que 0,7 existe uma forte correlação entre  $r$  0,7-0,3 indica correlação  $r$  moderada inferior a 0,3 indica baixa correlação.

A variável altura da planta (AP) foi estatisticamente igual nas duas densidades de plantio (80.000 e 100.000 pl ha<sup>-1</sup>) com 215,7 cm. e 217,2 cm., respectivamente. Enquanto a altura das plantas aumentou com a aplicação de 60 kg ha<sup>-1</sup>, de fósforo. A altura da planta foi ajustada a uma equação quadrática, a referida altura =  $210,41 \text{ cm} + 0,2943 \text{ cm} * (\text{kg de fósforo ha}^{-1}) - 0,0022 \text{ cm} (\text{fósforo kg ha}^{-1})^2$ , com um coeficiente de determinação  $R^2 = 0,8014$ . Coincidindo com o mencionado por Paredes (2004) que a altura média da planta de gergelim é de 235 cm.

Em relação à quantidade de cápsulas (QC) considerando a densidade de semeadura e doses de fósforo em ambos casos houve diferença significativa, sendo maior o número de cápsulas na densidade de 100.000 pl ha<sup>-1</sup> com 189,7 cápsulas. A quantidade de cápsulas de gergelim aumentou com a aplicação de doses crescentes de fósforo até 90 kg ha<sup>-1</sup>, e foi ajustada a uma equação quadrática, onde  $QC = 112,86 + 2,1776 * (\text{kg ha}^{-1} \text{ de fósforo}) - 0,0123 * (\text{kg ha}^{-1} \text{ de fósforo})^2$ , com um coeficiente de determinação  $R^2 = 0,7262$ . O fósforo tem um efeito positivo sobre a quantidade de cápsulas, pois houve até 122 cápsulas a mais onde foi aplicado 90 kg há de fósforo, quando comparado a testemunha, coincidindo com o mencionado por Valdez (2014), que a aplicação de fósforo aumenta o número de cápsulas por planta de gergelim.

Na variável massa de mil grãos (MG) estatisticamente, não houve diferença considerando densidade de semeadura e aplicação de diferentes doses de fósforo, com 80.000 e 100.000 pl ha<sup>-1</sup>, a massa média de mil grãos foi de 3,08 g e 3,12 g respectivamente. coincidindo com o mencionado por Oviedo y Van Humbeek (2012), que a massa de mil grãos, foi de 3,25 (80.000 pl ha<sup>-1</sup>) e 3,22 g (10.000 pl ha<sup>-1</sup>) g. A massa de mil grãos de gergelim foi ajustada a uma equação quadrática, onde o peso de grãos =  $2,926 + 0,0074 * (\text{kg ha}^{-1} \text{ de fósforo}) - 0,00005 (\text{kg ha}^{-1} \text{ de fósforo})^2$ , com coeficientes de determinação  $R^2 = 0,7875$ .

A densidade de semeadura utilizada e a dose de fósforo aplicada não teve impacto sobre o rendimento de grãos (R), com 80.000 e 100.000 pl ha<sup>-1</sup>, o Rendimento foi de 591,30 kg ha<sup>-1</sup> e 591,60 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. O rendimento do gergelim foi ajustado a uma equação quadrática, isso gera =  $537,27 + 1,1861 * (\text{kg ha}^{-1} \text{ de fósforo}) - 0,0031 * (\text{kg ha}^{-1} \text{ de fósforo})^2$ , com um coeficiente de determinação  $R^2 = 0,869$ . Medina (2009) menciona que não constatou efeito da adubação fosfatada na produção de gergelim, obtendo rendimento médio de 1000 kg ha<sup>-1</sup>.

Há uma correlação positiva moderada entre a altura das plantas e número de cápsulas ( $r = 0,45$ ), enquanto entre a altura das plantas e a produção a correlação foi baixa e negativa ( $r = -0,01$ ), quer dizer que não necessariamente plantas de maior altura apresentarão maior desempenho, mas de mais cápsula. Em termos de número de cápsula e a produção houve correlação positiva moderada ( $r = 0,45$ ), ou seja, o número cápsula influencia a produção. Em relação a massa de mil grãos e produção existe correlação negativa baixa ( $r = -0,45$ ) a massa de 1000 grãos não tem impacto sobre a produção.

Em quanto à densidade de semeadura, esta não influenciou na altura das plantas, massa de mil grãos e rendimento, mas houve diferença significativa na variável quantidade de cápsulas por planta.

Em quanto a dose de fósforo houve diferença nas variáveis, altura das plantas e número de cápsula, e não houve diferença nas as variáveis massa de mil grãos e a produção.

## Referências

- LÓPEZ, O., GONZALEZ, E., LLAMAS P, MOLINAS, A., FRANCO E., GARCÍA S., RÍOS E.. República del Paraguay: **Mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental**. Asunción-Paraguay. 1995. Esc. 1:500.000. Color.
- MEDINA O. **Fertilización fosfatada y su efecto sobre la producción del sésamo en un Alfisol de Escobar**. Tese (Eng. Agr.) San Lorenzo; Py. Carrera de Ingeniería Agronómica: FCA. UNA. 2009. 32 p.
- OVIEDO, R. M., VAN HUMBEEK, M. Población de plantas y su efecto en el desarrollo vegetativo y rendimiento del sésamo (*Sesamum indicum* L.) variedad Escoba. **Investigacion Agraria**, v.14 n.1 p.25-30, 2012.
- PAREDES, R. **Caracterización de plantas individuales de cultivares de sésamo (*Sesamum indicum* L.) en siembra tardía**. Eng. Agr.). San Pedro del Ycuamandyyú. PY: Carrera de Ingeniería Agronómica. FCA - UNA. 2004. 33 p.
- VALDEZ A, 2014. **Manejo de la fertilidad del suelo para el cultivo de sésamo en Paraguay**. San Lorenzo. Paraguay: FCA-UNA/JICA. 49p.

## FÓSFORO REMANESCENTE EM SOLOS ARENOSOS COM LAMELAS DO AGRESTE DE PERNAMBUCO

Gabriel Henrique Máximo Clarindo Silva<sup>1</sup>, Alexandre Tavares da Rocha<sup>1</sup>, Marcelo Corrêa Metri<sup>1</sup>, Amanda Jucilene da Silva<sup>1</sup>, Francis Henrique Tenório Firmino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco - Campus Garanhuns, Graduando, Garanhuns - PE, [gabriagro@hotmail.com](mailto:gabriagro@hotmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa.

**Palavras-chave:** bandas texturais; eletroquímica; semiárido.

Lamelas são faixas de acumulação de constituintes granulométricos finos, principalmente argilas, em solos ou sedimentos arenosos (PAISANI, 2004). As diversas denominações dadas a esta estrutura, tais como: lamelas, bandas texturais, bandas argilosas, entre outras, variam na literatura, baseadas de acordo com a sua constituição e/ou formação nos solos.

No Agreste Meridional de Pernambuco, são encontrados solos arenosos com grande variabilidade na produtividade agrícola, onde os quais são utilizados principalmente no cultivo de milho, feijão e mandioca. Esta diferença de produtividade comparada aos demais solos circunvizinhos, está comumente associada com o conteúdo de material primário de fácil intemperização que compõe a fração areia e com a presença de lamelas de origem e constituição variável (ROLIN NETO; SANTOS, 1994). Pois, estas lamelas asseguram nesses solos maior retenção de água, dado maior quantidade diâmetro capilares, que são induzidos pela fração argila, que se acumulam na forma de faixas onduladas, alterando a dinâmica físico-hídrica e a eletroquímica dos solos.

Apesar dos estudos envolvendo caracterização, formação e influência sobre a dinâmica físico-hídrica e química dos solos, pouco se tem estudado sobre a eletroquímica dos solos com a presença de lamelas. Estudos envolvendo as propriedades elétricas dos solos são essenciais uma vez que revelam a distribuição, movimentação e consequentemente a disponibilidade dos íons no solos.

Entre as medidas que avaliam o status dos íons no solo, em especial para os ânions, destaca-se a determinação do fósforo remanescente (P-rem), que apresenta a quantidade final do P que permanece em uma solução de equilíbrio após ter tido contato com o solo (ALVAREZ V et al., 2000). Esta quantidade de P é resultante da ação de três fatores, são eles: concentração do P adicionado ao solo, tempo de contato com o solo e da capacidade de adsorção de fosfato que por sua vez, é uma característica dependente da textura do solo, quantidade de matéria orgânica, e da mineralogia da fração argila.

O objetivo deste trabalho foi quantificar o fósforo remanescente (P-rem) nos solos arenosos com a presença de lamelas de uma topossequência do Agreste Meridional de Pernambuco, além de comparar os valores com outras formas de fósforo no solo, como a disponível.

Os solos foram descritos e coletados no município de São João - PE, nas coordenadas 08° 52' 32" sul e 36° 22' 00" oeste, situados na altitude de 716 metros. As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha para obter apenas as frações que compõe a terra fina seca ao ar (TFSA). A determinação do P rem foi realizada a partir da solução de equilíbrio, após agitação das amostras de 7,5 cm<sup>3</sup> de TFSA, durante o período de 5 minutos e colocado em repouso por 16 horas (ALVAREZ V et al., 2000). O fósforo disponível foi determinado conforme Embrapa (2011).

Os valores de P-rem nos três (3) perfis estudados foram semelhantes ao ponto de não apresentar diferenças, até mesmo nas camadas onde se concentram as lamelas (a partir de 20 cm). No perfil 1, os valores variaram apenas de 57,61 a 57,41 mg dm<sup>-3</sup>, no perfil 2, 58,37 a 58,20 mg dm<sup>-3</sup> e no perfil 3, de 57,60 a 57,26 mg dm<sup>-3</sup>. A qualidade da fração argila nestes solos tem influência significativa no que diz respeito a capacidade de adsorção de P, neste caso, além dos solos estudados serem arenosos, as lamelas constituídas por argila não apresentam minerais que possam adsorver o P. Segundo Firmino (2016) a natureza mineralógica desses solos é predominantemente caulinitica.

Por outro lado, em todos os perfis, os valores de P-disponível foram de médios a altos em superfície com valores de 89 a 21 mg kg<sup>-1</sup> e diminuem com o aumento de profundidade sendo 0,1 a 10 mg kg<sup>-1</sup> nas camadas com lamelas, acompanhando a dimensão dos valores observados em superfície. O acréscimo em superfície provavelmente é resultado da incorporação de resíduos orgânicos de avicultura, comumente utilizados na região.

A partir da caracterização, podemos concluir que os solos arenosos com presença de lamelas estudados neste trabalho não apresentaram condições eletroquímicas para a adsorção do P-rem, principalmente devido à ausência de óxidos Fe e Al e a presença de M.O no solo.

## Referências

ALVAREZ V, Y.H; FONSECA, D.M. Definição de doses de fósforo para determinação da capacidade máxima de adsorção de fosfatos e para ensaios em casa de vegetação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.49-55, 1990.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2. Ed, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 230, 2011.

FIRMINO, F. H. T. **Gênese de Lamelas em uma Litotopossequência no Semiárido Pernambucano**. Universidade Federal Rural de Pernambuco –UFRPE, (Dissertação). 2016, Disponível online < <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/5107> > .

PAISANI, J.C. Gênese de Lamelas (“estruturas de dissipação”) Associadas à Evolução de Paleoargissolos em Rampa Arenosa, Praia Mole (Ilha de Santa Catarina)/SC, Brasil: subsídios para uma interpretação paleogeomorfológica. Goiânia, **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.5, n.1, p.29- 42. 2004.

Gênese de solos arenosos com lamelas no agreste de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p. 243-253, 1994.



## BIOMETRIA DA CANA ADUBADA COM ORGANOMINERAIS DE BIOSSÓLIDO E BIOESTIMULANTE EM SOLO ARENOSO

Emmerson Rodrigues de Moraes<sup>1</sup>, Matheus Henrique Medeiros<sup>2</sup>, Eduardo Prado Giorgenon<sup>2</sup>,  
Joicy vitória Miranda Peixoto<sup>2</sup>, Regina Maria Quintão Lana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos, Professor, Morrinhos - GO, [emmerson.moraes@ifgoiano.edu.br](mailto:emmerson.moraes@ifgoiano.edu.br); <sup>2</sup>Universidade Federal de Uberlândia.

**Palavras-chave:** biossólido; Stimulate®; *Saccharum* spp.

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) continua em expansão no Brasil. Isto deve-se a incentivos governamentais e por se tratar de matéria prima de uma gama de produtos. Dentre eles estão o açúcar e etanol como principais e para a alimentação de animais em épocas de escassez de alimentos. Assim, mundialmente o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar com 9,07 milhões de hectares (CONAB, 2016).

É necessário o aprimoramento dos estudos sobre o uso de fertilizante organominerais. Dessa forma, pode-se gerar economia, sustentabilidade e demonstrar maior eficiência em relação a fertilizantes convencionais em adubações (FERNANDES et al., 2015). Rigo et al. (2014) discutem a utilização de lodo de esgoto ou biossólido como fonte de fertilizante orgânico na agricultura, atividades florestais e na recuperação de solos degradados. O lodo de esgoto é um resíduo sólido resultante do processo de tratamento físico e químico de estação de tratamento de esgoto urbano.

Para auxiliar o incremento de produtividade, utiliza-se bioestimulantes que podem ser substâncias orgânicas ou sintéticas, derivadas de misturas de dois ou mais biorreguladores vegetais ou de vitaminas, aminoácidos e nutrientes (SILVA et al., 2010).

Com isso, o objetivo da pesquisa foi avaliar o perfilhamento, diâmetro e a altura de plantas da cana-de-açúcar, fertilizada com fertilizante mineral e organomineral de lodo de esgoto associados à bioestimulante em solo de baixa fertilidade.

O experimento foi implantado em área de expansão de canavial, na Usina Vale do Tijuco, situado no Rio do Peixe, distrito de Prata - MG, localizado nas coordenadas 19° 30' 01,7" S e 48° 28' 31,8" W, estando a uma altitude de 780 metros. O solo é classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico arenoso. O mesmo foi implantado em Junho de 2015, utilizando a cultivar RB 92 579. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5 x 2 + 1 sendo cinco tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As unidades experimentais constituíram de 9 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. A área útil foi considerado quatro linhas centrais da cultura e desprezando 1,0 m em cada extremidade.

A recomendação de adubação de plantio e cobertura foram atendidas utilizando-se as fontes mineral e organomineral oriundo do lodo de esgoto. Foi utilizado o bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 L ha<sup>-1</sup>) e volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> sobre o tolete no sulco de plantio. A recomendação de adubação de plantio foi de 570 kg ha<sup>-1</sup> formulado 04-21-07 e 400 kg ha<sup>-1</sup> do 10-00-40 + 0,3 % de B aos 150 dias após plantio (DAP). As combinações dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação de plantio e cobertura, consistindo: 100 % com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Com e Sem Bioestimulante) da fonte organomineral de lodo de esgoto.

Foi avaliado perfilhamento, diâmetro de colmo e altura das plantas no momento da colheita. O perfilhamento foi avaliado através de contagem em oito metros centrais das quatro linhas úteis. O diâmetro foi avaliado com paquímetro digital na altura do terceiro colmo ascendente sempre na posição perpendicular das gemas. A altura de plantas foi aferida através de uma fita métrica da base da planta à extremidade da folha mais alta. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F, a 5 % de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A adubação mineral com 100 % da recomendação de adubação promoveu um perfilhamento de 11,5 colmos  $m^{-1}$ . A fonte organomineral variou de 11,58 colmos  $m^{-1}$  sem o uso de bioestimulante e 10,84 colmos  $m^{-1}$  ao usar o bioestimulante, ambos a 100 % da recomendação. Ocorreu diferença para a adubação mineral somente na ausência de fertilizante com bioestimulante produzindo 9,53 colmos  $m^{-1}$ . Quanto ao percentual de recomendação com uso de bioestimulante, houve um acréscimo de 0,161 colmos  $m^{-1}$  para cada dez pontos percentuais adicionados na recomendação. Na ausência de fertilizante, ou seja, 0,0 % da recomendação com bioestimulante produziu-se 9,89 colmos  $m^{-1}$ . Sem bioestimulante não houve diferenças para os percentuais da recomendação no perfilhamento. Diferentemente da área de alta fertilidade, a área com menor fertilidade do solo não forneceu as necessidades básicas nutricionais da cultura. Pasuch et al. (2012) estudando a influência de adubação fosfatada no perfilhamento não encontraram diferenças.

O diâmetro de colmos foi de 28,8 mm com a fonte 100 % mineral. Na ausência de fertilizante o diâmetro foi de 25,3 mm sem bioestimulante e 29,7 mm para percentual de 120 % da recomendação com bioestimulante. Miranda et al. (2011) estudando associação da crotalaria com adubação orgânica e mineral na cana obtiveram diâmetros variando de 25,1 a 28,3 mm. O diâmetro de colmo não apresentou significância para os percentuais de recomendação.

A adubação mineral com 100 % da recomendação de adubação promoveu uma altura de plantas de 2,26 m. A fonte organomineral variou a altura das plantas de 1,70 m sem fertilizante e bioestimulante e 2,49 m com 80 %, com bioestimulante. Silva et al. (2010) verificaram o aumento de perfilhamento, diâmetro de colmo e altura de plantas com o uso do Stimulate®. Obteve-se a maior altura de plantas (2,44 m) com um percentual da dose estimada em 94,3 % das recomendações com bioestimulante. Sem bioestimulante a altura estimada foi de 2,45 m com 97,6 % das recomendações.

O Stimulate® não incrementa perfilhamento, diâmetro e altura de plantas de cana-de-açúcar em solo de baixa fertilidade. O organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral produzem o mesmo efeito para percentual de 100 % da recomendação. Os diferentes percentuais de adubação de plantio incrementam perfilhamento, diâmetro e altura das plantas de cana-de-açúcar.

## Referências

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira**. Cana-de-açúcar. Primeiro levantamento. Brasília: Conab, V3, safra 2016/17, n 1, 2016. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_18\\_14\\_27\\_15\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_1o\\_lev\\_-\\_16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_18_14_27_15_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_16.pdf). Acesso em: 17 de ago. 2016.

FERNADES, D. M.; et al. Phosphorus in soil solution in response to the application of mineral and organomineral fluid fertilizers. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, 20 anos Irriga + 50 anos FCA, p. 14-27, 2015. Doi: 10.15809/irriga.2015v1n1p14

MIRANDA, J. M.; RIGONI, M.V.; SILVEIRA, F.T. Association of crotalaria as green manures and mineral in productivity of sugar cane. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 948-953, 2011.



PASUCH, B. D. et al. Desenvolvimento, produtividade e composição bromatológica da primeira soqueira da cana-de-açúcar em função de fontes de fósforo. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 4, p. 263-270, 2012.

RIGO, M. M. et al. Destination and reuse in agriculture of sewage sludge derived from the treatment of domestic wastewater in Brazil. **Gaia Scientia**, v.8 n.1 p.174-186, 2014.

SILVA, M de A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. Productivity and technological quality of sugarcane ratoon subject to the application of plant growth regulator and liquid fertilizers. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v.40, n.4. p. 774-780,2010.

## PRODUTIVIDADE DA CANA ADUBADA COM ORGANOMINERAIS DE BIOSSÓLIDO E BIOESTIMULANTE EM SOLO ARENOSO

Joicy Vitória Miranda Peixoto<sup>2</sup>, Matheus Henrique Medeiros<sup>2</sup>, Fernando Ferreira Batista<sup>2</sup>,  
Emmerson Rodrigues de Moraes<sup>1</sup>, Regina Maria Quintão Lana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos, Doutoranda, Uberlândia - MG, joicyvmpeixoto@yahoo.com.br; <sup>2</sup>Universidade Federal de Uberlândia.

**Palavras-chave:** bioossólido; Stimulate®; *Saccharum* spp.

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) continua em expansão no Brasil. Isto deve-se a incentivos governamentais e por se tratar de matéria prima de uma gama de produtos. Dentre eles estão o açúcar e etanol como principais, e para a alimentação de animais em épocas de escassez de alimentos. Assim, mundialmente o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar com 9,07 milhões de hectares (CONAB, 2016).

É necessário o aprimoramento dos estudos sobre o uso de fertilizante organominerais. Estes originam-se da mistura do fertilizante orgânico e mineral. Dessa forma, pode-se gerar economia, sustentabilidade e demonstrar maior eficiência em relação a fertilizantes convencionais em adubações (FERNANDES et al., 2015). Rigo et al. (2014) discutem a utilização de lodo de esgoto ou bioossólido como fonte de fertilizante orgânico na agricultura, atividades florestais e na recuperação de solos degradados. O lodo de esgoto é um resíduo sólido resultante do processo de tratamento físico e químico de estação de tratamento de esgoto urbano.

Para auxiliar o incremento de produtividade, utiliza-se bioestimulantes que podem ser substâncias orgânicas ou sintéticas, derivadas de misturas de dois ou mais biorreguladores vegetais ou de vitaminas, aminoácidos e nutrientes (SILVA et al., 2010).

Com isso, o objetivo da pesquisa foi avaliar o perfilhamento, diâmetro e a altura de plantas da cana-de-açúcar, fertilizada com fertilizante mineral e organomineral de lodo de esgoto associados à bioestimulante em solo de baixa fertilidade.

O experimento foi implantado em área de expansão de canavial, na Usina Vale do Tijuco, situado no Rio do Peixe, distrito de Prata - MG, localizado nas coordenadas 19° 30' 01,7" S e 48° 28' 31,8" W, estando a uma altitude de 780 metros. O solo é classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico arenoso. O mesmo foi implantado em Junho de 2015, utilizando a cultivar RB 92 579. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5 x 2 +1 sendo cinco tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As unidades experimentais constituíram de 9 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. A área total de cada parcela foi de 90 m<sup>2</sup>. A área útil foi considerado quatro linhas centrais da cultura e desprezando 1,0 m em cada extremidade. A recomendação de adubação de plantio e cobertura foram atendidas utilizando-se as fontes mineral e organomineral oriundo do lodo de esgoto. Foi utilizado o bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 L ha<sup>-1</sup>) e volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> sobre o tolete no sulco de plantio. A recomendação de adubação de plantio foi de 570 kg ha<sup>-1</sup> formulado 04-21-07 e cobertura com 400 kg ha<sup>-1</sup> do 10-00-40 + 0,3 % de B aos 150 dias após plantio (DAP). As combinações dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação de plantio e cobertura, consistindo: 100 % com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Com e Sem Bioestimulante) da fonte organomineral de lodo de esgoto.

Foi avaliado a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) no momento da colheita aos 370 DAP. A colheita foi realizada manualmente cortando-se 8,0 m da parcela sendo 2,0 m em cada linha útil. O feixe de cana foi pesado com dinamômetro de pesagem marca Técnica mod. D-5000 e capacidade de pesagem 2000 kg x 200 g.

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F, a 5 % de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A adubação mineral com 100 % da recomendação de adubação promoveu uma produtividade de  $113,2\ t\ ha^{-1}$ . A fonte organomineral variou a produtividade de  $53,91\ t\ ha^{-1}$  na ausência de fertilizante sem bioestimulante a  $124,8\ t\ ha^{-1}$  com 120 % da recomendação sem bioestimulante. Miranda et al. (2014) estudando diferentes fontes de adubação obtiveram maiores produtividades de toneladas de cana por hectare (TCH) quando utilizado fertilizantes minerais convencionais. Para cada dez pontos percentuais adicionados na recomendação com uso de bioestimulante, houve um acréscimo de  $4,76\ t\ ha^{-1}$ . Para cada dez pontos percentuais adicionados na recomendação sem uso de bioestimulante, houve um acréscimo de  $5,84\ t\ ha^{-1}$ . Teixeira et al. estudando a eficiência de fertilizantes organominerais não encontraram diferenças para doses de  $160\ kg\ ha^{-1}$  da fonte mineral e 120 e  $160\ kg\ ha^{-1}$  para a fonte organomineral.

O uso de bioestimulante não incrementou produtividade. Sem bioestimulante a produtividade foi de  $99,8\ t\ ha^{-1}$ . Utilizando o composto hormonal foi de  $98,6\ t\ ha^{-1}$  em área de primeiro ano e solo arenoso de baixa fertilidade. Silva et al. (2010) verificaram o aumento de produtividade com o uso do Stimulate®. A menor disponibilidade de nutrientes reduz a possibilidade de um maior desenvolvimento celular e crescimento do sistema radicular reduzindo a exploração do solo.

O Stimulate® não promove aumento da produtividade da cana-de-açúcar em solo arenoso de baixa fertilidade. O organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral são iguais para um mesmo percentual de recomendação. Os diferentes percentuais de adubação de plantio e cobertura promovem incrementos na produtividade da cana-de-açúcar em área de primeiro ano e solo arenoso de baixa fertilidade.

## Referências

- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira**. Cana-de-açúcar. Primeiro levantamento. Brasília: Conab, V3, safra 2016/17, n 1, 2016. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_18\\_14\\_27\\_15\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_1o\\_lev\\_-\\_16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_18_14_27_15_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_16.pdf). Acesso em: 17 de ago. 2016.
- FERNANDES, D. M.; et al. Phosphorus in soil solution in response to the application of mineral and organomineral fluid fertilizers. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, 20 anos Irriga + 50 anos FCA, p. 14-27, 2015. Doi: 10.15809/irriga.2015v1n1p14
- MIRANDA, J. M.; RIGONI, M.V.; SILVEIRA, F.T. Association of crotalaria as green manures and mineral in productivity of sugar cane. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 948-953, 2011.
- RIGO, M. M. et al. Destination and reuse in agriculture of sewage sludge derived from the treatment of domestic wastewater in Brazil. **Gaia Scientia**, v.8 n.1 p.174-186, 2014.
- SILVA, M de A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. Productivity and technological quality of sugarcane ratoon subject to the application of plant growth regulator and liquid fertilizers. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v.40, n.4. p.774-780, 2010.
- TEIXEIRA, W. G.; SOUZA, R. T. X. de; KORNDÖRFER, G. H. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Biosci. J.**, Uberlândia, v.30, n.6, p.1739-1736, 2014.

## CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO TRIGO BRS 254 IRRIGADO E ADUBADO COM NITROGÊNIO E ENXOFRE

Ronaldo Aparecido de Oliveira, Edna Maria Bonfim-Silva, Thiago Henrique Ferreira Matos Castañon, Tonny José Araújo da Silva, Luana Aparecida Menegaz Meneghetti

Universidade Federal de Mato Grosso, Graduando, Rondonópolis - MT, [ronaldo.oliveira.cv@gmail.com](mailto:ronaldo.oliveira.cv@gmail.com).

**Palavras-chave:** *Triticum*; aspectos morfológico; relação nitrogênio e enxofre.

A produção de trigo no Cerrado mato-grossense é uma alternativa de diversificação da produção de cereais, sendo o manejo da adubação um dos principais fatores para o aumento de produtividade. O objetivo do trabalho foi avaliar as características morfológicas do trigo irrigado submetido à adubação nitrogenada e de enxofre, na região Sul do Cerrado mato-grossense.

O experimento vem sendo realizado em campo, na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, no município de Rondonópolis - MT. A área experimental está localizada a uma altitude de 284 metros. O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, fracionado em fatorial  $5^2$ . Sendo avaliadas doses de nitrogênio (0, 70, 140, 210 e 280 kg ha<sup>-1</sup>), e doses de enxofre (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>), com quatro repetições. Com o fracionamento o total de tratamentos foram treze, assim as combinações implantadas em campo foram: (nitrogênio-enxofre) 0-0; 0-50; 0-100; 70-25; 70-75; 140-0; 140-50; 140-100; 210-25; 210-75; 280-0; 280-50; 280-100 kg ha<sup>-1</sup>.

Cada unidade experimental foi composta por 9 linhas, com 6 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,20 m. Utilizou-se uma densidade de 350 plantas m<sup>2</sup>. A área útil de cada unidade experimental foi constituída pelas 5 linhas centrais, sendo desprezado 0,75 m das extremidades, formando uma área útil de 4,5 m<sup>2</sup>. A variedade utilizada foi o trigo BRS 254, indicado para o cultivo irrigado na região de Cerrado de baixa altitude.

A saturação por bases foi elevada para 60 %. A adubação nitrogenada foi dividida em duas aplicações, usando ureia como fonte, sendo a primeira no momento da semeadura utilizando 30 % da dose de cada tratamento e 70 % restante em dose única em cobertura, 15 dias após a emergência das plantas. Entretanto a adubação com enxofre foi realizada na linha de semeadura em uma única aplicação. A fonte utilizada foi o enxofre elementar na forma de pó (97 % S). A irrigação do experimento foi realizada por um sistema de barras irrigadoras.

As variáveis analisadas foram: altura de planta, número de folhas e perfilhos. Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão a 5 % de probabilidade de erro.

Para a variável altura de plantas, aos 15 dias após a emergência, houve efeito isolado para os fatores doses de nitrogênio e enxofre. Quando analisado as doses de nitrogênio, houve ajuste linear de regressão a maior altura observada foi na dose de 280 kg ha<sup>-1</sup> obtendo 29,5 cm com o incremento de 4,2 %. Para as doses de enxofre observou-se regressão linear decrescente. Batista (2002) trabalhando com capim-marandu concluiu que deve se ponderar quanto a relação da quantidade de enxofre e nitrogênio em quantidade adequada à forrageira.

Zagonel et al. (2002), trabalhando com doses de nitrogênio e densidade de plantas de trigo com regulador de crescimento observaram que o aumento da dose de nitrogênio aumenta também a estatura de plantas, corroborando com o presente trabalho. Espindula et al. (2010) trabalharam com

doses de nitrogênio e suas formas de aplicação e determinaram que há um aumento linear em função da aplicação deste nutriente que estimula a elongação do caule.

Com relação ao enxofre Camargo (1972) não encontrou diferença significativa no desenvolvimento do trigo quando trabalhou a ausência e ou presença de adubação sulfatada.

O número de folhas apresentou diferença significativa isolada, com ajuste quadrático de regressão, apenas na adubação nitrogenada, tendo o maior número de folhas de 91,85 na dose de nitrogênio de 150,1 kg ha<sup>-1</sup>, com o incremento de 12 %. Carvalho (2014) estudou a interação nitrogênio e potássio em casa de vegetação, para o número de folhas de trigo e observou que o nutriente promove um aumento da altura de plantas de trigo até a dose de 120,4 kg ha<sup>-1</sup>. Freitas (2016) trabalhando a relação nitrogênio potássio em plantas de trigo a campo observou a importância do estudo da quantidade de fertilizantes usado no cultivo do trigo.

Para a variável de número de perfilhos não houve diferença significativa entre os tratamentos, para as doses de nitrogênio e potássio avaliadas.

Conclui-se que o nitrogênio estimula o desenvolvimento inicial das plantas de trigo, sendo o melhor resultado encontrado nas doses acima de 150,1 kg ha<sup>-1</sup>. O enxofre não contribui para o desenvolvimento inicial do trigo.

## Referências

- BATISTA, K. **Resposta do capim marandu a combinação de doses de nitrogênio e enxofre**. 91 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- CAMARGO, C. E. O. Adubação do trigo. I — Experiências com N, P, K e S em Latossolo Roxo no Vale do Paranapanema. **Bragantia** v.31, p.315-324, 1972.
- CARVALHO, J. M. G. **Desenvolvimento, produção e nutrição de trigo adubado com nitrogênio e potássio**. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2014.
- ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V.S. ; SOUZA, M.A. ; GROSSI, J.A.S. ; Sousa, L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.1404-1411, 2010.
- FREITAS, D. C.; **Relação nitrogênio potássio em plantas de trigo irrigado cultivado no cerrado mato grossense**. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2015.
- ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S. ; KUNZ, R. P. ; TANAMATI, H. . Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n.1, p. 25-29, 2002.

## TORTA DE PINHÃO MANSO NA DISPERSÃO DA ARGILA DO SOLO

Freddy Zambrano<sup>1</sup>, Diva Souza Andrade<sup>2</sup>, Claudemir Zucareli<sup>1</sup>, João Tavares Filho<sup>1</sup>,  
Maria de Fátima Guimarães<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Doutorado, Londrina - PR, [freddyzg\\_86@hotmail.com](mailto:freddyzg_86@hotmail.com);

<sup>2</sup>Instituto Agronômico do Paraná.

**Palavras-chave:** *Jatropha curcas*; atributos do solo; adubação.

O pinhão manso (*Jatropha curcas*), membro da família Euphorbiaceae, é uma planta resistente à seca, frequentemente encontrada na América do Sul, Sudeste da Ásia Central, Índia e África. É uma oleaginosa importante para a geração de bioenergia e relevante na fabricação de biodiesel, pela elevada concentração de óleo em suas sementes. No processo da extração do óleo é gerada a torta que, apesar de possuir alto teor nutricional, não é utilizada na alimentação devido à presença de componentes tóxicos (SAETAE; SUNTORNUSUK, 2010). Estudos têm demonstrado o uso potencial dessa torta por ter na sua composição química nutrientes aproveitáveis na agricultura como adubo orgânico, que pode ser aplicado diretamente ao solo sem nenhum tratamento e mediante o processo da digestão (HIFJUR; SUBHRAJIT, 2012). Existem alguns resultados positivos da aplicação de adubos orgânicos na melhoria das propriedades químicas do solo, entretanto, poucos trabalhos avaliam os efeitos da aplicação desses sobre outros atributos influenciados pelo aumento da matéria orgânica, como, por exemplo, a dispersão de argila. A matéria orgânica no solo tem importância como fonte de nutrientes, na retenção de cátions, melhorando a atividade microbiana e os atributos físicos do solo que, por sua vez, influenciam na disponibilidade de ar e água às raízes das plantas (PELÁ, 2002). A hipótese deste trabalho é que aplicação da torta de pinhão manso, digerida ou não digerida ao solo, incrementará a matéria orgânica, favorecendo a floculação do solo. O objetivo foi avaliar os efeitos da aplicação da torta de pinhão manso digerida e não digerida ao solo sobre a dispersão de argila. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Instituto Agronômico Paraná – IAPAR, em Londrina, PR (latitude 23°23'S e longitude 51°11'W), no período de outubro a novembro de 2015. O clima de Londrina é do tipo Cfa, de acordo com a classificação de Köppen. Utilizou-se um solo da camada 0,00 - 0,20 m, coletado na Estação experimental do IAPAR, em Ponta Grossa, Paraná, classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico de textura argilosa, com pH corrigido, o qual foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira de malha de 4 mm, e acondicionado em vasos plásticos de 3,5 kg. No experimento foi utilizado com delineamento experimental em blocos casualizados, avaliando torta de pinhão manso não digerida e digerida, em quatro doses, segundo o teor de fósforo (50; 100; 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>). Durante a condução do experimento, os vasos foram mantidos em temperatura controlada e a umidade do solo entre 60 a 70 % da capacidade de retenção de água, pela adição de água deionizada. As amostras do solo foram coletadas aos 33 dias. Determinou-se o  $\Delta$  pH (pH-KCl - pH-H<sub>2</sub>O); Ca<sup>2+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>), Mg<sup>2+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) e Al<sup>3+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>), expressos em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; carbono orgânico (Walkley-Black), expresso em porcentagem; e, porcentagem de argila dispersa em água (ADA), segundo Embrapa (1997). Estas análises foram realizadas no laboratório de Solos da Universidade Estadual de Londrina. Houve a redução dos valores de argila dispersa em água com as aplicações de torta de pinhão manso não digerida em relação ao tratamento controle, sobretudo no tratamento em que foi usado torta 300 kg ha<sup>-1</sup> P. Essa redução se deve ao aumento de Carbono orgânico do solo, promovido

por esse resíduo, fato observado pela correlação significativa ( $p$  - valor  $< 0,001$ ) da argila dispersa em água com os teores de carbono orgânico. Wendling et al. (2005) mencionam que existem correlações significativas e positivas entre carbono orgânico total e a redução dos teores de argila dispersa em água. Para a torta digerida a argila dispersa em água não apresentou o mesmo comportamento, pois, não houve a redução da dispersão de argila com acréscimo desse resíduo em relação ao controle. Neste caso, o incremento de carbono orgânico não foi suficiente para promover a redução de argila dispersa em água. O teor de argila dispersa em água apresentou uma correlação negativa significativa com o  $\Delta pH$ , mostrando que o aumento da floculação das argilas está relacionado com este atributo do solo, e que este resíduo possui a capacidade de modificar o  $\Delta pH$  deixando-o próximo de zero. Os cátions cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al), tiveram correlação significativa com os teores de argila dispersa em água, pois os aumentos dos teores destes cátions no solo promoveram a redução da dispersão.

## Referências

- SAETAE, D.; SUNTORNSUK, W. Antifungal activities of ethanolic extract from *Jatropha curcas* seed cake. **J Microbiol Biotechnol.** v.20, n.2, p.319-24, 2010. doi: 10.4014/jmb.0905.05035
- HIFJUR, R.; SUBHRAJIT, M. Biogas production potential of *Jatropha* seed cake. India. **Biomass Bioenergy.** v.37, p.25-30, 2012, doi:10.1016/j.biombioe.2011.12.042
- PELÁ, A. **Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP** [Dissertação]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 2002.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos.** 2a. ed. Rio de Janeiro; 1997.
- WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E.; NEVES, J. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesq. Agropec. Bras.** v.40, n.5, p.487-94. 2005.



## MONITORAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES USOS NA REGIÃO DE ARARAS EM MONTE CARMELO - MG

Matheus Fernandes Iida Domiciano<sup>1</sup>, Adriane de Andrade Silva<sup>1</sup>, Douglas Santana Serato<sup>1</sup>,  
Regina Maria Quintão Lana<sup>1</sup>, Marcelo Alves da Rocha Dias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo, Graduando em Agronomia,  
Monte Carmelo - MG, *matheusiida@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** diversidade de cultivos; manejo do solo; análise do solo.

A região de Monte Carmelo - MG abrange uma área total de 1.321 Km<sup>2</sup> (BERNARDO, 2001), é conhecida por suas indústrias cerâmicas e também por suas lavouras de café. Porém, temos observado a grande diversidade de culturas na região tanto pelos agricultores patronais quanto na agricultura familiar. Podemos observar que além do café, encontramos na região o cultivo de pimentas, tomate, milho, bovinocultura leiteira, bovinocultura de corte, entre outros.

O clima da região de Monte Carmelo - MG é tropical sazonal com temperatura média de 25 °C, podendo chegar aos 40 °C (GOULART, 2011). Os solos da região possuem fertilidade efetiva e boa característica física, o que proporciona ao agricultor mesmo quando em baixas fertilidades efetuar a correção do solos com facilidade. Esses fatores contribuem com a diversidade de cultivos na agricultura da região e torna-se de extrema importância conhecer e monitorar a fertilidade dos solos para que o agricultor possa ter noção de qual manejo efetuar em suas áreas, e o avanço dos níveis tecnológicos aplicados. Sendo assim, objetivou-se caracterizar a fertilidade do solo nas diferentes culturas e mata nativa na região de Araras, no município de Monte Carmelo - MG, Brasil.

O experimento foi conduzido na região de Araras em Monte Carmelo, MG, região em que se encontra a unidade Araras do campus de Monte Carmelo da Universidade Federal de Uberlândia. Realizou-se a delimitação da região de amostragem, e todas as coletas foram georeferenciadas para geração de um mapeamento do uso e ocupação do solo correlacionado com a fertilidade do solo. Foram diagnosticadas através do uso de mapa da região as diferenças entre os usos e coletadas as amostras de solo. Foram retiradas 44 amostras e analisadas de acordo com Embrapa (2011) em que as culturas principais foram café, pastagem, e observou-se algumas culturas diferenciadas, como tomate, mogno, banana, feijão, milho irrigado, milho safrinha, áreas em pousio e mata nativa, principalmente nas proximidades de corpos d'água. Foram separadas as amostras de acordo com as frequências das classes de fertilidade de solo descritas na CFSEMG (1999) e elas também foram agrupadas por cultura, separadas em café, pastagem e demais cultivos. Foram determinadas aqui as categorias correlacionadas a acidez do solo.

Observa-se que em relação ao pH em água (acidez ativa), o intervalo observado foi de 3,1 a 6,8, entre as categorias de pH descritas na CFSEMG (1999), classificaram-se como muito baixo (< 4,5), somente 3 amostras, diferente do esperado, 2 áreas de café e 1 de pastagem. Como a região de Monte Carmelo é conhecida como uma região com cafeicultura de elevada tecnologia, esperada que as áreas de melhor fertilidade estariam ocupadas com essa cultura. Já na categoria baixa (entre 4,5 a 5,4), foram observadas 16 amostras, sendo 7 amostras de café, 4 de mata nativa, 1 de pastagem, 2 de milho uma de eucalipto, uma de mogno e uma de banana. 15 amostras classificadas como bom (5,5 - 6,0) categoria considerada ideal para a maioria de culturas, sendo 6 de áreas de milho safrinha, 3

pastagens 2 de mata nativa, 1 de tomate e 2 de café. E classificadas como alta (entre 6,1- 7,0) observou-se 10 amostras, sendo 5 de café, 1 feijão irrigado, 3 de pastagem. Não foram observadas amostras com teor considerado muito alto ( $> 7,0$ ). Observando se a frequência 6,81 % da região encontra-se com a acidez ativa muito baixa, 36,36 % classificada como baixa, 34,09 % classificado como bom e 22,72 % classificado com alta. A mediana obtida das amostras foi de 5,80.

Lopes e Guilherme (2016), observaram uma mediana de 5,0 estudando as características de pH da região do Cerrado brasileiro, na década de 1960, na época das expansão do cerrado, 90 % das amostras apresentaram valores entre 4,5 a 5,4. Cavalcanti et al. (2007), estudando variabilidade em 64 pontos com áreas de mata nativa, plantio convencional e plantio direto, e pastagem, observaram que todas as amostras estavam dentro da faixa considerada baixa em todos os sistemas e manejos estudados. Esses resultados colaboram com a avaliação de que mesmo com a evolução sofrida na agricultura deve-se dar maior atenção as práticas de correção de solo, pois elas podem interferir em outros atributos de solo e contribuir com a sustentabilidade da produção agrícola.

Se considerarmos a acidez trocável ( $Al^{3+}$ ) dos solos avaliados, observamos que 32 amostras estavam classificadas como muito baixa ( $< 0,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), sendo que 26 apresentaram ausência de acidez (teor igual a zero), 4 amostras classificadas como baixa ( $0,21 \text{ a } 0,50 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), 5 amostras classificadas como regular ( $0,51 \text{ a } 1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e 1 considerada elevada ( $1,01 - 2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). Apesar da maioria (73 %) estar classificada como muito baixa, observa-se que 27 % das amostras estavam com acidez trocável para ser neutralizada. Lopes e Guilherme (2016) obtiveram 91,5 % das amostras com teores de  $Al^{3+}$ , superiores a  $0,25 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , valor ainda maior do que o observado neste estudo (72 %). Esses valores observados inferem o mesmo que os autores observaram, que mesmo com essa grande proporção de solos com teores classificados como muito baixos, ainda há uma grande quantidade de solos em que esse valor é muito alto, visto que o ideal é a ausência de alumínio.

Esse comportamento é confirmado pela saturação por alumínio (m %), que 36 amostras estão classificadas como muito baixa ( $< 15 \%$ ), 3 classificadas como baixa ( $15,1 - 30 \%$ ) e 2 classificadas como regulas ( $30,01 - 50 \%$ ) e 2 classificadas como altas ( $> 50 \%$ ) ou seja observamos amostra que 57,1 % da CTC do solo está ocupada com alumínio, em um solo ocupado por pastagem após a retirada de eucalipto.

Conclui-se que há muitos solos na região do campus Araras da Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo com teores fora do ideal dos atributos correlacionados com acidez do solo (acidez potencial, acidez trocável e saturação por alumínio).

Agradecimentos: À FAPEMIG pelo apoio a pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

- BERNARDO, L. T. **Agricultura e Meio Ambiente: Um estudo comparativo entre os sistemas de produção patronal e familiar em Monte Carmelo e Iraí de Minas (MG)**. 2001. 111 f. Tese (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2001.
- CAVALCANTI, E. G. S.; ALVES, M.C.; SOUZA, PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos, **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.31, p.1329-1339, 2007
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG), **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1999, p.180
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

GOULART, N. M.; VILELA, T. S.; CLEMENTE, J. F.; Estrutura populacional de *Blepharocalix salicifolius* (Kunth) O. Berg em um cerrado sentido restrito no município de Monte Carmelo – MG. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 10. 2011, São Lourenço – Mg. **Anais do X Congresso de Ecologia do Brasil**. Sociedade de Ecologia do Brasil, 2011.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **A Career Perspective on Soil Management in the Cerrado Region of Brazil**, *Advances in Agronomy*, v. 137, page 1-72; 2016.

## RENDIMENTO DE GRÃOS E FITOMASSA DO MILHO APÓS INCORPORAÇÃO NO SOLO DO DEJETO SUÍNO E ADUBO MINERAL

Luiza Fernanda Erdmann, Paulo Cezar Cassol, Wagner Sacomori, Jéssica Stringari

Universidade do Estado de Santa Catarina, Douroranda, Lages - SC, [luiza\\_fe@hotmail.com](mailto:luiza_fe@hotmail.com).

**Palavras-chave:** adubo orgânico; *Zea mays*; incorporação.

A suinocultura é uma das principais atividades geradoras de renda no meio rural da região Sul do Brasil. Assim, o uso do dejetos suíno nestas áreas tem sido a principal forma de disposição final. O fornecimento de nutrientes pelo dejetos e outros efeitos químicos, físicos e biológicos favoráveis que ele promove no solo geralmente aumentam o rendimento de grãos do milho (SCHERER et al., 2007).

A aplicação de dejetos na superfície do solo favorece as perdas de nitrogênio por volatilização. Amaral Sobrinho et al. (1983) observaram que parte do nitrogênio aplicado na forma orgânica pode também ser perdido por desnitrificação. O dejetos em superfície também aumenta nas camadas superficiais as concentrações de determinados nutrientes (CASSOL et al., 2012), como o fósforo, ficando o nutriente sujeito a transporte por escoamento superficial (BERTOL et al., 2004). Consequentemente, grande quantidade de nutrientes perdidos, o dejetos perde sua eficiência como fertilizante. Entre as estratégias em estudo para atenuar essas perdas destacam-se a incorporação do dejetos no solo e o uso de inibidores de nitrificação.

Neste contexto, o trabalho tem por objetivo avaliar a produtividade e a matéria seca do milho em plantio direto com aplicação incorporada ou superficial de dejetos líquido suíno e fertilizante mineral com ou sem inibidor de nitrificação.

O trabalho foi conduzido em condições de campo com cultivo de milho (*Zea mays*) em sistema de plantio direto no ano agrícola 2014/15, em Lages – SC, com altitude média de 892 m. O solo é classificado como CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico (EMBRAPA, 2013). O clima é mesotérmico úmido (tipo Cfb, de acordo com Köppen). As médias anuais de precipitação e temperatura são de 1.550 mm e 15,6 °C, respectivamente. O experimento compreendeu o esquema fatorial 2 x 5, com dois modos de aplicação dos fertilizantes: superficial e incorporado e cinco tipos de fertilização: testemunha (sem fertilização), fertilizante mineral; fertilizante mineral + dicianodiamida; dejetos líquido suíno e dejetos líquido suíno + dicianodiamida. O delineamento experimental foi blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo o modo de aplicação alocado na parcela principal e os fertilizantes nas subparcelas. O tamanho das parcelas foi de 168 m<sup>2</sup> e das subparcelas foi de 33,6 m<sup>2</sup>, e a área útil de 22,4 m<sup>2</sup>. A aplicação dos fertilizantes foi realizada em 19/11/2014. A dose de dejetos baseou-se na recomendação de nitrogênio para milho pelo CQFS-RS/SC (2004), para produtividade de 10 Mg ha<sup>-1</sup>. Assim, a dose do dejetos foi definida em 43 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. As doses de fertilizante mineral utilizadas foram 160 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio pela ureia, 135 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo pelo superfosfato triplo e 90 kg ha<sup>-1</sup> de óxido de potássio pelo cloreto de potássio. A dicianodiamida, em pó, foi misturada aos adubos no momento da aplicação no campo, na dose de 10 kg ha<sup>-1</sup>. O produto utilizado tem propriedade inibidora de nitrificação e é formulado juntamente com um inibidor da enzima urease (NBPT), com denominação comercial da Agrotain Plus® e contém 81 % de dicianodiamida. A incorporação do dejetos ao solo foi realizada com equipamento composto de um tanque metálico com capacidade para 4.000 L MEPEL®, contendo um conjunto de linhas de injeção distanciadas em 35 cm, fixadas ao chassi

do equipamento. A incorporação do dejetos foi realizada a uma profundidade de aproximadamente 7 cm e mobilização média na superfície do sulco foi de 10 cm. Para aplicação incorporada do fertilizante mineral, usou-se o mesmo equipamento de injeção, abrindo um sulco e aplicou-se os fertilizantes minerais manualmente. Posteriormente, estes sulcos foram fechados com uma enxada. O rendimento de grãos foi determinado pela colheita mecânica das espigas e a fitomassa foi coletando a parte aérea de oito plantas por parcela. Os resultados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias dos tratamentos foi através do teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

A incorporação do dejetos e do fertilizante mineral ao solo não afetou a fitomassa do milho em relação a aplicação superficial. Entretanto, houve diferença no efeito simples da fertilização. Como não houve deficiência hídrica e a disponibilidade de nutrientes no experimento foi mantido em níveis altos, não existiu diferença no rendimento da fitomassa entre os tratamentos com fertilização, com ou sem a adição de dicianodiamida. Com isso, considera-se que o dejetos é semelhante ao fertilizante mineral no fornecimento de nutrientes necessário para o acúmulo de fitomassa da parte aérea do milho. No entanto, a fertilização aumentou a fitomassa da parte aérea em relação à testemunha não fertilizada, independentemente de a fonte ter sido orgânica ou mineral.

Não houve efeito simples do modo de aplicação para o rendimento de grãos do milho. O rendimento de grãos dos tratamentos com fertilizante mineral apresentou resposta a adubação nitrogenada, pois o fertilizante mineral + dicianodiamida apresentou rendimento de grão superior a aplicação somente do fertilizante mineral. Este fato demonstra que o efeito da dicianodiamida foi positivo em conservar os teores de nitrogênio dos fertilizantes por mais tempo no solo. Entretanto, observa-se que para o fertilizante orgânico a presença da dicianodiamida não promoveu aumento de rendimento de grãos, devido à ausência de diferença dos tratamentos dejetos suíno + dicianodiamida e somente o dejetos. Assim, os tratamentos com dejetos não responderam somente a adubação nitrogenada. Provavelmente pode ser que o dejetos resultou em um maior crescimento das raízes em profundidade, aumentando o volume de solo explorado pela cultura do milho, podendo absorver maiores quantidades de outros nutrientes. Dados do trabalho de Schirmann et al. (2013), que avaliou a fertilização com DLS manejado com aplicações superficiais e DCD também não verificaram diferença no rendimento de grãos de milho. O tratamento dejetos resultou em rendimento de grãos superior ao fertilizante mineral.

A dicianodiamida somente foi eficiente para o fertilizante mineral para o rendimento de grãos. A incorporação do dejetos líquido suíno e do fertilizante mineral não afetou o rendimento de grão e a fitomassa da parte aérea do milho. O fertilizante orgânico apresentou produtividade superior ao fertilizante mineral, evidencia a eficiência do DLS como fertilizante para o cultivo de milho em CAMBISSOLO HÚMICO de Lages - SC.

## Referências

- BERTOL I., GUADAGNIN J.C., CASSOL P.C., AMARAL A.J., BARBOSA FT. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um Inceptisol sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 03, p. 485-494, 2004.
- CASSOL P.C., COSTA A.C., CIPRANDI O., PANDOLFO C.M., ERNANI PR. Disponibilidade de Macronutrientes e Rendimentos de Milho em Latossolo Fertilizado com Dejetos Suíno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 06, p. 1911-1923, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 306 p.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T.; NESI, C.N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 01, p.123-131, 2007.

SCHIRMANN J., Aita C., GIACOMINI S.J., PUJOL S.B., GIACOMINI D.A., GONZATTO R., OLIVO J. Inibidor de nitrificação e aplicação parcelada de dejetos de suínos nas culturas do milho e trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, n. 04, p. 271- 280, 2013.

## MONITORAMENTO DE MACRONUTRIENTES SOB DIFERENTES USOS NA REGIÃO DE ARARAS EM MONTE CARMELO - MG

Adriane de Andrade Silva, Douglas Santana Serato, Regina Maria Quintão Lana,  
Marcelo Alves da Rocha Dias, Claudionor Ribeiro Silva

Universidade Federal de Uberlândia, Zootecnista, Professora ICIAG - UFU, Monte Carmelo - MG,  
*adriane@ufu.br*.

**Palavras-chave:** diversidade de cultivos; manejo do solo; análise de solo.

A importância de se gerir adequadamente a fertilidade do solo é uma das ferramentas para obtenção da sustentabilidade dos sistemas de cultivo. Observa-se que regiões tradicionais de cultivo agrícola tem se dedicado a práticas de alto nível tecnológico, mas muitas vezes deixam para trás práticas consagradas como a correção do solo e adubação dos cultivos.

Os solos da região possuem fertilidade efetiva e boa característica física, o que proporciona ao agricultor mesmo quando em baixas fertilidades efetuar a correção dos solos com facilidade. O manejo de solos na agricultura, a execução de zoneamentos ambientais, manejo da água e o planejamento de uso da terra, em uma região com potencial agropecuário é importantíssimo para tomadas de decisões sobre seu uso e ocupação. O levantamento do uso da terra é de grande importância para a cafeicultura, pois existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso e ocupação do solo, para que suas tendências possam ser analisadas como objetivo de fornecer subsídios às ações do planejamento regional (ROSA, 1990)

Sendo assim, objetivou-se caracterizar os teores de macronutrientes na fertilidade do solo nas diferentes culturas e mata nativa na região de Araras, no município de Monte Carmelo, MG, Brasil.

O experimento foi conduzido na região de Araras em Monte Carmelo, MG, região em que se encontra a unidade Araras do campus de Monte Carmelo da Universidade Federal de Uberlândia. Realizou-se a delimitação da região de amostragem, e todas as coletas foram georeferenciadas para geração de um mapeamento do uso e ocupação do solo correlacionado com a fertilidade do solo. Foram diagnosticadas através do uso de mapa da região as diferenças entre os usos e coletadas as amostras de solo. Foram retiradas 44 amostras e analisadas de acordo com Embrapa (2011) em que as culturas principais foram café, pastagem, e observou-se algumas culturas diferenciadas, como tomate, mogno, banana, feijão, milho irrigado, milho safrinha, áreas em pousio e mata nativa, principalmente nas proximidades de corpos d'água. Foram separadas as amostras de acordo com as frequências das classes de fertilidade de solo descritas na CFSEMG (1999) e elas também foram agrupadas por cultura, separadas em café, pastagem e demais cultivos. Foram determinadas aqui as categorias dos macronutrientes do solo (P, K).

Observa-se que em relação ao P todas as culturas que apresentam teores muito elevados são propriedades com alto nível tecnológico e em alguns casos demonstram alto investimento na adubação fosfatada, podendo-se inferir um baixo retorno dessa elevada aplicação uma vez que o fósforo tem a particularidade de envelhecer no solo, ou seja tornar-se não lábil (não disponível). Por outro lado a movimentação do P no solo é pouca, ele é considerado um elemento pouco móvel no solo, o que retirando a erosão superficial, não ocasiona impactos ambientais.

A média observada entre as amostras foi de 20,94 mg dm<sup>-3</sup>, valor classificado como alto para



solos com textura argilosa, a mais representativa da região. Essa média foi aumentada, pois 15 propriedades apresentaram classificação muito alta ( $< 18 \text{ mg dm}^{-3}$ ), essas amostras elevaram a média pois apresentaram teores de P disponível 3 maiores que  $100 \text{ mg dm}^{-3}$ , e 5 acima de  $40 \text{ mg dm}^{-3}$ . % amostras classificadas como alta ( $12,1 - 18,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ), 3 classificadas como boa ( $8,1 \text{ a } 12,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ), 4 amostras classificadas como baixa ( $4,1 - 8,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e 16 classificadas como muito baixa ( $< 4,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ) entre as categorias de P descritas na CFSEMG (1999). Observando-se a frequência 34 % da região encontra-se com P disponível muito alta, 11,36 % classificada como alta, 6,81 % classificado como bom e 9,09 % classificado como baixo e 36,36 % classificado com muito baixo.

Lopes e Guilherme (2016), observaram uma mediana de  $0,4 \text{ mg dm}^{-3}$  estudando as características de P da região do Cerrado brasileiro, na década de 1960, na época das expansões do cerrado, 90 % das amostras apresentaram valores menores que 0,2. Esses autores relataram que a disposição muito baixo P é provavelmente uma das condições mais importantes nesses solos para a produção agrícola não adequada. E a falta quase absoluta de fósforo disponível tem sido relatada em muitos experimentos em toda a área de Cerrado.

Essa melhor condição dos solos da região avaliada, pode ser reflexo desse avanço tecnológico observado nas propriedades com café e culturas irrigadas, avaliadas na região, permanecendo as áreas de agricultura familiar e principalmente pastagens, com áreas com baixos teores desse nutriente.

Se considerarmos os teores de K disponível ( $\text{K}^+$ ) dos solos avaliados, observamos que nenhuma amostra estava classificada como muito baixa ( $< 15 \text{ mg dm}^{-3}$ ), 4 amostras classificadas como baixa ( $16 - 40 \text{ mg dm}^{-3}$ ), 9 amostras classificadas como regular ( $41 \text{ a } 70 \text{ mg dm}^{-3}$ ), 14 considerada alta ( $71 - 120 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e 17 amostras consideradas muito altas ( $> 120 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Apesar da maioria (38,63 %) estar classificada como muito elevado, observa-se que 32 % das amostras estavam com teor adequado para a maioria das culturas, e nenhuma amostra com teor considerado muito baixo. O potássio tem grande importância para as culturas que dependem de florada, como a cafeicultura, pois contribui para o maior pagamento dessas flores, e também condiciona a melhor qualidade de bebida.

O K tem importância para todas as culturas pela atuação na abertura e fechamento de estômatos, que regularizam o processo de assimilação de carbono e perda de água, afetando a turgescência e a expansão foliar, que propicia melhor aproveitamento da energia solar (MALAVOLTA, 2006). As plantas têm necessidade de manter o teor de potássio elevado no citoplasma das células, para garantir a atividade enzimática, pois não apresenta alta afinidade com compostos orgânicos e para manter a neutralização de ânions e do pH em níveis adequados para o funcionamento (MARSCHENER, 1995).

Lopes e Guilherme (2016) obtiveram 84,4 % das amostras com teores de  $\text{K}^+$ , estavam classificadas entre  $0,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , ou seja, próximo a  $55 \text{ mg dm}^{-3}$ , eles atribuíram na época que as respostas aos fertilizantes potássicos nesses solos não eram tão comuns ou tão grandes quanto as da aplicação de calcário e fósforo.

Conclui-se que há muitos solos na região do campus Araras da Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, com teores dentro do ideal para os teores de fósforo e potássio.

Agradecimentos: À FAPEMIG pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1999, p.180

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. A Career Perspective on Soil Management in the Cerrado Region of Brazil, **Advances in Agronomy**, v. 137, page 1-72; 2016.

ROSA, R.A. **Utilização de imagens TM/LANDSAT em levantamento de uso do solo**. 1990

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed.London: Academic Press, 1995.889p.

## AJUSTES DOS MODELOS FREUNDLICH E LANGMUIR NA ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM SOLOS ORIZÍCOLAS CATARINENSE

Marcia Aparecida Simonete<sup>1</sup>, Paulo Roberto Ernani<sup>2</sup>, Letícia Moro<sup>2</sup>,  
Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Blumeterra Comércio e Serviços Ltda., Responsável Técnico, Otacílio Costa - SC, *marciasimonete@gmail.com*; <sup>2</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina; <sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas.

**Palavras-chave:** isoterma; sorção de fósforo; arroz.

Em solos sazonalmente alagados, formas de óxidos e hidróxidos de Fe de baixa cristalinidade tornam-se predominantes com o passar do tempo, tornando-se um dos principais componentes na adsorção de P por possuírem uma maior superfície específica e, por conseguinte, uma maior quantidade de sítios de adsorção (GONÇALVES et al., 2011).

Dentre as isotermas de adsorção mais utilizadas no estudo da adsorção, destacam-se a de Langmuir e a de Freundlich. A equação de Langmuir é uma função hiperbólica e permite estimar a capacidade máxima de adsorção de fosfato pelo solo e a constante relacionada com a energia de adsorção. No modelo de Freundlich a equação é exponencial, onde a energia de adsorção decresce logarithmicamente à medida que a superfície é coberta pelo soluto, o que a diferencia da equação de Langmuir (energia de adsorção constante).

Contudo, dentre os que investigam a adsorção de P, poucos são os que buscam o ajuste dos dados experimentais utilizando as equações dos modelos em sua forma original (não linearizada). Barrow (2008), alerta que a linearização dos dados causa dificuldades estatísticas, pois se perde a independência entre as variáveis, diminuindo artificialmente o erro e aumentando o ajuste do modelo aos dados.

Esse trabalho objetivou avaliar os modelos matemáticos de Langmuir e Freundlich, por meios dos parâmetros de adsorção de P (formas originais e linearizadas), em solos catarinenses cultivados com arroz irrigado por alagamento.

O estudo foi conduzido em novembro de 2013, na Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages, SC. Utilizou-se amostras da camada de 0-20 cm de solos cultivados com arroz: ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico (OXs), coletado em Jaguaruna; GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico (GXbd), coletado em Gaspar (G) e em Itajaí (I); e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico (CXbd), coletados em Itajaí (I) e em Pouso Redondo (P). Nos respectivos solos OXs, GXbd-G, GXbd-I, CXbd-I e CXbd-P foram determinados: matéria orgânica (218; 42; 35; 16 e 23 g kg<sup>-1</sup>) e argila (181; 299; 670; 270 e 427 g kg<sup>-1</sup>), segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Teores de ferro extraído por oxalato a pH 3 (10,0; 5,6; 7,1; 8,0 e 8,3 g kg<sup>-1</sup>, para os respectivos solos) (SCHWERTMANN, 1964).

Com base nos valores de P remanescente (P-rem) (ALVAREZ et al., 2000), definiu-se as concentrações de P: 0; 8; 12; 20; 30; 40; 50; 60; 70 e 80 mg L<sup>-1</sup>, para o solo GXbd-G; 0; 5; 10; 15; 25; 35; 50; 65; 80; 95 e 110 mg L<sup>-1</sup>, para o solo CXbd-I; e 0; 7,5; 15; 30; 45; 60; 75; 90; 110; 130 e 150 mg L<sup>-1</sup>, para os solos OXs, GXbd-I e CXbd-P. Em amostras triplicadas dos solos foram adicionadas às concentrações de P na relação solo:solução 1:10, agitadas por 16 h e centrifugadas, determinando-se o P da solução.

Os dados de P adsorvido e P em solução foram submetidos ao ajuste das equações: i) Langmuir, nas respectivas formas hiperbólica e linear,  $P_{\text{adsorvido}} = (a \times b \times P_{\text{solução}}) \div (1 + a \times P_{\text{solução}})$

e  $P_{\text{solução}} \div P_{\text{adsorvido}} = 1 \div (a \times b) + (1 \div b) \times P_{\text{solução}}$ ; ii) Freundlich, nas respectivas formas exponencial e linear,  $P_{\text{adsorvido}} = k \times P_{\text{solução}}^{1/n}$  e  $\log P_{\text{adsorvido}} = \log k + 1 \div n \log P_{\text{solução}}$ . Onde o  $P_{\text{adsorvido}}$  = quantidade de P adsorvido por unidade de massa de solo ( $\text{mg g}^{-1}$ ),  $P_{\text{solução}}$  = concentração de P na solução em equilíbrio ( $\text{mg L}^{-1}$ ), “a” = constante relacionada com a energia de ligação ( $\text{mg L}^{-1}$ ), “b” = capacidade máxima de adsorção de P (CMAP) ( $\text{mg g}^{-1}$ ), “k” coeficiente de adsorção de Freundlich ( $\text{mg g}^{-1}$ ) que sugere a adsorção de P, e “n” indica qualitativamente a reatividade dos sítios de ligação do solo.

A quantidade de P adsorvido obtida a cada solo, como variável da concentração de P da solução de equilíbrio, foram ajustadas as isotermas de Langmuir, nas formas hiperbólica e linear, e Freundlich, nas formas exponencial e linear. Sendo as curvas comparadas entre si e àquelas obtidas experimentalmente.

As curvas obtidas com os valores estimados de adsorção de P para os solos estudados, a partir da modelo de Langmuir, tanto na forma hiperbólica quanto na forma linear, aproximaram-se mais daquelas dos valores observados do que as curvas com os valores obtidos com o modelo de Freundlich, nas formas exponencial e linear.

Em todos os solos, para os parâmetros do modelo de Langmuir, praticamente não houve diferença entre as técnicas de ajuste original e linearização. Os valores obtidos para a CMAP (parâmetro “b”), para os respectivos ajustes foram: OXs = 1,451 e 1,455  $\text{mg g}^{-1}$ ; GXbd-G = 0,419 e 0,405  $\text{mg g}^{-1}$ ; CXbd-I = 0,693 e 0,867  $\text{mg g}^{-1}$ ; GXbd-I = 0,849 e 0,867  $\text{mg g}^{-1}$ ; e CXbd-P = 0,823 e 0,858  $\text{mg g}^{-1}$ . Para o parâmetro “a” (energia de ligação) os valores em  $\text{mg L}^{-1}$  nos respectivos ajustes foram: OXs = 0,430 e 0,599; GXbd-G = 0,810 e 1,245; CXbd-I = 0,519 e 0,510; GXbd-I = 0,669 e 0,623; e CXbd-P = 0,795 e 0,679. Já para o modelo de Freundlich, exceto para o CXbd-P, houve diferença entre as técnicas de ajuste (original e linear) nas concentrações de equilíbrio mais elevadas, onde a contate “k” (coeficiente que sugere a adsorção de P) e “n” (reatividade dos sítios de ligação do solo) estimados pela linearização foram menores que os estimados pela original (exponencial). Os valores obtidos para “k”, na forma original e linear foram, respetivamente: OXs = 0,446 e 0,398  $\text{mg g}^{-1}$ ; GXbd-G = 0,185 e 0,155  $\text{mg g}^{-1}$ ; CXbd-I = 0,257 e 0,229  $\text{mg g}^{-1}$ ; GXbd-I = 0,354 e 0,312  $\text{mg g}^{-1}$ ; e CXbd-P = 0,417 e 0,327  $\text{mg g}^{-1}$ . Para “n”, os valores em  $\text{mg L}^{-1}$  foram, respetivamente: OXs = 2,396 e 1,831; GXbd-G = 3,548 e 2,894; CXbd-I = 3,284 e 2,613; GXbd-I = 4,114 e 3,177; e CXbd-P = 4,251 e 3,362.

Os solos minerais GXbd-I e CXbd, com maior teor de argila (670 e 427  $\text{g kg}^{-1}$ , respectivamente), e o solo orgânico (OXs) apresentaram maior capacidade de adsorção de P (valores obtidos tanto pelo parâmetro “b” da equação de Langmuir quando pela constante “k” da equação de Freundlich), indicando que, à medida que ocorre aumento na quantidade de argila, os solos minerais apresentam maior adsorção de P. Isso se deve provavelmente à maior presença de óxidos de Fe baixa cristalinidade na fração argila desses solos (8,0 e 8,3  $\text{g kg}^{-1}$ , respectivamente). Já para o OXs, embora a quantidade de argila seja baixa (181  $\text{g kg}^{-1}$ ), a matéria orgânica contribui para o incremento da adsorção do fosfato, pelo impedimento da cristalização dos óxidos, aumentando a superfície de adsorção (SILVA NETO et al., 2008). O que pode ser observado pela maior quantidade de óxido de ferro extraído por oxalato a pH 3 (10,0  $\text{g kg}^{-1}$ ). Gonçalves et al. (2011), estudando solos oxidados e reduzidos observaram que a adsorção de P nos solos está melhor relacionada aos óxidos de Fe pouco cristalinos.

Em todos os solos, o modelo de Langmuir, tanto ajustado por meio da técnica linear quanto na forma original (hiperbólica), apresentou melhor ajuste aos dados experimentais, em comparação ao modelo de Freundlich, descrevendo melhor a capacidade de adsorção de P. O modelo de Freundlich promoveu menor ajuste aos dados, principalmente quando ajustado na forma linearizada.

## Referências

- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; DIAS, L.E.; OLIVEIRA, J.A. Determinação e uso do fósforo remanescente. **Bol. Inf. SBCS.** v. 25, p. 27-32, 2000.
- BARROW, N.J. The description of sorption curves. **Eur. J. Soil Sci.** v. 59, p. 900-910, 2008.
- GONÇALVES, G.K.; MEUER, E.J.; BORTOLON, L.; GONÇALVES, D.R.N. Relação entre óxidos de ferro e de manganês e a sorção de fósforo em solos no Rio Grande do Sul. **Rev Bras Cienc Solo.** v. 35, p.1633-9, 2011.
- SCHWERTMANN, U. Differenzierung der eisenoxide des bodens durch extraction mit ammonuioxalat-losung. **Z Pflanz Dung Boden.** v. 105, p. 194-202, 1964.
- SILVA NETO, L.F; INDA, A.V; NASCIMENTO, P.C.; GIASSON, E.; SCHMITT, C.; CURI, N. Characterization and classification of floodplain soils in the Porto Alegre metropolitan region, RS. Brazil. **Cienc Agrotec.** v.39, p. 423-34. 2015.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)

## FERTILIDADE DO SOLO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NO CERRADO DE BAIXA ALTITUDE

César Gustavo da Rocha Lima<sup>1</sup>, Paulo Ricardo Teodoro da Silva<sup>1</sup>, Rafael Montanari<sup>1</sup>,  
Lígia Maria Lucas Videira<sup>1</sup>, Michelle Vilela<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Professor, Ilha Solteira - SP, [cesarlima@dec.feis.unesp.br](mailto:cesarlima@dec.feis.unesp.br); <sup>2</sup>Monsanto do Brasil.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; manejo do solo; química do solo; geoestatística.

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a mais importante planta leguminosa cultivada no mundo atualmente. No Brasil a região Centro-Oeste é a maior produtora com 45,83 % da produção nacional (CONAB, 2016). Apesar da expressividade da região Centro-Oeste na produção de soja há um predomínio de solos de reduzida fertilidade, com baixos teores de cátions trocáveis e elevado grau de acidez, características do Bioma Cerrado.

Machado et al. (2004) inferiram que a cultura da soja exporta grandes quantidades de nutrientes das áreas de plantio. Assim, a recomendação georreferenciada de adubos e corretivos assume grande importância, pelo fato de as produtividades nos talhões serem niveladas pelo potencial produtivo de cada parte do terreno e por esse tipo de manejo representar redução no custo da adubação, que atinge valores na faixa de 25 a 35 % do custo total de produção da cultura.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a variabilidade, a dependência e as correlações lineares e espaciais entre produtividade da soja com os atributos químicos do solo, com a finalidade de identificar quais atributos do solo melhor se relacionam com a produtividade, visando o seu manejo específico para o local estudado.

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2015/16, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), localizada no município de Selvíria – MS, com altitude média de 335 m, clima tropical com estação seca de inverno e precipitação média de 1300 mm (CENTURION, 1982). O solo da área é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, a área de instalação do experimento possui irrigação por pivô central e vinha sendo trabalhada há treze anos sob sistema plantio direto, com sucessão e rotação das culturas da soja, milho (verão) e feijão (inverno). Para correção química e elevação da saturação por bases a 70 % foram aplicados 2,1 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico em 19/08/2015.

A semeadura da soja, cultivar M7110 IPRO, ocorreu em 03/12/2015, utilizando-se do espaçamento de 0,45 m entrelinhas e densidade de semeadura de 16 sementes m<sup>-1</sup> na linha de semeadura. Na adubação de semeadura foram aplicados 250 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04-20-20. As sementes foram tratadas com o fungicida carboxin + thiram na dosagem de 50 + 50 g i.a. para 100 kg<sup>-1</sup> de semente e em seguida com inoculante líquido em dosagem para fornecer 600.000 células por semente. Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com o estabelecido para a cultura.

Para coleta dos dados, foi alocada uma malha geoestatística constituída de 51 pontos equidistantes, distribuídos em três transeções de forma a cobrir os 7500 m<sup>2</sup> da área experimental. A distância entre pontos foi de 10 m e o comprimento da transeção de 180 m. Para a estimativa da produtividade definiu-se uma área útil, compreendendo quatro linhas de 2 m de cultivo (8 m<sup>2</sup>) ao redor de cada ponto. A produtividade foi corrigida para 13 % base úmida e determinada quando as

plantas atingiram o estágio R8. As amostras coletadas para determinação dos atributos químicos do solo (fósforo [P], matéria orgânica [MO], pH [pH], cálcio [Ca], magnésio [Mg], potássio [K], alumínio [Al], acidez potencial [AP], soma de bases [SB], saturação por base [V %], capacidade de troca catiônica [CTC] e saturação por alumínio [m %]) foram coletadas durante o estágio R8 da soja e consistiram de 3 subamostras por ponto amostral, nas camadas de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m. A determinação da análise química do solo foi realizada segundo a metodologia descrita por Raij et al. (2001).

Na análise exploratória dos dados foram calculadas as medidas de posição (média, mediana), de dispersão (desvio padrão) e de forma da distribuição (coeficiente de variação, coeficiente de assimetria e coeficiente de curtose). A hipótese de normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro e Wilk, a nível de 5 % de probabilidade, através do *software* SAS.

Para avaliar o grau de correlação entre as variáveis utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson (R), calculados por meio do *software* Excel. A análise espacial foi realizada pelo uso do pacote geoestatístico Gamma Design Software 7.0 - GS+. Assim para cada atributo, analisou-se sua dependência espacial pelo cálculo do semivariograma simples. Em seguida, ajustaram-se os semivariogramas cruzados entre as combinações de produtividade da soja com atributos químicos do solo. Para definição do melhor modelo semivariográficos, simples e cruzados, levou em consideração a menor soma dos quadrados dos desvios (RSS), o maior coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e o maior avaliador da dependência espacial (ADE).

Os resultados referentes à estatística descritiva indicaram normalidade para a maior parte dos dados com exceção do P, Ca, Mg, Al, SB e m % na camada de 0-0,10 m e para o P, MO, Ca, AP, Al e m % na camada de 0,10-0,20 m.

Os coeficientes de variação indicaram homogeneidade dos dados ( $CV < 10$ ) para as variáveis produtividade de grãos, MO e pH, esses últimos dois nas duas camadas. O restante dos atributos químicos apresentou CV alto a muito alto, segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002).

A média de produtividade de grãos foi de 4434 kg ha<sup>-1</sup> ficando acima da média nacional (2.988 kg ha<sup>-1</sup>) segundo Conab (2016). As precipitações regulares na região e a suplementação hídrica (pivô central) aliado ao cultivo em solo sob sistema plantio direto são os prováveis motivos da elevada produtividade observada.

De acordo com a classificação proposta por Raij (2001) a média dos atributos químicos do solo foi alta na primeira camada para o K (3,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), Ca (35,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), Mg (32,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e pH (5,4 em CaCl<sub>2</sub>), sendo o Ca (17,3 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e Mg (14,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) alta nas duas camadas, fato devido a calagem.

A correlação linear de Pearson apresentou significância entre produtividade de grãos e a capacidade de troca catiônica na segunda camada ( $r^2 = 0,330^*$ ). Tal correlação se apresentou de modo direto entre causa-efeito. Do ponto de vista geoestatístico, a análise dos parâmetros semivariográficos simples revelou dependência espacial para maior parte das variáveis com elevada dependência espacial (ADE > 75 %), à exceção ao K da primeira camada e MO, Ca, SB e m % da segunda camada os quais apresentaram ADEs menores. Os alcances variaram de 22, 6 m (Mg) a 73,2 m (MO), ambos na camada superficial. Apenas os atributos AP, Al, V % e m % (0-0,10 m), apresentaram efeito pepita puro.

A análise da correlação espacial evidenciou interação entre a produtividade de grãos e os teores de K e CTC (0-0,10 m). Enquanto que na camada de 0,10-0,20 m a correlação espacial da



produtividade de grãos foi apenas com CTC. Ambas as correlações foram positivas, indicando que melhores condições do K e CTC evidenciariam maiores valores de produtividade. Deste modo, tanto linear quanto espacialmente, a CTC do solo se destaca como um apreciável indicador para definição das zonas específicas de manejo por apresentar forte influência na produtividade da soja cultivada sob sistema plantio direto.

## Referências

CENTURION, J. F. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira. **Científica**, v.10, p.57-61, 1982.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira - Grãos**. v.3 – Safra 2015/16 – n.7, Abril 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>

MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A.; CARMO, C. A. F. S.; MEIRELLES, M. S. P.; MANZATTO, C. V. Estudo de caso em agricultura de precisão: manejo de lavoura de soja na região de campos gerais, PR. In: MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A. (Org.). **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. p.93-113.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**, Piracicaba: FEALQ, 2002. 305p.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

## EMIÇÃO DE ÓXIDO NITROSO E METANO NA CULTURA DO FEIJÃO EM SISTEMAS INTEGRADO DE PRODUÇÃO

Guilherme Seiki Iwasaki<sup>1</sup>, Jonatas Thiago Piva<sup>2</sup>, Kelen Cristina Basso<sup>2</sup>, Anibal de Moraes<sup>1</sup>, Cimélio Bayer<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Mestrando, Curitiba - PR, *guilhermeseiki@gmail.com*; <sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Catarina; <sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Palavras-chave:** gases de efeito estufa; aquecimento global; adubação de sistemas.

Os estudos em emissões de gases de efeito estufa (GEE) vêm crescendo, devido ao aumento da concentração na atmosfera do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e metano (CH<sub>4</sub>), os três principais GEE. Entre eles, estabeleceu-se um potencial de aquecimento global, onde o CO<sub>2</sub> possui um potencial igual a 1, o CH<sub>4</sub> de 23 e o N<sub>2</sub>O de 296, em função das características moleculares e do tempo de permanência na atmosfera (IPCC, 2007). Para a cultura do feijão o nutriente de maior necessidade é o nitrogênio, devido ao seu alto teor presente nos tecidos e grãos, consequentemente é o nutriente de maior extração pela planta. A principal fonte de nitrogênio (N) utilizada para a cultura é a ureia, onde ocorrem perdas de N por emissão de GEE, principalmente, através da nitrificação e a desnitrificação.

Sendo assim o objetivo do trabalho foi avaliar as emissões de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>, na cultura do feijão dentro de um sistema de integração lavoura-pecuária em clima temperado.

O experimento foi conduzido na Fazenda experimental agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitiba - SC, situada a 1050 m de altitude, sob um CAMBISSOLO HÁPLICO de textura argilosa (550 g kg<sup>-1</sup> de argila) (EMBRAPA, 2013). O clima da região segundo Köppen, é classificado como Cfb temperado. A precipitação média anual de 1500 mm, com temperatura média entre 15 °C e 25 °C. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 2 x 3. Os tratamentos foram divididos entre o período de inverno e verão. No período invernal foram duas doses de N nas parcelas principais (0 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) utilizando a ureia (45 % de N) como fonte, aplicados em cobertura em três períodos, no perfilhamento e após as saídas dos animais do piquete na pastagem de triticale cv. T Polo 981 em consórcio com aveia branca cv. IPR Esmeralda. Sendo que, para cada dose foram submetidos a duas alturas de pré-pastejo na subparcela (25 e 35 cm) manejados com 50 % de desfolha. No verão foi realizada uma subdivisão das parcelas com residuais do pasto em três tratamentos: sementes de feijão (IPR Tangará) inoculadas e sem aplicação de N (TI), sementes inoculadas + N (TI+N) e sementes sem inoculação + N (TN), onde a dose de N (60 kg ha<sup>-1</sup>) foi aplicada em cobertura na cultura de verão no estágio V4.

O método de coleta dos gases foi a partir da câmara estática, descrita por Mosier (1989) e Parkin et al. (2003). Foi realizada 1 coleta anteriormente à aplicação de N (1º dia antes), e mais 8 coletas após a aplicação de N (no 2º, 5º, 9º, 15º, 27º, 44º, 68º e 100º dias após). Os momentos de coletas de cada amostra foram em intervalos de 15 minutos previamente definidos, sendo realizada a primeira imediatamente após a montagem da câmara sobre a base. As amostras seguiram para o laboratório de análises biogeoquímicas do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), onde os gases foram determinados por cromatografia através do equipamento GC - Shimadzu 14-A.

Os resultados foram submetidos à análise da variância, utilizando-se o teste de Tukey (p < 0,05) para a comparação entre médias dos tratamentos.

As emissões de  $N_2O$  variaram de fluxo de  $3,06 \mu g m^{-2} h^{-1}$ , no TI, até  $1584,63 \mu g m^{-2} h^{-1}$  para o TI+N. De modo geral, o tratamento TI não apresentou picos expressivos, sendo que para esse tratamento a emissão média foi de  $11,05 \mu g m^{-2} h^{-1}$ . Na primeira coleta (1 dia antes da aplicação), foi observado diferença significativa, onde os tratamentos que foram inoculados apresentaram menores emissões em relação ao tratamento que não houve inoculação. No 2º e 5º dia após a aplicação da ureia, houve diferença significativa do tratamento TI, que não ocorreu aplicação, sendo que o tratamento com ureia (TN e TI+N), apresentaram emissões superiores. O pico de emissão começa a declinar no 9º dia após a aplicação da ureia, onde o tratamento TI+N apresenta emissão superior ao tratamento TI, porém ambos não diferem do tratamento TN, chegando ao 15º dia sem diferença significativa. No 27º dia após a aplicação, voltou a ocorrer um pico de emissão de  $N_2O$ , esse fato está associado a um período longo de chuva, ocorrido após um longo período de estiagem. Esse momento apresentou o maior pico de emissão, chegando a  $1584,63 \mu g m^{-2} h^{-1}$  no tratamento TI+N, sendo superior ao tratamento TI ( $524,79 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ), e ambos não diferem do tratamento TN ( $774,85 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ). Na última coleta 100 dias após a aplicação, cerca de 20 dias após a colheita, ocorreu diferença significativa na emissão, o tratamento TI+N apresentou a maior emissão ( $515,09 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ), superior ao TN ( $220,5 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ) e ambos não diferem do tratamento TI ( $404,74 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ), isso ocorre em função do início da degradação do material vegetal oriundo da cultura de verão.

Para as emissões de  $CH_4$ , ocorreram variações no 5º e 9º dias após a aplicação da ureia, apresentando maior emissão para o tratamento TI+N apresentando um fluxo de  $17,25 \mu g m^{-2} h^{-1}$  e um influxo de  $-21,90 \mu g m^{-2} h^{-1}$  respectivamente, diferindo significativamente dos demais tratamentos (TI e TN). Aos 27 dias após a aplicação o tratamento TN apresentou maior emissão ( $52,01 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ), diferindo significativamente do tratamento TI ( $-20,93 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ) e ambos não diferiram do tratamento TI+N ( $15,60 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ). No 44º dia após a aplicação, o tratamento TI apresentou maior emissão ( $77,98 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ), diferindo significativamente do tratamento TI+N ( $4,86 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ) e ambos não diferiram do tratamento TN ( $42,04 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ). Aos 100 dias após a aplicação da ureia o tratamento TI+N apresentou maior emissão, com fluxo de  $86,45 \mu g m^{-2} h^{-1}$ , diferindo significativamente do tratamento TN e TI ( $0,29 \mu g m^{-2} h^{-1}$  e  $30,78 \mu g m^{-2} h^{-1}$ ), respectivamente.

O pico de emissão de  $N_2O$  observado a partir do 2º dia após aplicação, pode estar relacionado com o tempo necessário para ocorrerem os processos de nitrificação do  $NH_4^+$  para  $NO_3^-$  e de desnitrificação deste para  $N_2O$ . Também conforme reportado por Piva (2012), os picos de emissão de  $N_2O$  e  $CH_4$  coincidem ao período após a aplicação de N na cultura e são dependentes das condições do ambiente. O que corresponde aos dados de  $N_2O$  encontrado no presente trabalho. Para o  $CH_4$ , necessitou de maior tempo para ocorrer o processo de metanogênese, esse fato pode estar ligado a umidade no solo, onde a chuva ocorrida no período após a aplicação do N, não foi suficiente para proporcionar o aumento na concentração no solo de amônio ( $NH_4^+$ ) disponível, e atuar como inibidor da oxidação de  $CH_4$  nos solos. Esse fato só se consolidou no segundo período de chuva, aos 27º dias após a aplicação do N, causando o pico de emissão de  $CH_4$ .

A aplicação de N, proporcionou maiores emissões de  $N_2O$  na cultura do feijão em sistemas integrados, porém não resultou em maiores emissões de  $CH_4$ .

## Referências

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: 2013.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. **Climate Change 2007**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, IPCC, 104, 2007.

PIVA, J.T. **Fluxo de gases de efeito estufa e estoque de carbono do solo em sistemas integrados de produção no sub-trópico brasileiro** (Tese de Doutorado). Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2012.

## AVALIAÇÃO DO REPOLHO CULTIVADO EM SUCESSÃO A DIFERENTES COBERTURAS E DOSES DE ADUBAÇÃO MINERAL

Dinamar Marcia da Silva Vieira, Fernando Rodrigues da Cunha Gomes, José Luiz Rodrigues Torres, Antônio Carlos Barreto, Ricardo de Oliveira Parolini

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Mestrando, Uberaba - MG, [marcinha\\_0202@hotmail.com](mailto:marcinha_0202@hotmail.com).

**Palavras-chave:** brassicas; características agronômicas; ciclagem de nutrientes.

Dentre as várias hortaliças cultivadas no país o repolho tem se destacado, por ter elevada importância nutricional e econômica, que pode ser cultivada durante o ano todo, em vários tipos de solos, clima e estados brasileiros. São plantas de crescimento rápido, tem alto valor nutritivo e comercial, contudo, necessitam de elevadas quantidades de fertilizantes minerais na sua produção. Uma das alternativas utilizadas para diminuir o consumo destes fertilizantes é o uso de plantas de cobertura antecedendo o cultivo destas hortaliças, que após serem manejadas, podem causar melhoria da fertilidade do solo, aumento do teor de matéria orgânica, maior ciclagem e mobilização de nutrientes para as culturas sucessoras. Entretanto, as condições edafoclimáticas do Cerrado dificultam o cultivo de plantas de coberturas para produção de biomassa e cobertura do solo antecedendo a cultura comercial, mesmo assim, alguns resultados mostram que braquiária, milheto e crotalária têm produzido resíduos em quantidade e qualidade adequada em ambas as estações do ano. Logo após o manejo destas coberturas, estes resíduos entram em processo de decomposição e ciclam os nutrientes contidos nesta palhada. Neste estudo avaliou-se a influência dos resíduos culturais das coberturas de solo, associadas ao uso de diferentes doses de adubação mineral em algumas características agronômicas e no rendimento do repolho, em Uberaba - MG. O estudo foi conduzido num LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura média, no município de Uberaba, entre junho a dezembro de 2015. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4 x 3), com 4 tipos de cobertura: crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.); braquiária (*Urochloa brizantha* cv. Marandu), milheto ADR 500 (*Pennisetum glaucum* L.) e mistura de crotalária+milheto; Três doses de adubação mineral (0,0; 50 e 100 % da adubação recomendada para a cultura), no cultivo do repolho cv Astrus plus, com 4 repetições, em parcelas de 4,0 x 5,0 m. As doses de adubo foram definidas com base na análise do solo e de acordo com a recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999). A dose de nitrogênio (N), fosforo (P) e potássio (K) recomendado para a cultura foi de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. N e K foram parcelados no plantio, 30 e 45 dias após, além disso, foi aplicado 1 g de ácido bórico (17,5 % de B) por cova. Para avaliação da biomassa seca (BS) coletou-se amostras numa área de 2 m<sup>2</sup> por parcela, que foram secas a 65 °C por 72 horas e pesadas. Utilizou-se com mudas com idade de 30 dias após semeadura em bandejas. A colheita do repolho foi realizada quando a compacidade das cabeças alcançava a aceitação comercial. Após a colheita, as plantas foram levadas ao laboratório para avaliações do número de folhas (NF), altura (A), diâmetro da cabeça (Dcab), do caule (Dcau) e horizontal (DH), massa fresca (MFC) e massa seca (MSC) da cabeça e produtividade (Prod). Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SISVAR. Aplicou-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott (p < 0,05). Na produção de biomassa verde (BV) e seca (BS) das coberturas constatou-se

que o maior valor ocorreu na mistura de crotalária + milho (C + M) (23,09 e 12,57 t ha<sup>-1</sup>), que foi significativamente superior ( $p < 0,05$ ) quando comparado às outras coberturas avaliadas. Crotalária (C) (20,34 e 11,60 t ha<sup>-1</sup>) e milho (M) (19,81 e 9,67 t ha<sup>-1</sup>) tiveram produção semelhante e foram maiores que a registrada na braquiária (B) (13,18 e 6,81 t ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Todos os valores de BV e BS encontrados neste estudo estão na faixa de 6,0 a 13,0 t ha<sup>-1</sup>, 7,0 a 12,0 t ha<sup>-1</sup> e 4,0 e 9,0 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, relatados em outros estudos conduzidos nas mesmas condições edafoclimáticas do cerrado (CRUSCIOL; SORATTO 2009; CARVALHO et al., 2011; TORRES et al., 2015), entretanto os valores encontrados para a mistura C + M (23,09 e 12,57 t ha<sup>-1</sup>) estão acima dos valores destacados por Bettiol e Sá (2013), de 6,08 a 12,7 t ha<sup>-1</sup>. Esta elevada produção de BS produzida além de proporcionar boa cobertura do solo, ainda favorece a manutenção da sua temperatura e umidade, pode manter ou aumentar o teor de matéria orgânica e influenciar positivamente a ciclagem de nutrientes decorrentes do processo de decomposição dos resíduos, principalmente de nitrogênio (N) e potássio (K), conforme constatado por Crusciol e Soratto (2009) e Torres et al. (2015), que pode aumentar a produtividade da cultura em sucessão. Analisando as características agronômicas do repolho cultivado em sucessão as plantas de cobertura, observou-se ocorrerem diferenças significativas entre as coberturas avaliadas, que nos tratamentos onde havia a presença da crotalária (C e mistura C + M), os parâmetros diâmetro do caule (Dcau), massa fresca da cabeça (MFC) e produtividade (Prod) foram estatisticamente iguais e superiores ( $p < 0,05$ ), quando comparados aos tratamentos (B e M) onde havia a gramínea presente. A maior produção de BS registrado nestas culturas de cobertura, onde há a presença da leguminosa, provavelmente causou maior disponibilização de nutrientes para a cultura do repolho, principalmente de N, decorrente da elevada fixação biológica que ocorre na crotalária. Fontanetti et al. (2006) destacam que a absorção dos nutrientes provenientes da mineralização da matéria orgânica, depende da sincronia entre decomposição e liberação dos nutrientes contidos nos resíduos e da época de maior exigência nutricional da cultura. As doses de adubo avaliadas causaram alterações significativas nos parâmetros Dcau, MFC, Prod e número de folhas (NF), pois nas doses de 50 e 100 % os valores foram superiores ( $p < 0,05$ ), quando comparados à dose zero (0,0). Os resíduos culturais das coberturas associados às doses de 50 e 100 % da adubação recomendada para a cultura, influenciaram positivamente os indicadores agronômicos do repolho e aumentaram sua produtividade, entretanto, somente a ciclagem dos nutrientes contidos nos resíduos deixados por estas coberturas parecem não ser suficientes para que se tenha uma boa produção da cultura, pois os tratamentos com dose zero de adubo sobre qualquer cobertura foram os que apresentaram os piores resultados, entretanto, nas coberturas mistura C + M e C a produção na dose de 50 % foi estatisticamente igual a da dose de 100 %, isto indica que dependendo da cultura antecessora, pode-se diminuir as doses de adubo no cultivo desta hortaliça.

## Referências

- BETTIOL, J.V.T.; SÁ, M.E. **Plantas de cobertura, utilizando *Urochloa ruziziensis* solteira e em consórcio com leguminosas e seus efeitos sobre a produtividade de sementes do feijoeiro**. Relatório Final do Processo 1056/12 da Fundação Agrisus, Ilha solteira, 2013, 55p.
- CARVALHO, A.M.; SOUZA, L.L.P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; ALVES, P.C.A.C.; VIVALDI, L.J. Cover plants with potential use for croplivestock integrated systems in the Cerrado region. **Pesq. Agrop. Bras.**, n. 46, p. 1200-1205, 2011.
- CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P. Nitrogen supply for cover crops and effects on peanut grown in succession under a no-till system. **Agr. Jour.**, n. 101, p. 40-46, 2009.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J.; GOMES, L.A.A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S.R.G.; TEIXEIRA, C.M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Hor. Bras.**, n. 24, p. 146-150, 2006.

TORRES, J.L.R.; ARAUJO, A.S.; BARRETO, A.C.; SILVA NETO, O.F.; SILVA, V.R.; VIEIRA, D.M.S. Desenvolvimento e produtividade da couve-flor e repolho influenciados por tipos de cobertura do solo. **Hor. Bras.**, n. 33, p. 510-514, 2015.



## DIFERENTES FONTES E DOSES DE FÓSFORO NA PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Glycine max*) E EXTRAÇÃO DO P NO SOLO

Júnior Verardi, Alisson Alves, Eliakin Frederico Rafain, David Peres da Rosa, Nicael Tedesco dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão, Graduando,  
Ronda Alta - RS, [junior.verardi@hotmail.com](mailto:junior.verardi@hotmail.com).

**Palavras-chave:** Rizostar®; produtividade; extração de fósforo; adubação fosfatada.

A produção de grãos depende da presença e da disponibilidade de nutrientes no solo, contudo a uma demanda por elevadas quantidades de fosfatos na correção da fertilidade dos solos, sendo que o entrave é ausência das reservas abundantes de rochas fosfatadas de boa qualidade no País, tornando um empecilho na produção. Associado a isso, há elevado custo do fertilizante, que justifica a necessidade de mais estudos para otimizar a eficiência no uso de adubos fosfatados.

Atualmente há uma variação na solubilidade de fosfatos naturais e industrializados, em função da interação com os componentes edáficos, que influenciam fortemente a disponibilização do fósforo (P) às plantas, assim a forma de utilização dos fertilizantes, características das plantas e as condições climáticas regulam as respostas em produção das plantas (HOROWITZ; MEURER, 2003). Nessa problemática surgem no mercado novas alternativas de fornecimento de fósforo as plantas, uma delas é o Rizostar® PZ, um fertilizante mineral misto microgranulado, com doses 80 % mais baixas em relação as demais fontes de fósforo disponíveis, formulado com nitrogênio, fósforo, enxofre e zinco. Esse produto é considerado inovador, pois é dosado em doses muito baixas, de 15-40 kg ha<sup>-1</sup>, quando comparado com as demais fontes de fósforo disponível, e, sua aplicação em contato direto com a semente não causa danos em face de possuir a tecnologia de proteção do fósforo, que impede e bloqueia a ação de qualquer cátion do solo que possa interferir e insolubilizar o P (ARYSTA LIFE SCIENCE, 2014).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade da soja e a extração dos nutrientes do solo, submetida a 3 diferente doses de fertilizante fosfatados.

O experimento foi instalado na unidade experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia do Rio Grande do Sul, safra 2015/2016, em NITOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2006). A cultivar avaliada tem ciclo superprecoce, hábito de crescimento indeterminado, semeada conforme indicação do zoneamento agroclimático da região, sendo que seus tratos culturais foram realizados de acordo com o desenvolvimento da cultura.

O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso, com parcelas de 4,2 x 12 m, bloqueado de acordo com a faixa de pH do solo, com 4 blocos. As faixas de pH do solo utilizadas foram: 5,44 – 5,71, 5,19 – 5,42, 4,98 – 5,18 e 4,61 – 4,95. Os tratamentos foram 3 doses na base do Rizostar®, 20, 30 e 40 kg ha<sup>-1</sup>, e respectivos equivalentes de MAP e NPK 2 – 28 – 20, as doses foram obtidas com uma relação de 1:5 do Rizostar® com o MAP, ajustando-se todas as demais doses. Os ajustes das dosagens foram realizados com cloreto de potássio e uréia a lanço. As dosagens dos tratamentos foram: Dose 1: 20 kg ha<sup>-1</sup> de Rizostar, 100 kg ha<sup>-1</sup> de MAP, 185 kg ha<sup>-1</sup> de NPK; Dose 2: 30 kg ha<sup>-1</sup> de Rizostar, 150 kg ha<sup>-1</sup> de MAP, 280 kg ha<sup>-1</sup> de NPK; Dose 3: 40 kg ha<sup>-1</sup> de Rizostar, 200 kg ha<sup>-1</sup> de MAP, 370 kg ha<sup>-1</sup> de NPK.

A avaliação dos tratamentos foi realizada através do parâmetro de produtividade, quantidade de

nutriente no solo antes e depois da semeadura. Para o parâmetro produtividade, foram colhidas as três linhas centrais com área útil de 16,2 m<sup>2</sup>, as plantas foram trilhadas em uma trilhadora de parcelas e a umidade corrigida para 13 %, já os teores de nutrientes foram realizadas análises de solo antes da semeadura na parcela utilizando trado de rosca, sendo estas dispostas em linha e entre linha, repetindo este procedimento após a colheita. Para extração do fósforo foi utilizado o método oficial da Rede de Laboratórios de Análise de Solo dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina o mehlich - 1.

Análise dos dados foi realizada por análise da variância pelo teste F e teste de comparação de medias através do teste de Tukey ao nível de significância de 5 %, através do *software* estatístico Assistat 7.7 Beta.

O teor de fósforo analisado antes e depois da implantação do experimento não teve variação significativa entre os três fertilizantes testados, mostrando a eficiência do fertilizante Rizostar® micro granulado, de alta solubilidade, que se mostrou igual aos demais fertilizantes utilizados. Apesar das doses serem inferiores, não houve extração expressiva de fosforo do solo, segundo Sousa e Lobato et al. (2003) a utilização de diferentes fontes de fosforo e sistema de manejo, influenciam na disponibilização deste nutriente para as plantas. O mesmo ocorreu com a produtividade da soja. Tais fatos foram encontrados também por Richart et al. (2006), os quais obtiveram os mesmos resultados em relação a produtividade em diferentes fontes e doses de fosforo na cultura da soja no primeiro ano de cultivo.

O fertilizante Rizostar®, proporcionou resultados equivalentes na extração de fósforo do solo na cultura da soja em relação aos fertilizantes MAP e NPK, sendo que entre as doses equivalentes de 20, 30 e 40 kg ha<sup>-1</sup>, não houve diferença em relação a produtividade. O Rizostar® se mostrou igual em relação as outras fontes, nos parâmetros avaliados.

## Referências

- ARYSTA LIFE SCIENCE. Fertilizante Microstar PZ®, “starter” de Arysta LifeScience: El Fósforo En Contacto Con La Semilla Ya Es Una Realidad Para El Maíz. **Redagricola**, Santiago/Chile, v. 70, mai, 2014.
- HOROWITZ, N.; MEURER, E.J. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais. In: **SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA**, Piracicaba, 2003. Anais. Piracicaba, Potafos/Anda, 2003. 24p. CD-ROM.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, EMBRAPA, 2006.412p.
- RICHART, A.; LANA, M.C.; SCHULZ, L.R.; BERTONI, J.C.; BRACCINI A, L. Disponibilidade de fósforo e enxofre para a cultura da soja na presença de fosfato natural reativo, superfosfato triplo e enxofre elementar. **R. Bras. Ci. Solo**, v.30, p.695-705, 2006.
- SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. Anais...In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO E. **Adubação fosfatada em solos da região do cerrado**. Encarte do Informações Agrônômicas nº 102. Junho/2003.

## TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO EM SOLOS DEGRADADOS DE PARAGUAY E SEU EFEITO NA CULTURA DE SOJA

Alba Liz González<sup>1</sup>, Olavi Martín Gomez Prado<sup>1</sup>, Tanya Schreiber Viana<sup>1</sup>, Héctor Javier Causarano Medina<sup>2</sup>, Kent Hoshiba<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción, Professor, San Lorenzo, Paraguay, [alizgon@gmail.com](mailto:alizgon@gmail.com); <sup>2</sup>Grupo Roullier.

**Palavras-chave:** soja; fertilização; bioestimulantes.

O nitrogênio é o nutriente mais requerido pela cultura de soja, porém as plantas podem aproveitar o nitrogênio atmosférico mediante sua associação com bactérias fixadoras. Os nutrientes que geralmente limitam a produção de soja são fósforo, potássio e enxofre, que geralmente se proveem mediante fertilizantes durante a semeadura. Como complemento da nutrição vegetal, em anos recentes se veem utilizando bioestimulantes, que ademais de aumentar a tolerância das plantas a situações de estresse aportam doses baixas de micronutrientes.

Neste trabalho se avaliaram fertilizantes complexos que aportam P, K, S e alguns micronutrientes e bioestimulantes que se aplicaram como tratamento de semente, em estado vegetativo prematuro e em prefloração da cultura.

O experimento foi instalado no Campo Experimental da Facultad de Ciências Agrárias da Universidad Nacional de Asunción, Campus de San Lorenzo, Paraguay e foi conduzido entre outubro 2015 e fevereiro 2016.

Os tratamentos consistiram na combinação de quatro fórmulas de fertilizantes complexos (230 kg ha<sup>-1</sup> Basifertil Marx (06-24-10 + 0,5Ca + 6,5S + 0,2B) + 50 kg ha<sup>-1</sup> KCl; 190 kg ha<sup>-1</sup> Top Phos 280 (01-28-00 + 12Ca + 6S) + 90 kg ha<sup>-1</sup> KCl; 280 kg ha<sup>-1</sup> Lithofertil (00-19-14 + 10Ca) + 25 kg ha<sup>-1</sup> KCl; 290 kg ha<sup>-1</sup> Top Phos 118 (01-18-00 + 18Ca + 11S) + 90 kg ha<sup>-1</sup> KCl. As parcelas principais foram de 10 m de comprimento e 4 m de largura, as quais foram divididas em 2 subparcelas de 5 m de comprimento e 4 m de largura cada uma, respectivamente. Cada subparcela teve 8 fileiras com espaçamento de 0,45 m. A área experimental foi de 800 m<sup>2</sup>.

A semeadura se realizou em forma manual, em outubro de 2015 depositando uma semente cada 6 cm (17 sementes por metro lineal), a uma profundidade de 2,5 a 3 cm.

As parcelas com bioestimulantes receberam três produtos. O Fertiactyl Leg em tratamento de sementes (350 mL 100 kg<sup>-1</sup> semente), o Fertiactyl GZ (1 L ha<sup>-1</sup>) em mistura com herbicidas e o Fertileader Fix (2 L ha<sup>-1</sup>) em prefloração.

As avaliações realizadas foram: altura da planta (m), matéria seca de parte aérea (kg ha<sup>-1</sup>), massa de mil grãos (kg), rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>).

Os dados foram submetidos a análise de variância ( $p < 0,05$ ) e comparação de medias pela prova de Tukey (DI RIENZO, 2015).

No houve efeito estatístico significativo pelo efeito da interação das fontes de fertilizantes químicos e a aplicação de bioestimulantes para nenhuma das variáveis produtivas avaliadas na soja, porém si foram detectadas efeitos individuais de fatores.

Em todas as variáveis avaliadas se obtiveram diferenças estatísticas significativas com respeito ao uso de bioestimulantes não assim por efeito da aplicação das diferentes fontes de fertilizantes químicos.

A altura das plantas foi em média 0,87 m, as plantas mais altas se registraram nos tratamentos onde se utilizou bioestimulantes ( $p < 0,0001$ ) com uma média de 0,98 m de altura. Este valor é superior ao encontrado por Valdez (2013) quem reportou em solos degradados de San Pedro, Paraguay alturas medias de 0,50 m, sendo inferiores ao registrado por Cabrera (2011) com altura média de plantas de 1,20 m em Minga Guazú, Paraguay.

A matéria seca produzida pela soja foi em média 7.234 kg ha<sup>-1</sup>, com média de 8.030 kg ha<sup>-1</sup> para os tratamentos que receberam bioestimulantes ( $p < 0,0015$ ). Estes valores superam amplamente o encontrado por Valdez (2013) com produção de matéria seca de 3.612 kg ha<sup>-1</sup>, porém está em concordância com o reportado por vários autores (SILVA et al., 2009; IERI et al., 2010).

O rendimento de grãos de soja foi em media de 2.610 kg ha<sup>-1</sup> com valores mais altos nos tratamentos com bioestimulantes ( $p < 0,017$ ) de 2.843 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. Estes valores superam amplamente o reportado por Valdez (2013) com medias de rendimento de 1.550 kg ha<sup>-1</sup> de grãos com o uso de diferentes fontes de fertilizantes em solos degradados.

A massa de 1.000 grãos de soja foi em media de 0,163 kg; com valores mais altos nos tratamentos com bioestimulantes ( $p < 0,007$ ) de 0,168 kg, que supera o reportado por Medina (2015) com medias de 0,135 kg em ensaios realizados na mesma parcela de experimentação.

A utilização de bioestimulantes influenciou de maneira positiva os componentes agrônômicos e produtivos da soja em condições de solos degradados de Paraguay pelo qual pode ajudar a melhorar os ingressos dos produtores de este importante rubro agrícola.

Agradecemos o acompanhamento e apoio dos técnicos e autoridades do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Timac Agro Paraguay para a realização desta pesquisa.

## Referências

- CABRERA, C. Z., A.A. **Efectos de fertilizantes fosfatados sobre el crecimiento y rendimiento de la soja (*Glycine max* L.)**. (Ing. Agr.). Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial. 36p. 2011.
- DI RIENZO, J. Á.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. W. **Infostat** versión 2015: Grupo Infostat. Córdoba: FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Consultado el 15 de marzo de 2016. Disponible en: <http://www.Infostat.com.ar>. 2015.
- IEIRI, A.Y.; LANA, R.M.Q.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com Brachiaria. **Ciênc. agrotec.**, Lavras. v.34, n.5, p.1154-1160. 2010.
- MEDINA LOPEZ, R. **Fertilización foliar con boro en soja (*Glycine max* L.)**. (Ing. Agr.). Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Area de Suelos y Ordenamiento Territorial. 53 p. 2015.
- SILVA, F.C. DA.; NETO, A.E.F.; CARNEIRO, L.F.; MAGALHÃES, C.A.S.; CARNEIRO, D.N.M. Crescimento e produção de grãos da soja sob diferentes doses e fontes de fósforo em solos distintos. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.33, n.5, p.1220-1227. 2009.
- VALDEZ IBAÑEZ, A. S. **Efecto de Fuentes y Dosis de fertilizantes fosfatados en cultivos de soja y sésamo**. Tesis de Maestría: Ciencia de Suelo y Ordenamiento Territorial- FCA, UNA. 76 p. 2013.

## TEOR DE ÓLEO E PROTEÍNA EM SEMENTES DE AMENDOIM SUBMETIDO À ADUBAÇÃO POTÁSSICA E FOSFATADA

Tatiane Melo de Lima<sup>1</sup>, Hildeu Ferreira da Assunção<sup>2</sup>, Pamela Raiane Pelegrini Pascoal<sup>3</sup>,  
Luana Karolina Pena<sup>1</sup>, Athos Gabriel Gonçalves Nascimento<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo, Professora do Instituto de Ciências Agrárias, Jataí - GO, [tatty-agro@hotmail.com](mailto:tatty-agro@hotmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal de Goiás - Campus Regional Jataí;

<sup>3</sup>Universidade Federal de Uberlândia.

**Palavras-chave:** oleaginosa; nutrição mineral; composição química das sementes.

O amendoim é uma oleaginosa mundialmente cultivada, com uma produção de 39,84 milhões de toneladas em grãos, liderada pela Índia (19,7 %) China (19,1 %) e Nigéria (11,5 %), segundo dados do USDA (2016). Os grãos de amendoim têm várias opções de consumo para os segmentos alimentícios e oleoquímicos, com teores de óleo variando de 44 a 56 % (CAMPOSMONDRAGON et al., 2009).

A região Sudoeste de Goiás apresenta condições edafoclimáticas apropriadas para o cultivo de amendoim. Nessa região há a predominância de Latossolos, que apresentam baixa fertilidade natural, em função da gênese e do elevado grau de intemperismo, onde a remoção de nutrientes do solo é mais acelerada devido às condições de alta temperatura e precipitações pluvias. Mas, são solos que possuem características físicas favoráveis à exploração agrícola. Nesses solos a adubação com fertilizantes à base de fósforo e potássio é uma alternativa para aumentar a produtividade da cultura do amendoim, sendo esses nutrientes essenciais para o crescimento, desenvolvimento e qualidade de frutos dos vegetais.

Além da obtenção de altas produtividades, busca-se também a produção de sementes com elevado teor de óleo e proteína, principalmente quando sua destinação é a indústria oleoquímica. Com base nisso, o objetivo desse trabalho foi determinar a influência da adubação fosfatada e potássica sobre a concentração de óleo e proteína bruta das sementes de amendoim, cultivado em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico no município de Jataí - GO.

O estudo foi realizado no Município de Jataí, na área experimental da universidade Federal de Goiás – Regional Jataí. O ensaio foi implantado em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico de textura argilosa, no período de safra de 2012. Os resultados de fertilidade, matéria orgânica e textura do solo, antes da aplicação dos tratamentos, foram: saturação por base de 22,1 %; pH em H<sub>2</sub>O de 5,4; P- 1,7 mg dm<sup>-3</sup>; K- 53 mg dm<sup>-3</sup>; Ca- 1,1 mg dm<sup>-3</sup>; Mg- 1,01 mg dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica de 40 g kg<sup>-1</sup> e teor de argila de 56 %. O ensaio foi conduzido com cultivar BRS Havana, em delineamento de blocos casualizado (DBC), em arranjo fatorial de 4 x 3 com quatro repetições, ou seja, 12 tratamentos resultantes das combinações entre as doses: (0, 40, 80 e 120) kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples, e (0, 40 e 80) kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto potássio. Foi avaliado o teor ácido oleico e linoleico das sementes de amendoim. Cada amostra foi composta por 100 sementes. O teor de óleo foi estimado por meio de Ressonância Magnética Nuclear (RMN), realizado no Laboratório de Química Avançada da Embrapa Algodão, a partir de 100 g de amostras selecionadas ao acaso. Para as análises de proteína bruta foi determinada pelo método de Bradford (1976) e a leitura realizada a 595 nm.

Adubação potássica promoveu incrementos no teor de óleo das sementes de amendoim, enquanto que a adubação fosfatada não influenciou a concentração de óleo, e não apresentou

interação com o potássio. Foi observado um acréscimo no teor de óleo para as doses de 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, sendo que o maior incremento foi obtido com a dose de 40, na qual a concentração de óleo foi de 51,98 %, apresentando um aumento de 1,38 % em relação à dose zero de K<sub>2</sub>O. O solo onde o experimento foi implantado apresentava 53 mg dm<sup>-3</sup> de potássio. De acordo com Ribeiro et al. (1999), essa disponibilidade é classificada como média, sendo recomendada uma dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> na adubação de semeadura.

De acordo com Mascarenhas et al. (1988), o potássio é essencial na síntese e no transporte de óleo para os grãos. O potássio tem função no transporte de fotoassimilados para os grãos, permitindo a síntese de óleo. Em sementes, o potássio exerce efeito positivo sobre o teor de óleo (VEIGA et al., 2010).

O teor de proteína das sementes de amendoim não foi influenciado pela adubação fosfatada e potássica, de modo que as sementes apresentaram em média 32,6 % de proteína bruta em todos os tratamentos. Veiga et al. (2010), verificou que houve redução nos teores de proteína na medida em que as doses de potássio foram aumentadas, atingindo teor mínimo de proteína na dose 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Tanaka et al. (1995) verificaram que aumentou-se o teor de proteína e diminuiu o teor de óleo, com o aumento de K<sub>2</sub>O no solo. No entanto nessa pesquisa, o teor de óleo aumentou com a adubação potássica, mas o teor de proteína não foi alterado.

Conclui-se que a concentração de óleo das sementes de amendoim é influenciada pela adubação potássica, sendo que a maior concentração foi obtida com a dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. A adubação fosfatada não influenciou o teor de óleo das sementes de amendoim.

A concentração de proteína bruta não foi afetada pela adubação fosfatada e potássica.

Agradecimentos: Agradecemos à FAPEMIG, pelo apoio financeiro e ao incentivo a pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochem.**, v. 72, p. 248, 1976.
- CAMPOS-MONDRAGÓN, M. G. et al. Nutritional composition of new peanut (*Arachis hypogaea* L. cultivars. **Grasas e aceites**, v. 60, n. 02, p. 161-167, 2009.
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; ARCE, M.A.R. d'; GALLO, P.B. Concentração e produtividade de óleo e proteína de soja em função da adubação potássica e da calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.4, p.463-9, abr. 1995.
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; MURUOKA, T.; GALLO, P.B. Changes in soybean quality resulting from applications of lime and potassium fertilizer. **Plant Nutrition**, Monticello, p.943-944. 1997.
- USDA - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production** Disponível em: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> Acesso: 24/08/2016
- VEIGA, A.D. et al. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 953-960, Aug. 2010.



## CULTIVO DO BROCOLIS EM SUCESSÃO A DIFERENTES COBERTURAS E DOSES DE ADUBAÇÃO MINERAL

José Luiz Rodrigues Torres, Fernando Rodrigues da Cunha Gomes, Antônio Carlos Barreto, Amanda Yamada Tamburús, Adriano Silva Araújo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Professor, Uberaba - MG, [jlrtorres@iftm.edu.br](mailto:jlrtorres@iftm.edu.br).

**Palavras-chave:** brassicas; características agronômicas; ciclagem de nutrientes.

O brócolis é uma das espécies de maior expressão econômica da família Brassicaceae, que pode ser cultivada durante o ano todo na maioria dos estados brasileiros, pois se adapta bem aos vários tipos de solos e clima existentes no país. Esta brássica tem alto valor nutritivo e comercial, contudo apresenta elevada capacidade de extração de nutrientes do solo, utilizando grande quantidade de fertilizantes no seu cultivo, o que aumenta o custo de produção. A tecnologia agrícola convencional utilizada na produção desta hortaliça está baseada no preparo intensivo do solo, uso de fertilizantes minerais de alta solubilidade, utilização intensiva de agroquímicos e de cultivares de elevado potencial genético, o que torna esta planta altamente dependente destes insumos industrializados. Uma das alternativas utilizadas para diminuir o consumo de fertilizantes é o cultivo de plantas de cobertura antecedendo o plantio das hortaliças, que após serem manejadas, promovem a ciclagem de nutrientes retidos em seus resíduos vegetais, entretanto estes efeitos são bastante variáveis e dependem da espécie utilizada e manejo dado à biomassa. Braquiária, crotalária e milheto são as plantas melhor adaptadas às condições edafoclimáticas do cerrado, que aportam quantidades consideráveis de nutrientes ao solo, após o manejo das coberturas. Neste estudo avaliou-se a influência dos resíduos culturais das coberturas de solo, associadas ao uso de doses de adubação mineral em algumas características agronômicas e no rendimento do brócolis no cerrado mineiro. O estudo foi conduzido num LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura média, no município de Uberaba, no período de dezembro/2015 e março/2016. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4 x 3), quatro tipos de cobertura: crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.); braquiária (*Urochloa brizantha* cv. Marandu), milheto ADR 500 (*Pennisetum glaucum* L.) e mistura de milheto + crotalária, três doses de adubo (0,0; 50 e 100 % da adubação recomendada para a cultura), no cultivo do brócolis var. itálica, com 4 repetições, em parcelas de 20 m<sup>2</sup> (4,0 x 5,0 m). As doses de adubo foram definidas com base na análise do solo e de acordo com a recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999). A dose de nitrogênio (N), fosforo (P) e potássio (K) recomendado para as culturas foi de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. O N e o K foram parcelados no plantio, 30 e 45 dias após, além disso, foi aplicado 1 g de ácido bórico (17,5 % de B) por cova. Para avaliação da biomassa seca (BS) coletou-se amostras numa área de 2 m<sup>2</sup> por parcela, que foram secas a 65 °C por 72 horas e pesadas. O plantio da brassica foi feito com mudas com idade de 30 dias após semeadura em bandejas, em covas. A colheita do brócolis foi realizada à medida que as inflorescências apresentavam desenvolvimento completo com botões florais ainda unidos, cabeças compactas e firmes. Após a colheita, as plantas foram levadas ao laboratório para avaliações do número de folhas (NF), altura (A), diâmetro da cabeça (Dcab), do caule (Dcau) e horizontal (DH), massa fresca (MFC) e massa seca (MSC) da cabeça e produtividade (Prod). Os dados foram submetidos



à análise de variância, utilizando-se o programa SISVAR. Aplicou-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Analisando a produção de biomassa verde (BV) e seca (BS) das coberturas observou-se que a mistura de crotalária + milheto (C + M) produziu a maior ( $p < 0,05$ ) quantidade de BV ( $11,14 \text{ t ha}^{-1}$ ) e BS ( $7,61 \text{ t ha}^{-1}$ ), quando comparados a crotalária (C) ( $8,54$  e  $6,06 \text{ t ha}^{-1}$ ) e milheto (M) ( $8,51$  e  $6,09 \text{ t ha}^{-1}$ ) que tiveram produção semelhante, enquanto que na braquiária (B) ( $4,42$  e  $3,44 \text{ t ha}^{-1}$ ) este valor foi menor, respectivamente. Com exceção da mistura C + M, a produção de BS da B, M e C evidenciados neste estudo estão na faixa de  $6,0$  a  $13,0 \text{ t ha}^{-1}$ ,  $7,0$  a  $12,0 \text{ t ha}^{-1}$  e  $4,0$  e  $9,0 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente, relatados em outros estudos conduzidos nas mesmas condições edafoclimáticas (CRUSCIOL; SORATTO, 2009; CARVALHO et al., 2011; TORRES et al., 2015). Esta elevada produção de BS produzida além de proporcionar boa cobertura do solo, ainda favorece a manutenção da sua temperatura e umidade, pode manter ou aumentar o teor de matéria orgânica da área e influenciar positivamente a ciclagem de nutrientes decorrentes do processo de decomposição dos resíduos, principalmente de N e K, conforme constatado por outros pesquisadores (CRUSCIOL; SORATTO, 2009; VARGAS et al., 2011), que pode aumentar a produtividade da cultura cultivada em sucessão. Avaliando as características agrônomicas do brócolis cultivado em sucessão as plantas de cobertura, observou-se que nos tratamentos onde havia uma Fabácea presente (C e mistura C + M) os parâmetros diâmetro do caule (Dcau), massa fresca da cabeça (MFC) e produtividade (Prod) foram estatisticamente iguais e superiores ( $p < 0,05$ ), quando comparados aos tratamentos B e M, onde havia só a presença de Poáceas. Isto pode ser explicado pela maior produção de BS e provavelmente maior ciclagem de nutrientes dos resíduos vegetais destas culturas, principalmente do N decorrente da elevada fixação biológica que ocorre na crotalária. Fontanétti et al. (2006) destacam que a absorção dos nutrientes provenientes da mineralização da matéria orgânica, depende da sincronia entre a decomposição e liberação dos nutrientes contidos nos resíduos e a época de maior exigência nutricional da cultura. Com relação às doses de adubo avaliadas, observou-se que para os parâmetros Dcau, MFC e Prod e número de folhas (NF), as doses de 50 e 100 % apresentaram valores superiores e na maioria das vezes estatisticamente iguais ( $p < 0,05$ ), quando comparados aos obtidos na dose zero. De forma geral, os resíduos culturais das coberturas utilizadas influenciaram positivamente os indicadores agrônomicos da cultura, aumentando sua produtividade quando havia uma Fabácea presente, entretanto, somente a ciclagem dos nutrientes contidos nos resíduos deixados por estas coberturas não são suficientes para que se tenha uma boa produção do brócolis, pois os tratamentos com dose zero de adubo foram os que apresentaram os piores resultados, enquanto que a utilização das doses de 50 e 100 % da adubação recomendada para a cultura apresentaram valores semelhantes para os parâmetros avaliados, que indica que dependendo da cultura antecessora utilizada, pode-se diminuir as doses de adubo no cultivo desta hortaliça.

## Referências

- CARVALHO, A.M.; SOUZA, L.L.P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; ALVES, P.C.A.C.; VIVALDI, L.J. Cover plants with potential use for croplivestock integrated systems in the Cerrado region. **Pesq. Agrop. Bras.**, n. 46, p. 1200-1205, 2011.
- CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P. Nitrogen supply for cover crops and effects on peanut grown in succession under a no-till system. **Agr. Jour.**, n. 101, p. 40-46, 2009.
- FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J.; GOMES, L.A.A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S.R.G.; TEIXEIRA, C.M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Hor. Bras.**, n. 24, p. 146-150, 2006.

TORRES, J.L.R.; ARAUJO, A.S.; BARRETO, A.C.; SILVA NETO, O.F.; SILVA, V.R.; VIEIRA, D.M.S. Desenvolvimento e produtividade da couve-flor e repolho influenciados por tipos de cobertura do solo. **Hort. Bras.**, n. 33, p. 510-514, 2015.

VARGAS, T.O.; DINIZ, E.R.; SANTOS, R.H.S.; LIMA, C.T.A.; URQUIAGA, S.; CECON, P.R. Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. **Hort. Bras.**, n. 29, p. 562-568, 2011.

## CALAGEM E A RELAÇÃO DE CÁTIOS DIVALENTES NA SOLUÇÃO DO SOLO E A ABSORÇÃO DE FERRO PELO ARROZ

Miguel David Fuentes Guevara, Thaís Antolini Veçozzi, Vairton Radmann, Rogério Oliveira de Sousa, Rodrigo Leiton

Universidade Federal de Pelotas, Mestrando, Pelotas - RS, *miguelfuge@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** ferro; arroz; dose de calagem.

No Rio grande do Sul, o cultivo de arroz é caracterizado pelo alagamento do solo durante a maior parte do ciclo da cultura. Embora haja aspectos vantajosos dessa prática existem aspectos negativos durante o alagamento que afetam a produtividade e qualidade do arroz, destacando-se o aumento do Ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) disponível no solo que pode atingir níveis tóxicos as plantas em certas condições.

As variações dos teores críticos de ferro na solução do solo reportados na literatura que podem causar toxidez ocorrem porque talvez, mais importante que os teores absolutos do ferro seja a sua proporção em relação aos demais cátions divalentes, como Ca, Mg e Mn. A competição desses cátions pelos sítios de absorção nas raízes pode diminuir a absorção de ferro pelas plantas e interferir na manifestação da toxidez por ferro. Segundo Moore e Patrick (1989) a absorção excessiva de ferro ocorre normalmente quando a concentração de  $\text{Fe}^{2+}$  na solução do solo é superior a 75 % do total dos cátions divalentes presentes.

A calagem é recomendada para diminuir a toxidez por ferro, pois o aumento do pH provocado pelo calcário diminui a solubilidade do ferro, diminuindo sua absorção pelo arroz. Além do efeito do pH, o calcário promove uma alteração da relação do ferro com os demais cátions divalentes o que pode atuar na diminuição da absorção do ferro. Porém, tal efeito ainda não foi mensurado.

O objetivo deste trabalho foi definir uma dose de calcário que proporcione um balanço mais adequado da proporção ferro/cátions divalentes na solução do solo em relação a concentração de ferro na parte aérea do arroz.

O experimento foi realizado no Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas. Coletou-se uma amostra da camada superficial (0-20 cm) de um PLANOSSOLO HÁPLICO, que foram acondicionadas em vasos plásticos de  $8 \text{ dm}^3$ , em quantidade de 7 kg de solo seco; reservaram-se subamostras para as análises de pH em  $\text{H}_2\text{O}$  e pH SMP para determinação das doses de calagem. Na preparação do calcário foram misturados carbonato de cálcio e óxido de magnésio na proporção de 3:1, que posteriormente foi homogeneizado e misturado ao solo. As doses de calcário corresponderam a diferentes proporções das quantidades recomendadas para correção do pH a 6 pelo método SMP: zero (testemunha sem calcário); 0,25 SMP; 0,50 SMP; 1,00 SMP ; 1,50 SMP e 2,00 SMP. Aplicou-se um arranjo experimental com delineamento em blocos casualizados de seis tratamentos referentes às doses de calcário, com quatro repetições, para um total de vinte e quatro unidades experimentais. Cinco dias antes da semeadura o solo foi adubado com 3,36 g de NPK em cada vaso, conforme os nutrientes necessários para o cultivo de arroz (SOSBAI, 2014), mantendo a umidade próxima à capacidade de campo.

Sementes da variedade BRS Pelota, foram pré-germinadas durante 3 dias, após selecionaram-se oito sementes para serem transplantadas em cada vaso. Manteve-se o solo com saturação por água destilada durante 7 dias, seguida da aplicação de uma lâmina de água destilada constante de 5 cm

até finalizar o experimento com duração de 58 dias de alagamento. Depois de 10 dias do transplante manteve-se três plantas por vaso. Realizou-se coletas semanais da solução do solo durante 54 dias de acordo à metodologia de Sousa et al. (2002) para estudo dos teores de Fe, Mn, Ca e Mg. Aos 65 dias de cultivo, as plantas foram cortadas rente ao solo e secas em estufa a 65-75 °C por 72 horas, até obter massa constante e moídas para determinação dos teores de Fe, na parte aérea da planta de acordo com a metodologia de Tedesco et al. (1995).

A proporção de  $\text{Fe}^{2+}$  e demais cátions divalentes na solução do solo foi obtida pela fórmula  $\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mn}^{2+} + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ . Esta proporção foi submetida à análise de variância de 95 % de confiança pelo teste F, e os efeitos significativos sendo ajustados por equações de regressão polinomial, comparando a concentração de ferro na planta *versus* a proporção  $\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mn}^{2+} + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$  na solução do solo.

A calagem aumentou os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e diminuiu os de  $\text{Fe}^{2+}$  na solução do solo, o que fez com que houvesse uma diminuição na relação  $\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mn}^{2+} + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ . Em consequência, a concentração de ferro na parte aérea da planta de arroz (y) aumentou com a relação  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{2+} + \text{Mn}^{2+} + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  (x) na solução do solo sendo expressa pela equação quadrática ( $y = 2945x^2 - 636,99x + 122,86$ ). Essa correlação é explicada pelo efeito inibidor da absorção de ferro por  $\text{Ca}^{2+}$  (inibição competitiva) por competirem pelos mesmos sítios em função de possuírem algumas características similares como carga elétrica e raio iônico, o qual parece atuar na permanência da estrutura da membrana celular e dos carregadores mantendo a configuração adequada para a absorção (VAHL, 2004). Além disso, o cálcio como cátion inibidor pode-se ligar aos sítios dos carregadores, bloqueando os sítios de absorção de ferro (inibição não-competitiva) (VAHL, 1991). A absorção excessiva de Fe pelo arroz aconteceu quando os valores da proporção foram superiores a zero vírgula trinta, indicando que 30 % do total dos cátions divalentes na solução corresponde a Fe, confirmando mais importante que o teor absoluto de ferro é sua relação com os demais cátions presentes na solução do solo. Valores da relação inferiores a zero vírgula trinta obtiveram-se para doses de calagem a partir de 0,50 SMP e concentração de ferro na parte aérea da planta nessa mesma dose de 129,7 mg L<sup>-1</sup>; esse nível de calagem correspondem à metade da dose recomendada de calcário para atingir um pH 6.

Frações molares de ferro pelos cátions divalentes acima de zero vírgula trinta proporcionam absorção excessiva de Fe pela planta de arroz.

Os valores de zero vírgula trinta da fração molar do ferro em relação aos cátions divalentes são obtidos a partir de quantidades de calcário equivalentes 0,5 SMP para pH 6.

## Referências

- MOORE, P. A.; PATRICK, W. H. Iron availability and uptake by Rice in Acid Sulfate Soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.53, p.471-476, 1989
- SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre: SOSBAI, 2014, 188p.
- SOUSA, R. O.; BOHNEN, H.; MEURER, E. J. Composição da solução de um solo alagado conforme a profundidade e o tempo de alagamento, utilizando novo método de coleta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.343-348, 2002.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, planta e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, n.5).

VAHL, L. C. Toxidez de ferro em genótipos de arroz irrigado por alagamento. 1991, 173p. **Tese** – UFRGS, Porto Alegre, RS, 1991.

VAHL, L. C. Nutrição de plantas de arroz irrigado. In: Peske ST, Schuch LOB and Barros ACSA (3 ed.). **Produção de arroz irrigado**. Editora Universitária da UFPel, Pelotas, p.153-203, 2004.

## TEORES DE POTÁSSIO E MACRONUTRIENTES EM SISTEMAS AGROFLORESTAL COM USO DE DEJETO DE SUÍNO

Larissa de Souza Bortolo<sup>1</sup>, Adriane de Andrade Silva<sup>1</sup>, Ademir Martins Pereira Junior<sup>1</sup>, Regina Maria Quintão Lana<sup>1</sup>, Vinicius de Oliveira Rezende<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo, Acadêmico de Agronomia, Monte Carmelo - MG, [larisbortolo@gmail.com](mailto:larisbortolo@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa.

**Palavras-chave:** ciclagem de nutrientes; eucalipto; nutriente.

O uso da água residuária de suinocultura (ARS) como fonte de nutrientes, matéria orgânica e água é uma alternativa que beneficia os produtores reduzindo os gastos com fertilizantes minerais e otimizam os sistemas de produção promovendo a diversificação de renda. Também beneficia o meio ambiente, reciclando os dejetos de animais, reduzindo a emissão de gases impactantes do meio ambiente, patógenos e reduzindo a extração de fertilizantes minerais.

O sistema agroflorestal é um sistema conservacionista porque não utiliza o revolvimento do solo assim, contribui para preservar a estrutura do solo que auxilia a melhoria da fertilidade e contribui para o equilíbrio de nutrientes e matéria orgânica. Todos esses preceitos contribuem para redução de processos erosivos e a manutenção da umidade.

O potássio atua em processos osmóticos, síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, abertura e fechamento de estômatos, na permeabilidade da membrana e no controle do pH. Auxilia na formação de frutos com altos teores de sólidos solúveis, adocicados, e resistentes a rachaduras na casca (MENDES et al., 2010). A importância deste nutriente é fundamental para todas as culturas. O *Corymbia* sp. destaca-se pela facilidade de cultivo, adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, rápido crescimento, potencial para usos múltiplos, boa fonte de renda para o produtor e principalmente por apresentar uma arquitetura de copa que permita a sua consorciação tanto com as culturas de grãos quanto com o pasto (VIANA et al., 2012).

Esta opção é viável para a utilização em sistemas agroflorestais pecuários ou sistemas silvipastoris (SSP's), que consistem em um modo de manejo sustentável da terra que combina deliberadamente a produção de espécies lenhosas com cultivos agrícolas e, ou animais, de forma simultânea ou consecutiva, na mesma unidade de terreno, otimizando o uso da terra e a rentabilidade do empreendimento (BERNARDINO; GARCIA, 2009).

De acordo com Scherer (2002), o potássio aplicado na forma de adubo orgânico comporta-se como K<sup>+</sup> aplicado na forma mineral, uma vez que ele não faz parte de nenhum composto orgânico estável. Portanto, não precisa sofrer mineralização por ação de microrganismos, tornando-se disponível no solo rapidamente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de ARS em um sistema agroflorestal nos teores de potássio do solo, na linha de plantio e na projeção da copa de *Corymbia citriodora*.

Foi conduzido um experimento visando verificar os efeitos da aplicação de doses de ARS (0, 200, 400, 600 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), parceladas em três aplicações (junho, julho e agosto de 2015), em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO de textura arenosa avaliados na projeção da copa e na linha de plantio do *Corymbia citriodora*. No Sistema agroflorestal o plantio de *C. citriodora* foi realizado em linhas simples, com espaçamento de 2 metros entre plantas e 15 metros entre as linhas

de citriodora. Na entrelinha do *C. citriodora* manteve-se a pastagem de *Brachiaria brizantha* que já estava estabelecida no local e que apresenta excelente resistência ao sombreamento.

A aplicação da ARS foi aplicada na projeção da copa do citriodora e as análises de solo foram coletadas na projeção da copa e na linha de plantio, em que foram coletadas com trado do tipo helicoidal em 4 amostras simples por parcela, em cada posição de amostragem, as quais formaram uma amostra composta.

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados com 5 repetições. As parcelas são de 10 metros de comprimento (5 plantas) por 3 metros de largura, com uma área de 30 m<sup>2</sup>, onde estão sendo aplicados os tratamentos. Os tratamentos são 5 doses de água residuária de suinocultura (0, 200, 400, 600 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>).

Em relação ao potássio (K), observa-se que houve incremento significativo dos teores independente do ponto de amostragem sendo os teores observados diferenciados pelo teste de tukey ( $P > 0,05$ ), Sendo os teores na linha maiores do que os observados na projeção da copa. Como se trata de dados coletados após somente a aplicação correspondente a dose anual de ARS pode-se inferir que os maiores teores observados na linha de plantio dos citriodoras, deve corresponder a aplicação de fonte de KCl solúvel aplicado no sulco, na implantação do experimento, e que foi complementada com as aplicações de doses de ARS.

Observou-se na projeção da copa, na dose 0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, o teor de 36 mg dm<sup>-3</sup>, e já na primeira dose de ARS, observou-se um incremento de 139 % em relação ao tratamento sem aplicação de ARS. Chegando o acréscimo a até 197 % observado na maior dosagem. Em todas as doses de ARS os teores observados são superiores a 70 mg dm<sup>-3</sup>, valor considerado pela CFSEMG (1999), como nível crítico de K. Na linha de cultivo, na última dose (800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) houve uma redução no valor observado (142 mg dm<sup>-3</sup>). Na dose 0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, o teor era de 59,75 mg dm<sup>-3</sup>. Já na primeira dose de ARS, o solo apresentou teor de 121,2 mg dm<sup>-3</sup>, ou seja 105 % superior ao observado no tratamento 0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, e foram atingindo doses crescentes até 163 mg dm<sup>-3</sup>, na dose de 600 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de ARS.

A aplicação de ARS não promoveu incrementos significativos ( $P > 0,05$ ), nas diferentes áreas de amostragem, para os macronutrientes (P, S, Ca, Mg)

O uso de água residuária de suinocultura, imprementou o teor de Potássio e não foi significativo para P, S, CA e Mg.

Agradecimentos: À FAPEMIG pelo apoio a pesquisa no estado de Minas Gerais; Ao Cnpq pelo apoio financeiro ao projeto; À Fazenda Bonsucesso pela doação do espaço para realização da pesquisa. A todos os envolvidos por acreditarem na importância dos estudos em sistemas conservacionistas e no aproveitamento de recursos agropecuários na fertilização.

## Referências

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. Sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Viçosa, Mg. v. 60, p. 77-87, 2009.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG), **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1999, p.180

MENDES, A. M. S.; FARIA, C. M. B.; SILVA, D. J. sistema de produção de melancia, IN: **Adubação, sistemas de Produção**, 6, 2010. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/adubacao.htm>

SCHERER, E. E. Aproveitamento do Esterco de Suínos como Fertilizante. In: EMBRAPA SUINOS E AVES. **Curso de capacitação em praticas ambientais sustentáveis**: treinamento 2002. Concórdia, 2002.



## POTÁSSIO NO SOLO SUBMETIDO POR QUATRO ANOS A FENAÇÃO DE ALFAFA E ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Alceu Luiz Assmann<sup>1</sup>, Wilson Henrique Tatto<sup>2</sup>, Joice Mari Assmann<sup>1</sup>, Rafaela Dulcieli Daneluz Rintzel<sup>2</sup>,  
Jéssica Maiara Nemirski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Pesquisador, Pato Branco - PR, [assmann@iapar.br](mailto:assmann@iapar.br); <sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**Palavras-chave:** fertilidade do solo; eficiência de adubação; sustentabilidade.

A alfafa (*Medicago sativa* L.) é uma espécie forrageira leguminosa perene, muito promissora para ser utilizada como feno na região sudoeste do Paraná. Apresenta alto valor nutritivo, boa palatabilidade e alta produtividade, podendo chegar até 20 mil kg de MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (RASSINI et al., 2003). Na fenação o K é um dos nutrientes extraídos em maiores quantidades no solo (VOUGH e DECKER, 1992). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das doses crescentes de K<sub>2</sub>O, sobre os teores de potássio no solo após quatro anos de fenação de alfafa. O experimento foi implantado em agosto de 2010, na estação experimental do Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, localizado no município de Pato Branco – PR. O solo do local é classificado como LATOSSOLO VERMELHO de textura argilosa (EMBRAPA, 2006) e o clima da região é uma transição entre Cfa e Cfb (MAAK, 1968). A área experimental anteriormente foi utilizada em sistema de plantio direto por quinze anos, com cultivo de milho ou soja no verão em rotação com cereais e nabo forrageiro no inverno. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com esquema bi fatorial (7 x 2), sendo o primeiro, fator doses crescentes de K<sub>2</sub>O (0, 50, 100, 200, 300, 400 e 500 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), utilizando-se como fonte o cloreto de potássio (KCl), sendo parceladas em uma vez a cada ano em cobertura e o segundo fator profundidade de coleta de solo (0-20 cm e 20-40 cm), com quatro repetições. Em agosto de 2010, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-20 cm, para caracterização química da área: pH = 5,10; Matéria orgânica = 41,55 g dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,09 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 4,66 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 5,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 2,34 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K = 0,57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P = 19,20 mg dm<sup>-3</sup> e porcentagem de saturação por bases = 62,35 %. A cultivar de alfafa semeada foi a cv. Crioula utilizando uma semeadora de parcelas de cereais de inverno, com espaçamento de 0,17 m entre linhas e densidade de 20 kg de sementes ha<sup>-1</sup> e inoculada com *Rhizobium meliloti*, ao longo do ciclo foram realizados em média dez cortes por ano da matéria seca da parte aérea produzida, sendo o primeiro em 08/12/10. O material cortado foi removido da área das parcelas simulando a fenação. Foi realizada uma coleta de solo ao final do período experimental (quatro anos), nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Em relação aos teores de K no solo, foi constatada influência da interação doses de K<sub>2</sub>O *versus* profundidade de amostragem de solo (P = 0,0085). Inicialmente o teor de K no solo na primeira camada era de 0,56 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; considerado um valor elevado para o cultivo de alfafa (BERNARDI et al., 2007). Na camada 0-20 cm após os quatro anos observou-se um decréscimo para 0,14 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; na dose 0 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Já na dose de 500 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> obteve-se um aumento dos teores de K para 0,78 cmol(c).dm<sup>-3</sup>, a equação  $Y = 0,10 + 0,0013X$   $P < 0,0001$   $R^2 = 97$ , representa o aumento dos teores de K no solo em função das doses de K<sub>2</sub>O aplicadas, na profundidade de 0-20 cm. Na camada 20-40 cm observou-se um decréscimo para 0,06 cmol(c).dm<sup>-3</sup> na dose 0 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, e a equação  $Y = 0,06 + 0,0004X$   $P = 0,0145$   $R^2 = 0,67$ , representa o aumento dos teores de K no solo em função das doses de K<sub>2</sub>O aplicadas,

nesta camada. Ressalta-se que durante a avaliação de produção de matéria seca (MS) da parte aérea de plantas de alfafa durante quatro anos de fenação, constatou-se menores taxas de acúmulo diária apenas nas parcelas que não receberam adubação potássica ( $34,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  de MS de alfafa), contudo já a maior produtividade foi observada com a aplicação de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  ( $46,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  de MS de alfafa). Provavelmente a manutenção dos de produtividade de alfafa mesmo com os teores de solo de K baixando a níveis inferiores ao nível crítico deva-se a profundidade de exploração das raízes de alfafa, as quais são agressivas e podem atingir profundidades de até 2 m. Assim sendo, conclui-se que o horizonte de diagnose para adubação de alfafa deva ser ampliado no mínimo para 50 cm de profundidade e para que reservas importantes de nutrientes possam ser consideradas para os processos de recomendação de adubação

## Referências

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro, 2006, 306p.
- BERNARDI, A. C. C.; RASSINI, J. B.; FERREIRA, R. P.; MOREIRA, A. Produção de matéria seca, teores no solo e extração de potássio pela alfafa em função de doses e frequência da adubação potássica. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 31., 2007, Gramado - RS.
- MAAK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.
- RASSINI, J.B. et al. EMBRAPA: **Cultivo da alfafa**. Embrapa Pecuária Sudeste, Sistemas de Produção, Plantio, Versão Eletrônica. Jan/2003.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**, Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS, 174p. 1995.
- VOUGH, L.; DECKER, M. An alfalfa management program and grain yields during 14 years of potassium fertilization of corn for optimum yields and quality. **Better Crops Plant Food**, v. 76, p. 24-26, 1992.

## FRAÇÕES DA MATÉRIA ORGÂNICA E INTERAÇÃO COM N-FERTILIZANTE EM SISTEMA CANA CRUA EM SOLO DE TABULEIRO

Ana Paula Pessim de Oliveira, Fernanda Garcia, Celeste Queiroz Rossi, Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Pesquisador Pós-Doutorado PPGCTIA, Seropédica - RJ,  
*ppessim@yahoo.com.br*

**Palavras-chave:** manejo do solo; substâncias húmicas; palhada da cana-de-açúcar.

O manejo de colheita da cana sem queima e com a palhada sobre o solo (cana crua) está estabelecido nas principais regiões produtoras do Brasil. Todavia a adoção deste sistema é recente e o impacto da manutenção da palhada e uso de fertilizantes sobre a qualidade e a dinâmica do carbono (C) e do nitrogênio (N) do solo não está totalmente elucidado.

A principal razão para mudanças nos requerimentos de N está associada ao cobertor de palha que se forma sobre o solo após a colheita mecanizada, com alta relação C:N, onde de 12 a 20 Mg ha<sup>-1</sup> de palha são produzidos todo ano. Assim, ao ser aplicado adubo sobre este material a via de imobilização da matéria orgânica do solo (MOS) é favorecida. Todavia, a adição de N-fertilizante em doses adequadas promove alterações na relação C:N e na relação lignina:N, bem como nas interações microbianas, em razão da maior atividade microbiológica, refletindo de maneira direta na decomposição a MOS (GRAHAM et al., 2002). Estudos afirmam que o efeito das mudanças no manejo dos resíduos da cultura da cana-de-açúcar e da adubação nitrogenada sobre a MOS, mesmo em curto período de tempo, podem ser identificados através de variações nos compartimentos ou frações da MOS ou C orgânico, que são mais visíveis do que o COT (GRAHAM et al., 2002; POTRICH et al., 2014).

A hipótese deste trabalho é que a quantidade de N-fertilizante aplicado sobre a palhada após a colheita mecanizada, quando o sistema de cana crua é adotado, influenciará o conteúdo e a dinâmica do C total e as diferentes frações da MOS.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de doses de N-Sulfato de Amônio, aplicado sobre a palhada, no C orgânico total (COT) e nas frações químicas e físicas da MOS.

O experimento foi instalado em ARGISSOLO AMARELO de textura média argilosa no município de Conceição da Barra - ES. Os tratamentos foram: controle, 80, 100, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup> de N-Sulfato de amônio aplicado sobre a palhada, com quatro repetições, estabelecidos segundo delineamento experimental de blocos ao acaso. Cada parcela tinha 70 m<sup>2</sup> (5 linhas com 10 m, espaçadas 1,4 m). As doses foram distribuídas manualmente sobre a palha residual da colheita e a 0,2 m da linha de cana-de-açúcar, juntamente com a dose de K (100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), na forma de KCl e 40 kg ha<sup>-1</sup> FTE BR12, após o corte mecânico da cana crua. Foram abertas duas trincheiras por parcela, transversais às linhas de plantio, para a coleta das amostras, realizadas em setembro de 2014. Foram amostradas as camadas de 0-0,05; 0,05-0,1; 0,1-0,2 m, sendo coletadas duas amostras em cada profundidade amostrada, formando uma composta, com quatro repetições por tratamento avaliado.

O COT foi determinado segundo Yeomans e Bremner (1988), o C das frações húmicas segundo Benites et al. (2003) e o C das frações granulométricas por método proposto por Cambardella e Elliot (1992).

Os dados foram submetidos à verificação de homogeneidade das variâncias dos erros (Bartlett) e normalidade dos mesmos (Lilliefors). Em seguida, foi feita a análise de variância com aplicação do

teste F e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 10 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAEG 9.1.

O COT foi significativamente influenciado pelas doses de N nas camadas de 0,05-0,1 e 0,1-0,2 m. Observou-se efeito positivo da aplicação de N no aumento dos teores de COT na dose 120 kg N ha<sup>-1</sup> na camada 0,1-0,2 m. As frações húmicas e granulométricas foram sensíveis às doses de N, com diferença significativa nas camadas 0,05-0,1 e 0,1-0,2 m.

Nas frações húmicas, a fração humina (FHU) apresentou os maiores teores de C comparada as demais frações. Esses resultados corroboram os da literatura para o fracionamento químico da MOS, visto que a FHU está mais intimamente ligada a fração mineral do solo, sendo portanto mais estável, desta maneira é mais difícil ser modificada ou perdida (CANELLAS et al., 2003). Na camada de 0,05-1,0 m, a dose 120 kg ha<sup>-1</sup> foi a mais eficiente em promover acúmulo de C na fração ácido fúlvico (FAF) e as doses 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> reduziram os teores de C na fração ácido húmico (FAH) com resposta negativa ao acúmulo de C nesta fração. Esta redução, possivelmente, foi devida a maior desequilíbrio entre os processos de decomposição e imobilização. Doses abaixo do recomendado para as condições edafoclimáticas do estudo tendem a maior imobilização da MOS, pela alta relação C:N dos resíduos vegetais, ocorrendo assim baixa atividade microbiana (POTRICH et al., 2014). Na camada de 0,1-0,2 m as doses 100 e 160 kg ha<sup>-1</sup> foram as mais eficientes para promover acúmulo de C na FHU, não havendo diferença significativa entre as demais frações.

Nas frações granulométricas, na camada de 0,05-1,0 m, os maiores teores de carbono orgânico particulado (COp) foram encontrados na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>. Esses resultados corroboram os encontrados para a FAF do solo, o que permite inferir que na dose de 120 kg, o desequilíbrio entre os processos imobilização e decomposição é menor, promovendo acúmulo de C nas frações da MOS. Na mesma camada, na fração do carbono associada aos minerais (COam), as doses de N reduziram os teores de C (com exceção da dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>), com resposta negativa para o acúmulo C. Na camada de 0,1-0,2 m, as doses de 100 e 120 kg de N foram as que mais favoreceram o acúmulo de C nesta fração. Segundo Carmo et al. (2012), para evitar prejuízo nas atividades biológicas do solo quantidade adequada de matéria orgânica particulada no solo é desejável, para que haja fluxo de C satisfatório. Todavia se a quantidade de COam no solo for insuficiente para manutenção adequada dos processos biológicos, são favorecidos os processos de oxidação da MOS, com redução do C do solo e ao longo do tempo levando à degradação dos atributos edáficos.

As frações húmicas e granulométricas da MOS permitiram identificar mudanças no solo pela adição de doses de N sobre a palhada. O teor de MOS foi positivamente influenciado pela aplicação de fertilizante nitrogenado nas doses de 100 e 120 kg N ha<sup>-1</sup>.

## Referências

- BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A.; **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 7, 2003. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 16).
- CAMBARDELLA, C. A. & ELLIOTT, E. T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, v.56, p.777-783, 1992.
- CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G.; RUMJANEK, V. M.; SANTOS, G. A.; Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 27, p 935-944, 2003.

CARMO, F. F.; FIGUEIREDO, C.C.; RAMOS, G. L. M.; VIVALD, J. L.; ARAÚJO, G, L. Frações granulométricas da matéria orgânica em Latossolo sob plantio direto com gramíneas. **Biosci. Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 420-431, May./June. 2012.

GRAHAM, M.H., HAYNES, R.J., MEYER, J.H., Soil organic matter content and quality: Effects of fertilizer applications, burning and trash retention on a long-term sugarcane experiment in South Africa. **Soil Biol. Biochem.** v.34, p.93-102, 2002.

POTRICH, C. D et al. Decomposição de resíduos culturais de cana-de-açúcar submetidos a diferentes doses de nitrogênio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1751-1760. 2014.

## A SOJA COMPENSA A DESUNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DO FERTILIZANTE NO SULCO DE SEMEADURA?

Laércio Augusto Pivetta, Mirian Cristina Brustolin, Augusto Sergio Tebaldi Binsfeld, Henrique Bernardo Muriana, Paulo Cesar Wacelkoski

Universidade Federal do Paraná, Professor, Palotina - PR, [laerciopivetta@ufpr.br](mailto:laerciopivetta@ufpr.br).

**Palavras-chave:** adubação; distribuição longitudinal; rosca-sem-fim.

A adequada aplicação de fertilizantes é uma das bases da agricultura de precisão, onde os nutrientes são manejados em níveis variáveis dentro do mesmo talhão conforme as condições do solo e da cultura, aumentando a rentabilidade, tanto pelo aumento da produtividade ou pela redução no uso de insumos (GODWIN et al., 2003). Entretanto, considera-se que a aplicação de fertilizantes pelos implementos agrícolas seja uniforme, o que geralmente não ocorre. Esse problema é mais grave em aplicações de fertilizantes e corretivos a lanço, onde podem ocorrer grandes variações nas doses aplicadas, devido à má regulagem dos implementos e escolha inadequada da largura de trabalho. Além do sistema à lanço, os fertilizantes podem ser aplicados via semeadoras-adubadoras, que também podem apresentar desuniformidade de aplicação, tanto pela variação entre as linhas (DALLABRIDA et al., 2006) como a variação longitudinal dentro da mesma linha (GOETTEMES et al., 2010).

Buscando uniformizar a variação longitudinal da distribuição de fertilizante na linha de semeadura, foram desenvolvidos mecanismos de transbordo acoplados ao distribuidor de fertilizante para minimizar o problema (Fertisystem®, Promeeter® e Planterra®). Entretanto, são muito escassos os trabalhos que relacionam a variação longitudinal de fertilizante encontrada nas semeadoras-adubadoras com a produtividade das culturas.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da uniformidade de distribuição longitudinal de fertilizante na linha de semeadura na variabilidade da produção e na produtividade da soja [*Glycine max* (L.) Merr.].

O experimento foi instalado no município de Palotina - PR, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, com 450, 320 e 230 g kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente, na camada de 0,0-0,5 m. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos por diferentes conformações dos pulsos do fertilizante, conferindo diferentes coeficientes de variação na distribuição longitudinal: pulso de 2,8 m e CV 60 %; pulso de 0,8 m e CV 30 %; pulso de 0,8 m e CV 15 %; e sem variação, CV 0 %.

O espaçamento entrelinhas foi de 0,45 m e a dose do fertilizante foi de 350 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 2-20-18. Cada linha de semeadura foi considerada como um bloco e cada porção de 5 metros de uma linha foi considerada uma unidade experimental. Das seis repetições, foram formados dois grupos com três repetições lado a lado, uma vez que se todas as linhas fossem distribuídas independentemente haveria muita interferência das linhas adjacentes.

Para a aplicação dos tratamentos foram utilizados canos de PVC de 25 mm, cortados ao meio no sentido longitudinal, onde foram feitas divisões a cada 0,10 m. A pesagem do fertilizante referente a cada segmento de 0,10 m foi realizada previamente. O fertilizante foi depositado em sulcos abertos mecanicamente. Posteriormente foi colocada uma camada de solo, a fim de fazer a separação entre o fertilizante e a semente.



As avaliações foram realizadas colhendo-se cada planta separadamente, para determinação da produção por planta e produtividade da parcela. Foram calculados coeficientes de variação para a produção por planta em cada parcela, sendo também considerado como variável resposta.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pela análise de regressão, a 5 % de probabilidade.

A produtividade de grãos da soja foi reduzida linearmente ( $P < 0,01$ ) com o aumento do coeficiente de variação, sendo reduzidos 7 kg ha<sup>-1</sup> de soja para cada 1 % de aumento do coeficiente de variação no fertilizante ( $y = 3572 - 7,00x$ ;  $R^2 = 0,69$ ).

A redução da produtividade se relacionou com a redução ( $P = 0,04$ ) do peso de grãos por planta, apesar da equação não representar muito bem o comportamento dos dados ( $y = 15,2 - 0,027x$ ;  $R^2 = 0,37$ ). Considerando-se as médias dos tratamentos, a redução do peso de grãos por planta de 0 % a 60 % de coeficiente de variação foi de 13,8 %.

Além dos efeitos negativos da desuniformidade de distribuição do fertilizante na produtividade média e produção por planta, as plantas de soja apresentaram maior desuniformidade na produção por planta ( $P = 0,01$ ), sendo este efeito também com comportamento linear ( $y = 35,3 + 0,182x$ ;  $R^2 = 0,90$ ).

Pagnussat et al. (2013) observaram coeficiente de variação menor (45,2 %) para o dosador por transbordo em relação ao dosador por gravidade (71,6 %). Entretanto, apesar de em algumas avaliações a altura das plantas de soja ter apresentado menor variabilidade no mecanismo de transbordo, não houve diferença significativa entre os mecanismos. O resultado obtido pelos autores pode estar relacionado à compensação das plantas às condições desuniformes do ambiente, basicamente pela abrangência do sistema radicular, mas também ao fato de que a altura de plantas é um fator com forte controle genético, não sendo o melhor atributo diagnóstico.

A soja é considerada uma planta com alta plasticidade fenotípica, ou seja, possui alta capacidade de compensar condições heterogêneas dos fatores de produção. Nesse sentido, a distribuição do sistema radicular é fator chave na explicação dos resultados. Como a produtividade foi reduzida, pode-se inferir que as raízes não apresentaram crescimento horizontal suficiente para homogeneizar a absorção tanto em regiões de menor como de maior quantidade de fertilizante. Pivetta et al. (2011) demonstraram que apesar de haver grande quantidade de raízes de soja no meio da entrelinha (à 22,5 cm da linha de semeadura), estas apresentaram pouca atividade, ao contrário das raízes presentes na linha de semeadura.

Esses resultados demonstram que a adequada regulação dos mecanismos distribuidores de fertilizante é de suma importância, devendo-se buscar a menor variação possível, uma vez que as regressões significativas foram lineares.

Conclui-se que o aumento da desuniformidade de distribuição longitudinal de fertilizante na linha de semeadura causa redução na produtividade da soja e aumento da variabilidade de produção entre as plantas.

## Referências

- DALLABRIDA, W.R.; GROFF, R.; FANHANI, M.; GURGACZ, F.; FURLAN, F.; SOUZA, J.H. Avaliação da distribuição transversal de fertilizantes em semeadoras-adubadoras. In: **ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 10., 2006, Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa: UEPG, 2006, p. 1-3.
- GODWIN, R.J.; WOOD, G.A.; TAYLOR, J.C.; KNIGHT, S.M.; WELSH, J.P. Precision Farming of Cereal Crops: a Review of a six year experiment to develop management guidelines. **Biosys. Eng.** v.84, n.4, p.375-391, 2003.



GOETTEMS, J.M.; FEY, E; REIS, G.Z; HOFFMAN, M.; MROZINSKI, C. Distribuição longitudinal de fertilizante em sistemas dosadores helicoidais modificados de semeadoras. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 39., 2010, Vitória. Anais... Vitória: INCAPER, 2010, p.1-4.

PAGNUSSAT, L.; DA ROSA, D.P.; DOS SANTOS, C.C.; TONIASO, A.M.; PESINI, F. Eficiência de dosadores helicoidais em função da dosagem na cultura da soja. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 43., 2014, Campo Grande. Anais... Campo Grande: SBEA, 2014, p.1-6.

PIVETTA, L.A.; CASTOLDI, G.; SANTOS, G.P.; ROSOLEM, C.A. Crescimento e atividade de raízes de soja em função do sistema de produção. **Pesq. Agropec. Bras.** v.46, n.11, p. 1547-1554, 2011.

## PARÂMETROS MINERALÓGICOS E ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL

Jessica Souza de Oliveira, Alberto Vasconcellos Inda

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Doutoranda, Porto Alegre - RS, *jessica.ufrgs@gmail.com*.

**Palavras-chave:** mineralogia; carbono orgânico total; fósforo remanescente.

A mineralogia está diretamente ligada aos fatores nutricionais do solo. O intemperismo atua liberando nutrientes para a solução do solo, que por sua vez podem ser incorporados a novas fases minerais ou sair do sistema por lixiviação. As condições pedoambientais podem ser determinantes sobre esses componentes formados e interferir diretamente sobre as características do solo e o desenvolvimento das plantas. A evidente variabilidade de classes de solos mapeadas no Rio Grande do Sul, com características e propriedades distintas, corrobora para intensificar essas relações. O fósforo destaca-se por ser um dos elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas e, ao mesmo tempo, também o mais escasso em termos de disponibilidade. A dominância de óxidos e argilominerais de superfícies reativas na fração argila, aliada às condições ácidas desses solos desfavorecem a disponibilidade do fosfato às plantas. Nesse estudo, o objetivo foi caracterizar os parâmetros físicos, químicos e mineralógicos de solos do Rio Grande do Sul e estabelecer suas relações com a adsorção de fósforo.

No Banco de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS foram escolhidas 60 amostras de solos oxídicos representativos de oito classes de solos encontradas no Rio Grande do Sul. As amostras perfazem a camada superficial de 0 a 20 cm de solos sob vegetação natural, as quais foram destorroadas, secadas ao ar e moídas para obtenção da fração terra fina seca ao ar (TFSA). Nessa fração, foram determinados os teores de carbono orgânico total (COT) por combustão seca e os teores de fósforo remanescente (Prem) na solução de equilíbrio com o solo. A TFSA das amostras foi submetida à análise granulométrica por densitometria, determinação da área superficial específica (ASE) do solo pelo método da adsorção de água e coleta da fração argila segundo a Lei de Stokes. A fração argila foi submetida às dissoluções seletivas dos óxidos de ferro em tratamento com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio a 80 °C para obtenção do teor de Fe relativo à totalidade dos óxidos de ferro pedogênicos (Fed), e ao tratamento com oxalato de amônio 0,2 mol L<sup>-1</sup> a pH 3, no escuro, para obtenção do teor de Fe referente aos óxidos de ferro de baixa cristalinidade (Feo). A análise dos resultados foi realizada no programa estatístico SigmaPlot 11.0, utilizando-se correlações de Pearson entre os parâmetros avaliados e considerando apenas as relações significativas a 1 % de probabilidade de erro pelo teste t.

A análise granulométrica caracterizou, em sua maior parte, solos de textura média seguida de textura argilosa, segundo a influência do material de origem onde este se desenvolveu. Esse fato refletiu-se na ASE, apresentando relação positiva ( $r = 0,62$ ) com os teores de argila e variação de 1,3 e 67,2 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>, tendência e valores superiores observados, principalmente, em solos desenvolvidos sobre basalto. Os teores de COT foram de 2,0 a 102,8 g kg<sup>-1</sup>, variabilidade justificada pela diversidade florística e climática da vegetação natural de mata ou pastagem nativa sob a qual os solos foram amostrados. Apresentaram relação positiva com os teores de argila e silte ( $r = 0,38$  e  $r = 0,61$ , respectivamente) e com a concentração de óxidos de ferro pedogênicos (Feo) ( $r = 0,68$ ). Além disso, se verificou um incremento da ASE do solo com os valores de COT ( $r = 0,69$ ), ressaltando o alcance do

método que considera as interações com os componentes do solo, ao contrário do método BET-N<sub>2</sub> no qual a matéria orgânica é removida e suas interações com a fase física acabam sendo subestimadas na determinação da ASE externa (SOUZA JUNIOR et al., 2007). Os teores de Fed extraídos pelo método do DCB variaram de 1,2 a 103,8 g kg<sup>-1</sup>, aumentando conforme o teor de argila nos solos ( $r = 0,84$ ). Os teores referentes aos óxidos de ferro de baixa cristalinidade (Feo) variaram de 0,3 a 9,9 g kg<sup>-1</sup>. Considerando que analisamos solos oxidados e de avançado estágio de intemperização, a comparação entre os baixos teores de Feo e os teores de Fed pode ser explicada pelas condições pedoambientais estarem favorecendo a formação de óxidos menos cristalinos (ferrihidrita) em detrimento de óxidos cristalinos (hematita) (KÄMPF, 1997). De modo geral, a cristalinidade desses minerais foi importante no favorecimento da ASE do solo, apresentando contribuição mais expressiva dos óxidos menos cristalinos ( $r = 0,68$ ) do que daqueles cristalinos ( $r = 0,57$ ). Os teores de Prem variaram de 1,0 a 54,0 mg L<sup>-1</sup>, mostrando relação negativa tanto com a fração argila ( $r = -0,82$ ) quanto com a ASE do solo ( $r = -0,61$ ). O intemperismo dos minerais resulta na meteorização das partículas e concentração relativa de minerais na fração coloidal do solo, incrementando a quantidade de sítios passíveis de interações. Gatiboni (2003) descreveu a facilidade com que o P é adsorvido aos coloides em solos tropicais e subtropicais. Ainda, Fontes e Weed (1996) comprovaram que a presença de hematita e goethita nos solos, devido à influência de suas características inerentes (tamanho do cristalito, ASE do mineral e disponibilidade de sítios de adsorção), aumenta sua capacidade em adsorver o elemento fósforo. O COT apresentou relação negativa de  $r = -0,54$  com a adsorção de fósforo nos solos estudados, sugerindo que a matéria orgânica pode estar inibindo a cristalinidade dos minerais e, também, promovendo adsorção via pontes catiônicas (DICK et al., 2009). Os teores de Prem em solução diminuíram com o aumento das concentrações de óxidos de ferro pedogênicos, principalmente os cristalinos ( $r = -0,70$ ). Almeida et al. (2003) constataram que 72 % do fósforo inorgânico fica associado a compostos minerais, informação relevante quanto ao destino dos compostos fosfatados no solo.

Os parâmetros físicos, químicos e mineralógicos utilizados nesse estudo ressaltaram sua importância na adsorção de fósforo nos solos, estimada pelo método do fósforo remanescente, e ressaltam a importância da composição mineralógica dos solos do Rio Grande do Sul. Ainda, os resultados de fósforo remanescente pode ser um efeito indireto em solos com altos teores de argila, porém em outros solos o teor de carbono orgânico total se mostrou importante nos fenômenos de sorção.

## Referências

- ALMEIDA, J. A.; TORRENT, J.; BARRÓN, V. Cor de solo, formas de fósforo e adsorção de fosfatos em Latossolos desenvolvidos de basalto no extremo-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 985-1002, 2003.
- DICK, D. P. et al. Química da matéria orgânica do solo. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds.). **Química e mineralogia do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. 2 v. p. 1-68.
- FONTES, M. P. F.; WEED, S. B. Phosphate adsorption by clays from Brazilian Oxisols: relationships with specific surface area and mineralogy. **Geoderma**, Amsterdam, v. 72, n. 1-2, p. 37-51, 1996.
- GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. 2003, 231 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- KÄMPF, N. Ferro em Latossolo: métodos e estudos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA**, 6., 1997, Salvador. Palestra... Salvador: Sociedade Brasileira de Geoquímica, 1997.
- SOUZA JUNIOR, I. G. de et al. Mineralogia e susceptibilidade magnética dos óxidos de ferro do horizonte B de solos do Estado do Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 513-519, 2010.

## EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO COM DEJETOS DE ANIMAIS NA PRODUTIVIDADE DO CRAMBE

Natália Pereira<sup>1</sup>, Luiz Antônio Zano Júnior<sup>2</sup>, Graziela Moraes de Cezare Barbosa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Mestranda, Cascavel - PR, [pe.nataliaa@gmail.com](mailto:pe.nataliaa@gmail.com); <sup>2</sup>Instituto Agrônomo do Paraná.

**Palavras-chave:** adubação residual; dejetos líquidos de suínos; cama de aviário.

O cultivo de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) destina-se principalmente para obtenção de óleo vegetal e constitui-se em uma alternativa para entressafra por ser de ciclo precoce e tolerante ao frio, sendo possível sua inserção na rotação de culturas (OLIVEIRA et al., 2013). A inserção de crambe nos sistemas de produção que sejam de plantio direto possibilita o aproveitamento da adubação residual da cultura anteriormente implantada.

De modo geral, nos sistemas de produção mais difundidos, a oferta de nutrientes às plantas é feita por meio de adubação química e esta representa grande parte dos custos para produção. Uma alternativa para reduzir os custos e fornecer nutrientes de qualidade é por meio da utilização de dejetos de animais.

O crambe é considerado uma cultura recicladora de nutrientes do solo, devido a seu sistema radicular agressivo, denotando potencial para assimilação de adubações residuais, tanto minerais quanto orgânicas.

Os sistemas de produção de aves e suínos adotados no Brasil, com destaque para a região do oeste paranaense, são bastante diversificados e produtivos, o que gera, consequentemente, um grande volume de dejetos. Esses dejetos devem ser corretamente destinados para evitar a contaminação ambiental, podendo ser utilizá-los na agricultura como fonte nutricional do solo em forma de fertilizante orgânico.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de crambecultivado em uma área com adubação residual proveniente de diferentes doses de dejetos animais e adubação química em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico no Oeste do Paraná.

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná, no município de Santa Tereza do Oeste - PR. Os tratamentos foram gerados pelo esquema fatorial (2 x 3)+1+1, sendo dois dejetos (líquido de suínos e cama de aviário) e três doses de cada (cama de aviário: 3,3; 6,6 e 9,9 t ha<sup>-1</sup> (base úmida) e dejetos líquidos de suínos: 60; 120 e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Os tratamentos adicionais utilizados foram a testemunha (sem adubação) e o com adubação mineral (215 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 08-28-16). A área útil colhida fora formada por seis linhas centrais de cada unidade experimental. A produtividade foi calculada em kg ha<sup>-1</sup> a 13 % de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). O efeito do tipo e das doses dos dejetos animais foram avaliados pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os tratamentos adicionais foram comparados por meio de análise de contraste.

A produtividade de grãos de crambe foi significativamente elevada onde houve adubação mineral e adubação orgânica, em relação à testemunha. Não foi constatada diferença significativa entre a adubação com dejetos de animais e a adubação mineral. A aplicação de adubação dessas diferentes fontes nutricionais aumentou cerca de 37 % a produtividade de grãos em relação a testemunha. Isto

demonstra que a adubação para o cultivo de crambe, nesse solo, foi fundamental, independente da fonte nutricional. Seidel et al. (2010) e Dal Moro et al. (2010), também não verificaram diferença entre a aplicação de dejetos líquidos suíno ( $20$  a  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) e adubação mineral na produtividade do milho, cultivado também em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico no Oeste do Paraná.

Não houve interação significativa em relação à aplicação do dejetos líquidos de suíno e a cama de aviário, tampouco, entre as doses utilizadas dos dois produtos. Assim, a menor dose de ambos foi suficiente para elevar significativamente a produtividade do crambe nestas condições.

Assim como a fertilização mineral, a adubação com resíduos orgânicos também promove efeito residual no solo. De acordo com Viana e Vasconcelos (2008) a matéria orgânica aplicada ao solo provoca efeitos imediatos e também residuais, por meio de um processo mais lento de decomposição e liberação de nutrientes. A aplicação de dejetos de animais no solo representa uma alternativa de destinação do resíduo orgânico e que pode aumentar a produtividade das culturas.

## Referências

DAL MORO, H.G.; MOREIRA, G.C.; SONCELA, A.S. Efeito da aplicação com dejetos líquidos de suíno na cultura do milho. **Cultivando o Saber**, v. 3, n. 4, p. 154-166, 2010.

OLIVEIRA, R.C. et al. **Cultura do crambe**. 1ed. Cascavel: Assoeste, 2013.

SEIDEL, E.P.; GAONÇALVES JÚNIOR, A.C.; VANIN, J.P.; STREY, L.; SCHWANTES, D.; NACKE, H. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum: Technology**, v. 32, n. 12, p. 113-117, 2010.

VIANA, E M.; VASCONCELOS, A.C. F. Produção de alface adubada com termofosfato e adubos orgânicos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 2, p. 217-224, 2008.

## CÉLULAS VIÁVEIS DA COMUNIDADE MICROBIANA DE UM SOLO SOB APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE

Diego Silva dos Santos, Luana Patrícia Pinto, Alexandre Daniel Schneider, Jhonatan Rafael Hartmann Hister, Marco Antonio Barcellar Barreiros

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Graduando, Palotina - PR, *diegosds01@gmail.com*.

**Palavras-chave:** biofertilizante; microrganismos; unidade formadora de colônia.

A crescente diversificação na atividade agropecuária é algo visível em pequenas propriedades, com destaque para a região oeste do Paraná onde a suinocultura prevalece em muitos municípios. Essa diversificação tem levado os criadores de suínos a utilizarem os dejetos tratados como biofertilizantes em suas propriedades, principalmente por causa de seu baixo custo, facilidade na produção e ação nutricional, gerando uma economia em relação à compra de insumos agrícolas. Biofertilizantes são compostos de minerais, água, macro e micronutrientes, microrganismos, metabólitos e quelatos, que acabam por promover uma melhoria na fertilidade do solo e um desenvolvimento significativo de várias culturas (D'ANDREA; MEDEIROS, 2002).

Estudos evidenciam que a adição de compostos orgânicos são benéficos e restabelecem o balanço da microbiota do solo de modo a defendê-lo de diversos agentes e praga, promovendo a conservação do solo, portanto, a busca pelo conhecimento sobre a diversidade de organismos diretamente relacionados à fertilização biológica de solos vem crescendo devido ao anseio pela sustentabilidade na agricultura.

Atualmente, os principais métodos de fertilização biológica são baseados no uso de inoculantes microbianos, mais em uma escala crescente, vem surgindo no mercado, produtos que se propõem a reestruturar o solo a partir da introdução de microrganismos, dentre a maioria pertencentes aos chamados grupos funcionais, conjuntos diversos de organismos que exercem uma mesma função no ambiente, como, por exemplo, os diferentes grupos de decompositores da matéria orgânica no solo (NOGUEIRA; HUNGRIA, 2013).

Convergindo com a demandas por tecnologias de adubação mais sustentáveis do ponto de vista do manejo e conservação do solo, também vem surgindo a necessidade de novas tecnologias no manejo da criação de suínos. Um bom exemplo é o uso de probióticos, um combinado de culturas de microrganismos vivos que, adicionados à esterqueira, melhoram o equilíbrio da microbiota. A introdução deste tipo de produto, vem trazendo dúvidas quanto a aplicação do rejeito destes suínos tratados com probióticos em relação a possíveis alterações na composição biológica e química dos biofertilizantes e consequentemente, do solo (SANDERS, 2008).

Com base nisso, o presente trabalho buscou avaliar a quantidade de unidades formadoras de células (UFC) obtidas de solos sob aplicação de rejeitos de suínos oriundos de animais tratados e não tratados com probióticos sob cultivo de nabo forrageiro. O objetivo foi demonstrar o efeito temporal da aplicação do biofertilizante na quantidade de células viáveis presentes nos tratamentos com e sem a adubação orgânica e, ainda, observar se a presença do probiótico contribuiu para o incremento ou não deste número.

O experimento foi instalado num LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura argilosa na cidade de Palotina - PR. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com três tratamentos

e quatro repetições: Tr1 - biofertilizante de dejetos suínos com probiótico; Tr2 - biofertilizante de dejetos suínos e; Tr3 - testemunha sem aplicação.

O nabo forrageiro foi escolhido para o experimento porque é uma planta muito utilizada na adubação verde, de elevada capacidade de reciclagem de nutrientes. O biofertilizante foi utilizado à 20 % sendo realizadas duas aplicações, a primeira um mês antes e a segunda um mês após o plantio do nabo que foi feito no dia 25 de maio de 2016. Durante este período foram feitas três coletas: a primeira antes do plantio do nabo forrageiro e da primeira aplicação do biofertilizante (Te1); a segunda, após o cultivo e a primeira aplicação (Te2) e; a terceira após a segunda aplicação do produto (Te3) e com o nabo bem estabelecido. Após setenta dias o experimento foi desinstalado.

Para obtenção e contagem das colônias puras, dez gramas de solo foi pesado e dissolvido em solução salina a 0,85 % para obtenção das diluições seriadas. O plaqueamento foi realizado na concentração 10<sup>-3</sup> com 4 repetições onde, 1 ml de cada amostra foi adicionado ao meio tipo King B. As placas foram submetidas a crescimento em BOD em uma temperatura de 27 °C por 72 horas. Os dados foram submetidos à análise de variância de Kruskal Wallis, utilizando o programa SAS e a análise de Dunn par a par.

Analisando os dados foi possível notar que o probiótico (TR1) enriqueceu a microfauna apenas quando entrou no sistema, apresentando um valor médio de UFC (101,70) acima da média para todos os tratamentos em relação aos três momentos de coleta (52,60). Este fato fica evidente pois, a UFC obtida cai pela metade se comparado com o valor deste tratamento obtido pela segunda coleta (48,29 UFC). Esse comportamento pode ser atribuído a entrada inicial de um grupo específico de indivíduos que se somou aos seus pares ali presentes. Por competitividade, este grupo de espécies se ajustam as disponibilidades nutricionais do solo e, neste caso, também ao que está sendo fornecido pelos compostos orgânicos do biofertilizante. Observando, os valores da terceira coleta para este tratamento é possível ver uma diferença bem menor quanto a UFC (46,58), o que reflete o início do ajustamento populacional e reestabelecimento do equilíbrio bioquímico do solo tratado.

Observando os dados obtidos para o Tr2 (biofertilizante sem probiótico), também foi possível notar a contribuição da adubação orgânica para a UFC do solo tratado porém, com diferenças bem menores entre os valores ao longo do tempo (63,84; 51,37 e 41,65). Isto pode estar apontando que este composto orgânico está introduzindo indivíduos que já estão em número significativo no solo natural. Portanto, na prática, a contribuição, que deveria ser efetiva, a longo prazo para a reconstrução biológica do solo, fica limitada a um benefício imediato que não refletirá o verdadeiro papel dos compostos orgânicos como reconstrutores da fertilidade e pior, poderá ainda, estar contribuindo para a resiliência de certas comunidades em detrimento de outras o que levará a um desequilíbrio bioquímico do solo.

No terceiro tratamento (Tr3), que representa a testemunha sem o biofertilizante, foi possível observar, ao longo dos tempos Te1 (34,92 UFC) e Te2 (20,57 UFC), um leve decréscimo devido à falta de cobertura e ausência de matéria orgânica, porém, o valor obtido pela coleta no terceiro tempo Te3 (64,19) para este tratamento, foi significativamente maior. Isto aponta a efetiva contribuição do nabo forrageiro como adubo verde. Mesmo sem a adição do biofertilizante, a planta, sozinha foi capaz de promover o incremento da biota do solo experimental.

Portanto, o presente trabalho concluiu que o probiótico, a princípio, não prejudicou a biota do solo e que o biofertilizante foi capaz de estimular a comunidade bacteriana do solo. Porém, para



que este produto seja realmente efetivo para a reconstrução da fertilidade, este deverá promover a introdução de microrganismos diferentes dos que se encontram em maior quantidade no solo. Também aponta que é preciso novos estudos sobre a melhor forma de aplicação de produtos biológicos e em que tempo ideal, tudo em busca de uma reestruturação que promova a conservação biológica e a reestruturação bioquímica do solo a longo prazo.

## Referências

SANDERS, M. E. Probiotics: considerations for human health. **Nutr. Rev.**, v. 61, n.3, p.91-99, 2003.

D'ANDRÉA, P. A.; MEDEIROS, M, B; Biofertilizantes biodinâmicos na nutrição e proteção de hortaliças. In: AMBROSANO E. (Coord.) **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA**, 1. Anais. Piracicaba: Agroecológica, 2002.

NOGUEIRA, M, A,; HUNGRIA, M. **Indicadores microbiológicos de qualidade de solo**. Londrina: Embrapa Soja - Laboratório de Biotecnologia do Solo, 2013. Disponível em: < <http://www.sbcsnepar.org.br/rpcs2013/images/rpcs/arquivos/palestras/minicursos/minicurso01.pdf>> . Acesso em: 14 ago. 2016.

## PRODUÇÃO DE MASSA SECA DE PASTAGEM EM RECUPERAÇÃO COM CINZA VEGETAL E FORMAS DE APLICAÇÃO

Ellen Souza do Espirito Santo, Edna Maria Bonfim-Silva, Tonny José Araújo da Silva

Universidade Federal de Mato Grosso, Mestranda, Rondonópolis - MT, [ellen\\_ses@hotmail.com](mailto:ellen_ses@hotmail.com).

**Palavras-chave:** manejo do solo; fertilizante alternativo; destinação de resíduo sólido.

A pastagem com o tempo de uso pode não atender a necessidade de produção, reduzindo assim a eficiência no ganho de peso animal. A correção dos níveis de fertilidade apresentam efeitos positivos na produção de pastagem, principalmente no Brasil, onde em sua maioria, os solos possuem limitações em sua fertilidade natural (SOARES FILHO, 1997).

A crescente quantidade de resíduos gerados pelo uso da madeira como fonte de energia remete a uma necessidade de novas tecnologias que deem destino adequado aos mesmos, evitando danos de ordem ambiental, evitando o seu acúmulo em locais inadequados além da redução de volume. O uso da cinza vegetal no meio agrícola vem a ser uma alternativa interessante para aplicação desse resíduo, pois, além dos benefícios ambientais tem propriedades fertilizantes (BONFIM-SILVA et al., 2015).

Objetiva-se avaliar o potencial da cinza vegetal como corretivo e fertilizante associado a formas de aplicação, incorporado e não incorporado, na recuperação de pastagens em solo do Cerrado mato-grossense.

O experimento foi conduzido a campo, em área do Centro de Pesquisa do Instituto mato-grossense do Algodão (IMA) com coordenadas geográficas 16° 33' S e 54° 37' O. A área do experimento pertence a um sistema de pastagem já estabelecido e se apresenta em estágio de degradação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, em esquema fatorial 6 x 2, correspondentes a seis doses de cinza vegetal (0; 3; 6; 9; 12 e 15 t ha<sup>-1</sup>) e duas formas de aplicação (cinza vegetal incorporada e não incorporada com grade). O fator formas de aplicação foi aplicado em faixa. As parcelas experimentais principais (8 x 30 m) receberam as doses de cinza vegetal, enquanto as subparcelas (8 x 15 m) comportaram as formas de aplicação desta em 4 repetições, perfazendo o total de 24 parcelas e 48 subparcelas experimentais.

Realizou-se o corte e homogeneização das parcelas experimentais a altura de 5 cm da superfície do solo, com auxílio de roçadora mecanizada. O material vegetal foi retirado de modo manual das parcelas pelo processo de rastelamento. Após a homogeneização os tratamentos com cinza vegetal foram aplicados nas parcelas principais também de forma manual. Após a aplicação da cinza vegetal, realizou-se a incorporação nas subparcelas designadas ao tratamento, com grade aradora a 20 cm de profundidade. Foi realizada adubação nitrogenada de 100 kg ha<sup>-1</sup> em todas as subparcelas experimentais, utilizando ureia como fonte de nitrogênio.

Realizou-se quatro cortes de plantas em intervalos de 30 dias entre si, sendo que o primeiro corte foi realizado após os 30 dias de incubação da cinza vegetal. Foi realizada uma amostragem em cada subparcela a altura de 5 cm, utilizando retângulos confeccionados em barra de ferro com as dimensões de 1,00 m x 0,25 m. Após a secagem, em estufa de circulação forçada de ar, pesou-se o material em balança semi-analítica. Analisaram-se as variáveis, massa seca de folhas, colmos e massa seca da parte aérea total. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e quando significativos, o fator formas de aplicação foi submetido a teste de Tukey e as doses de cinza vegetal a análise de regressão a 5 % de probabilidade.

Para a produção de massa seca de folhas não houve interação entre os fatores doses de cinza vegetal e formas de aplicação, havendo assim efeito isolado entre os fatores estudados, sendo que para o primeiro corte a máxima produção de  $49,01 \text{ kg ha}^{-1}$  ocorreu na dose de cinza vegetal de  $11,13 \text{ t ha}^{-1}$  e a forma de aplicação que propiciou a maior produção de massa seca de folhas foi o não incorporado, produzindo  $47,37 \text{ kg ha}^{-1}$ . No segundo, terceiro e quarto cortes não houveram diferença significativa entre os tratamentos.

Para massa seca de colmos no primeiro corte houve diferença significativa isolada para as doses de cinza vegetal, ajustando-se ao modelo linear de regressão, com máxima produção de  $9,05 \text{ kg ha}^{-1}$  para a dose de cinza vegetal de  $15 \text{ t ha}^{-1}$ , não havendo diferença significativa para as formas de aplicação. O segundo corte não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Para o terceiro corte houve efeito isolado das formas de aplicação de cinza vegetal obtendo a máxima produção de massa seca de colmos na forma incorporada de  $(49,16 \text{ kg ha}^{-1})$ . No quarto corte não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Quanto ao fator formas de aplicação Bonfim-Silva et al. (2010), observaram em seu trabalho que a forma de incorporação do fertilizante, devido à movimentação do solo interfere nas características produtivas de capim-marandu, fazendo com que haja uma distribuição do mesmo no perfil do solo.

A variável massa seca da parte aérea total, o primeiro corte não houve interação significativa entre os tratamentos, apresentando efeito isolado, com ajuste quadrático, para as doses de cinza vegetal com máxima produção de  $102,84 \text{ kg ha}^{-1}$  para a dose  $11,40 \text{ t ha}^{-1}$ . O segundo, terceiro e quarto cortes não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Bezerra et al. (2014), analisando as características produtivas de capim marandu em dois solos do Cerrado sob adubação com cinza vegetal, observaram que há uma dose adequada de cinza vegetal para favorecer a produção de massa seca de folhas e colmos e da parte aérea, corroborando com o presente estudo. A massa seca da parte aérea está relacionada com a qualidade e quantidade de folhas. Esta característica é muito importante porque as folhas constituem uma das principais fontes de fotoassimilados e nutrientes para adaptação, a qual necessitará de boa reserva de fotoassimilados (BELLOTE; SILVA, 2000).

O uso de cinza vegetal apresentou efeito positivo para as características produtivas de pastagem em recuperação com maiores produções nas doses acima de  $11 \text{ t ha}^{-1}$ .

A forma de aplicação da cinza vegetal influenciou na produção de massa seca de folhas apenas no primeiro corte, indicando influencia devido ao revolvimento do solo e tempo de rebrota do capim. Já a produção de colmos foi influenciada apenas no terceiro corte onde a forma de aplicação incorporada sobressaiu-se a forma não incorporada.

## Referências

- BELLOTE, A. F. J.; SILVA, HD da. **Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 135-166, 2000.
- BONFIM-SILVA, E. M. ; CARVALHO, J. M. G. ; PEREIRA, M. T. J. ; SILVA, T. J. A. Cinza vegetal na adubação de plantas de algodoeiro em latossolo vermelho do cerrado. **Enciclopedia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; 2015.
- BEZERRA, M.D.L. ; BONFIM-SILVA, E. M ; SILVA, T. J. A. Wood ash effect on the productive characteristics of Marandu grass in Cerrado soils. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, p. 2339-2344, 2014.
- SOARES FILHO, C. V. **Curso de manejo de pastagens**. Araçatuba: USP, 1997. Disponível em : < [http://www.foa.unesp.br/pesquisa/centros\\_e\\_nucleos/zootecnia/informacoes\\_tecnicas/forragicultura/Curso %20de %20manejo %20de %20pastagens.pdf](http://www.foa.unesp.br/pesquisa/centros_e_nucleos/zootecnia/informacoes_tecnicas/forragicultura/Curso%20de%20manejo%20de%20pastagens.pdf)> Acesso em 13 de setembro de 2011.

BONFIM-SILVA, E. M ; SILVA, T. J.A.; LUZ, V. S. ; GUIMARÃES, S.L. ; POLIZEL, A.C. . Produção de capim-marandu em sistemas de recuperação no cerrado. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer v. 6, p. 1-8, 2010.

## CRESCIMENTO E RENDIMENTO DE BIOMASSA DE MANJERICÃO CULTIVADO COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Leandro Gonçalves dos Santos, Elcivan Pereira Oliveira, Elismar Pereira de Oliveira, Gisella Martha Silva Simões dos Santos, Daniela dos Santos Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Professor, Guanambi - BA,  
[leandro.santos@guanambi.ifbaiano.edu.br](mailto:leandro.santos@guanambi.ifbaiano.edu.br).

**Palavras-chave:** planta medicinal; *Ocimum basilicum*; composto orgânico.

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é uma planta anual pertencente à família das laminaceas, originária do Sudoeste Asiático e da África Central. Essa espécie é comercialmente cultivada para fins medicinal, aromático e condimentar com significativa importância econômica, além de ser uma alternativa geradora de emprego e renda para pequenos agricultores (FERREIRA et al., 2015).

Na região Nordeste do Brasil o manjeriço é cultivado principalmente por pequenos produtores que visam a comercialização de suas folhas. Entretanto, poucos são os trabalhos relacionados à exigência nutricional da cultura a fim de expandir a produção de biomassa (BLANK et al., 2005).

A adubação é um dos principais fatores que pode influenciar o desenvolvimento e a produção de biomassa em espécies aromáticas. Desta forma, o direcionamento de pesquisas relacionadas à adubação, e em especial a orgânica, é de suma importância para a obtenção de bons resultados. Visto que, o cultivo de plantas medicinais pressupõe a eliminação total de insumos químicos, considerando a utilização do produto final diretamente na saúde humana.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses do composto orgânico proveniente de resíduos de pequi (*Caryocar brasiliense*), no crescimento e produção de biomassa em manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) cv. Basilicão.

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, localizado numa área experimental do setor de Agricultura do Instituto Federal Baiano (IFBaiano), Campus Guanambi. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 6 x 6, com seis repetições, compreendendo seis tratamentos (doses do composto orgânico). Os tratamentos foram: T1 = 0 g dm<sup>-3</sup> (controle); T2 = 10 g dm<sup>-3</sup>; T3 = 20 g dm<sup>-3</sup>; T4 = 40 g dm<sup>-3</sup>; T5 = 60 g dm<sup>-3</sup> e T6 = 80 g dm<sup>-3</sup>, equivalentes a (0, 2, 4, 8, 12 e 16 kg m<sup>-2</sup>), respectivamente.

As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade para 18 dm<sup>3</sup>, preenchidos com terriço de barranco oriundo de LATOSSOLO AMARELO Eutrófico coletado na camada de 0-20 cm, devidamente peneirado e misturado às diferentes doses do composto orgânico. Durante a condução do experimento, as plantas foram regadas diariamente com uma mesma lâmina de água para todos os tratamentos e submetidas a tratamentos culturais adequados.

Aos 120 dias de cultivo as plantas foram colhidas, mediu-se a altura das plantas com auxílio de fita métrica e determinou-se a massa verde da parte aérea da planta. Em seguida o material colhido foi secado em estufa com circulação forçada de ar a 40 °C até obtenção de peso constante. Os resultados foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ) e havendo significância procedeu-se a análise de regressão.

Não houve efeito significativo das doses de composto orgânico para a variável altura de plantas e a média foi de 65 cm. Blank et al. (2005) avaliando a influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjeriço também não observaram efeito significativo na altura de plantas, contudo

a média observada por estes autores foi de 38,9 cm aos 60 dias após o transplante. Avaliando a produtividade de manjerição fertirrigado com vinhaça concentrada, Palarreti et al. (2015), também não observaram efeito significativo na altura de plantas.

As variáveis massa verde e seca da parte aérea, apresentaram efeito significativo e ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão. A massa verde da parte aérea (MVPA) foi influenciada positivamente conforme a equação ajustada:  $MVPA = 157,24 + 4,41X - 0,0389X^2$ ,  $R^2 = 0,862^{**}$ , onde X representa a dose do composto orgânico aplicada,  $R^2$  é o coeficiente de determinação da curva e,  $^{**}$  a significância ( $p < 0,01$ ) do modelo ajustado. Conforme esta equação ajustada, o máximo rendimento de massa verde da parte aérea ( $282,2 \text{ g planta}^{-1}$ ) é obtido com a aplicação de  $56,7 \text{ g dm}^{-3}$  do composto orgânico, o que corresponde a um incremento de 79 % em relação a tratamento controle. Efeito semelhante foi relatado por Biasi et al. (2009) avaliando o efeito da adubação orgânica da alfavaca, que obtiveram incremento de massa fresca da parte aérea com elevação das doses de adubo orgânico.

A massa seca da parte aérea (MSPA) também foi influenciada positivamente conforme a equação ajustada:  $MSPA = 24,17 + 0,44X - 0,0036X^2$ ,  $R^2 = 0,868^{**}$ , onde X representa a dose do composto orgânico aplicada,  $R^2$  é o coeficiente de determinação da curva e,  $^{**}$  a significância ( $p < 0,01$ ) do modelo ajustado. O máximo rendimento de massa seca da parte aérea ( $37,6 \text{ g planta}^{-1}$ ) é obtido com a aplicação de  $61,1 \text{ g dm}^{-3}$  do composto orgânico, representando um incremento de 56 % em relação ao tratamento controle. Resultados semelhantes foram observados por Yokota et al. (2015), que obtiveram incrementos de massa seca de parte aérea de manjerição com a elevação de doses de adubo organomineral aplicados via foliar. Moraes e Barbosa comparando a influência de adubos verdes e diferentes adubos orgânicos na produção de fitomassa aérea de *Ocimum selloi*, obtiveram incremento de 59 % na massa seca de parte aérea em relação a testemunha, adubando esta cultura com  $4 \text{ kg m}^2$  de composto orgânico.

A adubação com composto orgânico não influenciou na altura de plantas mas influenciou a produção de biomassa de manjerição. Doses até  $56,7$  e de  $61,1 \text{ g dm}^{-3}$ , proporcionam o maior rendimento de massa verde e seca da parte aérea, respectivamente.

## Referências

- BLANK, A. F.; SILVA, P. A.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA-MANN, R.; BARRETO, M. C. V. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjerição cv. Genovese. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.2, p.175-80, 2005.
- BIASI, L.A.; MACHADO, E.M.; KOWALSKI, A.P.J.; SIGNOR, D.; ALVES, M.A.; LIMA, F.I.; DESCHAMPS, C.; CÔCCO, L.C.; SCHEER, A.P. Adubação orgânica na produção, rendimento e composição do óleo essencial da alfavaca quimiotipo eugenol. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.1, p.35-39, 2009.
- FERREIRA, S. D.; ECHER, M. D. M.; BULEGON, L. G.; PASTÓRIO, M. A.; ALINE, V. Influência da adubação nitrogenada e época de cultivo sobre o rendimento de folhas de manjerição (*Ocimum basilicum* var. verde Toscana) para fins medicinais. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.20, n.4, p.389-396, 2015.
- MORAIS, L. A. S.; BARBOSA, A. G. Influência da adubação verde e diferentes adubos orgânicos na produção de fitomassa aérea de atoveran (*Ocimum selloi* Benth.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinalis**, Botucatu, v.14, n.esp., p.246-249, 2012.
- PALARRETI, L.F.; DALRI, A.B.; DANTAS, G.F.; FARIA, R.T.; SANTOS, W.F.; SANTOS, M.G. Produtividade do manjerição (*Ocimum basilicum* L.) fertirrigado utilizando vinhaça concentrada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.9, n.5, p.326-334, 2015.
- YOKOTA, L.H.T.; IOSSAQUI, C.G.; HOSHINO, E.A.; SOUZA, J.R.P. Adubação foliar no desenvolvimento e produção de óleo essencial de manjerição. **Revista Brasileira de Plantas Medicinalis**, v.17, n.4, supl.II, p.975-979, 2015.

## ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E O DESENVOLVIMENTO DA TECA NA REGIÃO SUDOESTE DE MATO GROSSO

Elyson Thiago de Souza Florentim, Helen Caroline Rodrigues Correa, Dhiozen Santos Burdella, Alan Soares Nascimento, Milson Evaldo Serafim

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cáceres, Graduando, Bolsista, Cáceres - MT, [thiagoflorentim28@gmail.com](mailto:thiagoflorentim28@gmail.com).

**Palavras-chave:** silvicultura; fertilidade do solo; saturação por bases.

Entre as espécies florestais, a teca (*Tectona grandis* L.f) possui uma ampla distribuição geográfica, presente desde a zona tropical da Ásia, África, América Latina e Caribe. A introdução da espécie no Brasil ocorreu entre os anos de 1960 e 1970 na região de Cáceres - MT, onde encontrou condições favoráveis ao desenvolvimento com redução expressiva no ciclo de rotação. Na Ásia a idade de corte raso da teca varia de 60 a 100 anos, já em Mato Grosso o corte pode ser realizado entre 25 a 30 anos (MACEDO et al., 2005).

A teca se desenvolve em uma grande variedade de solos e formações geológicas, porém tem preferência a solos com textura franco-arenoso a argiloso, profundos e de boa drenagem, com terrenos planos, ou pouco declivosos e férteis (PELLISARI et al., 2014). Dentre os principais fatores limitantes da produtividade da teca, a seleção inadequada dos sítios de plantio tem grande peso no seu desenvolvimento (PEREZ; KANNINEN, 2005). A utilização de talhões de estudo em sítios florestais, apresenta inúmeras vantagens em estudos desta natureza, diminuindo custo para pesquisa e acelerando a obtenção de resultados conclusivos.

Devido poucos estudos de caráter científico a respeito da cultura da teca, há necessidade de estudos mais refinados que avaliem o desenvolvimento silvicultural desta espécie. Nesse sentido o objetivo do estudo foi avaliar os atributos químicos do solo de maior relevância para o potencial produtivo da teca na Região Sudoeste de Mato Grosso.

O estudo foi realizado em talhões florestais de teca situados nas Fazendas Cacimba e Santa Maria, no município de Porto Esperidião, pertencente à Região Sudoeste do estado de Mato Grosso.

O método de seleção das áreas de estudo dentro das fazendas foi realizado por meio de caminhamento livre, percorrendo toda a área com teca, realizando observações de campo e delimitando parcelas dentro dos talhões a partir das características dos solos, da posição na paisagem e do desenvolvimento da cultura. Foram alocadas 50 parcelas de 600 m<sup>2</sup> (20 x 30 m). Como critério de seleção, foram utilizadas somente as áreas com a mesma densidade de plantio, práticas de manejo, e com idades entre 12 e 13 anos. Em cada parcela foi aberta uma trincheira com até 2 metros de profundidade, e no perfil de cada trincheira foram realizadas coletas de solo, retirando-se amostras nas camadas de 0 a 0,05, 0,05 a 0,40, 0,40 a 0,80 m. Foram realizadas as determinações de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), Matéria Orgânica (M.O), pH em H<sub>2</sub>O e calculados os valores de capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V %), conforme Embrapa (1997).

Para fins de correlacionar o potencial produtivo de cada parcela foi abatido à árvore média, dentro do grupo de vinte por cento das árvores dominantes, a qual foi submetida à cubagem rigorosa pelo método Smalian.



Os dados foram submetidos à análise por árvore de regressão, que possibilitou a visualização da influência das variáveis do solo sobre a produção em volume comercial de madeira da teca. Todas as análises foram realizadas pelo *software* estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

Dentre as variáveis resposta (químicas e físicas) incluídas na análise estatística a saturação por bases (V %), se destacou como uma das variáveis de maior poder de determinação do potencial produtivo da cultura. Valores altos de V % indicam elevados teores de Ca, Mg e K<sup>+</sup>, menor concentração de elementos ácidos, pH básico e melhor condição de fertilidade. Enquanto resultados abaixo de 50 % de saturação de bases indicam comumente alta proporção de H e Al ocupando o complexo a CTC, implicando em menor fertilidade (MALAVOLTA, 2006).

Neste trabalho as cinquenta parcelas amostradas, com média geral de produção de 82,08 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, puderam ser divididas em duas populações distintas, separadas pelo valor de saturação por bases de 53,17 %. Para valores menores que 53,17 %, foram enquadrados 23 sítios, os quais apresentam produtividade de 51,57 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, já para valores maiores que 53,17 % de saturação a média foi de 106,10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Estas duas populações apresentaram novo agrupamento, sendo o grupo de menor produtividade subdividida pelo teor de matéria orgânica do solo e o grupo de maior produtividade subdividido mais uma vez pela saturação por bases. Dos 23 sítios do grupo de menor produtividade, 10 ficaram em ambiente com menos de 9,15 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica, com média de 31,47 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e outros 13 com mais de 9,15 g kg<sup>-1</sup> e média de 67,03 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Já para os 27 sítios do grupo de maior produtividade, na subdivisão, 17 ficaram em ambiente com menos de 72,09 % de saturação por bases, com média de 97,65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e outros 10 com mais de 72,09 % de saturação tiveram média de 125,80 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

De acordo com os resultados, para a cultura da teca a saturação por bases influencia significativamente a produtividade, tendo resposta positiva da floresta ao aumento desta variável. E para os ambientes de menor saturação, a matéria orgânica possui caráter substituto, melhorando o desempenho da floresta nos ambientes de menor saturação. Contudo, para este estudo, recomenda-se valores de saturação superior a 50 % e de matéria orgânica superior a 1 %, para melhor desempenho da floresta de teca.

## Referências

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed.rev.atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPACNPS. Documentos, 1).
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., 2006. 638 p.
- MACEDO, R. L. G.; GOMES, J. E.; VENTURIN, N.; SALGADO, B. G. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f.(teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, v. 11, n. 1, p.61-69, 2005.
- PELISSARI, A. L.; GUIMARÃES, P. P.; BEHLING, A.; EBLING, A. A. Cultivo da teca: características da espécie para implantação e condução de povoamentos florestais. **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v.1, n.1; p. 127. 2014.
- PÉREZ, D.; KANNINEN, M. Stand growth scenarios for *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, n. 210, p. 25-441, 2005.
- R Development Core Team. R: **a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2009. ISBN 3-900051- 07-0, URL. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

## MACRONUTRIENTES NA PRODUÇÃO DE MASSA SECA DE MUDAS DE CLERODENDRUM QUADRILOCULARE

Paloma Emanuela Braga Martins, Dhiozen Santos Burdella, Helen Caroline Rodrigues Correa,  
Daniele Karen Paesano, Milson Evaldo Serafim

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Graduando, Bolsista, Cáceres - MT,  
*palomabraga07@gmail.com*.

**Palavras-chave:** nutrição de plantas; matriz baconiana; produtividade.

A espécie *Clerodendrum quadrioculare* (Cotonete) é uma espécie ornamental e de desenvolvimento rápido e chega a medir de 4 a 5 metros de altura, nativo das Filipinas e pertencente à família Lamiaceae. Vem sendo introduzida no Brasil como planta ornamental para uso paisagístico. Não se tem muito conhecimento sobre a característica e nutrição desta planta, e para o crescimento e desenvolvimento de uma espécie todos os nutrientes devem estar adequadamente disponíveis.

Conforme Souza et al. (2006), a nutrição de plantas é um dos principais fatores para obtenção de produtividade e qualidade, e o alto potencial de crescimento é comumente limitado por ausência nutricionais e hídricas, sendo assim avaliar as exigências nutricionais é um importante fator para o aumento de vigor e produtividade da espécie, por isso é imprescindível uma adubação equilibrada que permita o desenvolvimento da planta.

O desenvolvimento de ensaios exploratórios possibilita verificar fatores limitantes da produção, em condições que é pouco conhecida. A utilização de NPK em experimentos tem relevante importância, pois os macronutrientes são elementos básicos necessários para o desenvolvimento da planta.

Portanto tem-se a necessidade de estudos que avaliem o desenvolvimento da espécie *C. quadriloculare*, por ser uma espécie comumente usada em paisagismo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de N, P, K, Ca e Mg sobre a produção de massa seca das mudas e; apontar a dose adequada para estabelecer o *Clerodendrum quadriloculare* no campo.

O experimento foi desenvolvido na casa de vegetação localizada na área experimental do Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Cáceres, nas coordenadas 16° 08' 11,7" S; 57° 41' 26,9" W no município de Cáceres, que tem um clima tropical quente e úmido com inverno seco do tipo Awa de acordo com a classificação de Köppen. A precipitação anual média do município é 1.348,3 mm. O substrato usado na produção das mudas Plantmax® foi empregado para a realização do estudo.

Os tratamentos foram arranjos conforme a matriz baconiana, um dos nutrientes fornecido em quantidades variáveis, e os outros mantidos em um nível referencial. Com a matriz baconiana avaliou-se cinco macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio) em três diferentes doses, e ainda três tratamentos adicionais, no qual um com doses de referência, um com doses máximas e outro sem adição de nutrientes, completando 18 tratamentos, organizados em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram delimitados os tratamentos de forma que, quando a quantidade de um nutriente estiver variando, as doses dos demais permanecessem fixas.

As mudas utilizadas no ensaio foram provenientes de sementes, de matrizes no Município de Caraívas, BA. Semeadas em saco plásticos com 2 L de substrato. A instalação dos tratamento se deu 30 dias após a emergência das plântulas quando as mudas apresentavam dois pares de folhas e altura média de 6 cm. No dia 18/11/2015 foi realizada a adubação, os sais fornecedores de cada nutriente

foram: Ca e Mg com ( $\text{CaCl}_2$  e  $\text{MgSO}_4$ ), e os de N, P e K com ( $\text{NH}_4\text{CO}_3$ , KCl, e  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Aplicou-se uma solução de base, em mistura ao substrato, de micronutrientes composta por: boro ( $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ), cobre ( $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ), molibdênio ( $0,1 \text{ mg dm}^{-3}$ ), manganês ( $3,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e zinco ( $4,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ), utilizando como fontes  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{MoO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , respectivamente. A umidade do solo foi mantida próximo de 60 % da capacidade de campo. Após um período de 64 dias as plantas foram colhidas e subdivididas em raiz e parte aérea, lavadas em água destilada e secas em estufa com circulação forçada de ar a  $65^\circ\text{C}$ , até que atingissem peso constante. Para determinação do peso de massa seca de raiz (MSR) e peso de massa seca da parte aérea (MSPA) foi utilizada uma balança analítica com precisão de 0,01 g, e o peso de massa seca total (MST) se deu pela soma da MSR e da MSPA.

Foi realizado o ajuste de equações de regressão para a análise estatística dados de cada nutriente, testando os respectivos coeficientes pelo teste “t” de Student, com base no quadrado médio do resíduo da ANOVA, em níveis de 1,5 e 10 % de probabilidade, utilizando Programa R, 3.1. Version (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

Um dos melhores parâmetros para caracterizar a qualidade de mudas, é a produção de massa seca, porém, um problema é ser um método destrutivo, o que inviabiliza seu uso na maioria dos viveiros. A aplicação de doses crescentes de macronutrientes apresentou efeito sobre a produção de massa seca das plantas, sendo o efeito de N observado na massa seca da parte aérea, na massa seca da raiz e massa seca total. O Mg também foi significativo para MSPA e MST, no entanto de forma negativa.

Admitindo as respostas obtidas para mudas de *C. quadriloculare*, Cruz et al. (2006) observaram resultado significativo da adubação nitrogenada sobre a MSPA de *Samanea inopinata*. No caso, as doses de N recomendadas para a alcance de maiores valores de peso de massa seca estão próximos os níveis usados para *C. quadriloculare*, comprovando que essa espécie é exigente em N. Não foi determinado efeito significativo da adição de P para mudas de *C. quadriloculare*, contradizendo as repostas observadas por Fernandes et al. (2002) em *Cordia goeldiana*, os quais constataram respostas lineares crescentes à aplicação de doses crescentes de P ao substrato. Não houve significância no incremento de K para MSPA, MSR e MST, assim como Duboc et al. (1996b) em omissão de K para plantas de *Copaifera langsdorffii*, não afetou a MSPA. Não se verificou resultado da adição de doses crescentes de Ca e Mg sobre a produção de massa seca das mudas de *C. quadriloculare*, fora a MST em que Mg apresentou significância negativa. Análise semelhante encontrada por Duboc et al. (1996a) em mudas de *Hymenaea courbaril*.

A adição de macronutrientes ao substrato, quando comparados com a testemunha zero, resultou em maior qualidade das mudas de *Clerodendrum quadriloculare*, logo, apresentou maior produção de massa seca. Consequentemente a fertilização é importante para o desenvolvimento adequado da espécie, sendo observado maior resposta ao N dentre os nutriente estudados.

## Referências

- CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.; GUERRERO, C.R.A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, p.537-546, 2006.
- DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F.R.; DAVIDE, A.C. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.). **Revista Cerne**, Lavras, v. 2, n.1, p.31- 47, 1996a. 32
- DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F.R. do; DAVIDE, A.C. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo copaíba). **Revista Cerne**, Lavras, v.2, n.2, p.1-12, 1996b.
- FERNANDES, A.R.; CARVALHO, J.G.; PAIVA, H.N.; MIRANDA, J.R.P. Efeito do fósforo e do zinco sobre o

crescimento de mudas de freijó (*Cordia goeldiana* Huber.). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n.37, p.123-131, 2002.

R Development Core Team. R.: **A linguagem e ambiente para computação estatística**. Viena, Áustria: Fundação R para Statistical Computing, 2011.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; FILHO, S. M.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

## EFEITO DE MACRONUTRIENTES NO DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS DE TECA (*TECTONAS GRANDIS* L.F.)

Dhiozen Santos Burdella, Paloma Emanuela Braga Martins, Elyson Thiago Souza Florentim, Elvis de Souza Corsino, Milson Evaldo Serafim

Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cáceres, Graduando, Bolsista, Cáceres - MT, [dhiozen36@gmail.com](mailto:dhiozen36@gmail.com).

**Palavras-chave:** nutrição de plantas; características morfológicas; matriz baconiana.

A teca (*Tectona grandis* L.f.) é uma das espécies que domina as plantações florestais nos trópicos, e tem origem do Sudeste Asiático. Segundo Filho et al. (2003), o Plantio da espécie no Brasil começou no final da década de 1960 pela empresa Cáceres Florestal S.A., no Município de Cáceres - MT, nessa região a teca se encontra com um melhor percentual de desenvolvimento, por causa das condições ambientais e os cuidados silviculturais mais adequadas que as favorecem, no seu país de origem o tempo de corte chega a 80 anos, onde em Cáceres - MT se conseguiu diminuir esse ciclo para 25 anos. No Estado de Mato Grosso o cultivo vem se ampliando, em vista do valor comercial de sua madeira e por apresentar boa adaptabilidade em diferentes regiões.

Devido a variabilidade de solos na região, há um comportamento distinto da espécie em diferentes níveis de cada nutriente, sendo assim é de extrema importância conhecer as exigências nutricionais da teca, a necessidade de adubação é um fator importante quando o solo não é capaz de fornecer. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi determinar a dose de macronutrientes que possibilitará maior crescimento em diâmetro de colo e melhor qualidade nas mudas de Teca.

O ensaio foi realizado na casa de vegetação da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, localizado nas coordenadas 16° 11' 42" de latitude Sul e 57° 40' 51" de longitude Oeste, do município de Cáceres, com temperatura anual média de 26,24 °C, e as máximas absolutas chegando a 41,2 °C. A umidade relativa teve no ano média igual a 78,50 % e com precipitação anual mediana de aproximadamente 1335 mm. O solo utilizado para a realização do estudo, foi retirado da área do IFMT – Campus Cáceres Prof. Olegário Baldo, o material foi seco ao ar e peneirado em malha de 4 mm de diâmetro para enchimento dos vasos e em seguida serem devidamente caracterizadas quimicamente. Foi adicionado areia lavada no substrato para produção das mudas, deste modo, provavelmente os valores da análise de cada nutriente podem ter sido alterados (reduzida). Os tratamentos foram obtidos segundo a matriz baconiana (TURRENT, 1979), na qual um dos nutrientes é ministrado em quantidades variáveis, enquanto os distintos são mantidos em um nível fixo. Com esta matriz, pretende-se avaliar cinco macronutrientes (nitrogênio, ácido fosfórico, potássio, cálcio, magnésio) em três diferentes doses, embora há dois tratamentos adicionais, sendo um com doses de referência e outro sem adição de nutrientes (testemunha), perfazendo 18 tratamentos, que serão dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

A unidade experimental foi constituída por um vaso de polietileno rígido com capacidade de 8,0 dm<sup>3</sup> de solo e uma muda. A espécie estudada foi *Tectona grandis* L.f. (teca), cujo o clone foi fornecido pela empresa Floresteca, localizada na cidade de Cáceres - MT. Foi utilizado 5 kg de solo como substrato em cada vaso. A umidade do solo foi sustentada próximo de 60 % da capacidade de campo. A aplicação dos macronutrientes foi parcelada em 0, 15, e 30 dias após o plantio. Os sais usados na

adubação foram:  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  para N;  $\text{H}_3\text{PO}_4$  para o P; KCl para K;  $\text{CaCl}_2$  para Ca; e  $\text{MgSO}_4$  para Mg.

Antes da implantação das mudas, aplicou-se em cada vaso uma mistura contendo 10 g de micronutrientes granulado (FTE) composto por: 1,80 mg  $\text{dm}^{-3}$  de boro ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), 0,80 mg  $\text{dm}^{-3}$  de cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), 3,00 mg  $\text{dm}^{-3}$  de Ferro ( $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), 0,10 mg  $\text{dm}^{-3}$  de molibdênio ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), 2,00 mg  $\text{dm}^{-3}$  de manganês ( $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) e 9,00 mg  $\text{dm}^{-3}$  de zinco ( $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ). Após a implantação das mudas nos vasos a duração do experimento foi de 60 dias, no final deste período foram tomados os dados de diâmetro do colo (DC).

Os dados foram submetidos a análise estatística por meio de contrastes ortogonais, análises de variância e regressão, utilizando-se o *software* R 2.10.1 (RDCT, 2009).

Com base nas análises de contrastes ortogonais, os tratamentos que receberam fertilização não foram superiores aos tratamentos sem fertilização, ou seja, a aplicação de fertilizantes contendo macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg), não possibilitou um significativo aumento no crescimento de (DC) das mudas de teca, o que indica que o período de tempo de condução do experimento não foi suficiente para produção de mudas de qualidade. Segundo Souza et al. (2006), a avaliação do diâmetro de colo é de fundamental importância na avaliação do potencial da muda para sobrevivência e crescimento após o plantio, sendo que, de acordo com Carneiro (1983), plantas com maior DC apresentam maior sobrevivência, especialmente pela maior capacidade de formação e crescimento das novas raízes.

Não foi verificado crescimento significativo em diâmetro de colo nos clones que foram aplicados os macronutrientes.

Não houve resposta na adição de N nas mudas, de acordo com Gonçalves et al. (2008), observando semelhança neste experimento, verificaram que mudas de *Anadenanthera macrocarpa* não tiveram o crescimento em DC em razão da adição de N.

Não houve resultado significativo na adição de P, porém respostas significativas à adubação fosfatada sobre o DC de mudas de distintas espécies florestais são encontradas com frequência na literatura. Novamente Gonçalves et al. (2008), comenta que a presença do P é de extrema importância para o crescimento (DC) da espécie *Anadenanthera macrocarpa*.

Os resultados de K não foram significativos, segundo Balieiro et al. (2001) também verificaram, para *Acacia auriculiformis*, que o crescimento em DC não foi afetado pela aplicação de K.

O mesmo aconteceu em resposta para Ca e Mg, que verificou ausência de efeito significativo sobre o crescimento em Diâmetro de colo nas mudas de *Tectona grandis* L.f.

As mudas de teca não apresentaram resposta significativos à adição de macronutrientes, provavelmente devido ao tempo de condução do ensaio ser curto, ou seja, a aplicação de fertilizantes contendo macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg), não possibilitou um significativo aumento no crescimento de DC das mudas de teca. Para o estudo de nutrição da teca é necessário um período de tempo superior a 60 dias, porque a espécie tem crescimento inicial lento.

## Referências

- BALIEIRO, F. C.; OLIVEIRA, I. G.; DIAS, L. E. Formação de mudas de *Acacia holosericea* e *Acacia auriculiformis*: resposta a calagem, fósforo, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 183-191, abr./jun. 2001.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.
- FILHO, A. A. T.; SILVA, M. L.; COUTO, L.; MÜLLER, M. D. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, v.27, n.4, p.487- 494, 2003.

GONÇALVES, E. O. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.

SOUZA, C. A. M. et al. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, v.16, n.3, p.243-249, 2006.

TURRENT, F. A. **Uso de una matriz mixta para la optimización de cinco a ocho factores controlables de la producción**. Chapingo-México: Rama de Suelos, Colégio de Postgraduados, 1979. 65p. (Boletim Técnico, 6).



## DISTRIBUIÇÃO IRREGULAR DE FERTILIZANTES NO DESENVOLVIMENTO DAS CULTURAS DO MILHO E DA SOJA

César Augusto Cansian, David Peres da Rosa, Claudio Carvalho dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão, Graduando,  
Passo Fundo - RS, [cansian.agropec@gmail.com](mailto:cansian.agropec@gmail.com).

**Palavras-chave:** fertilizantes; *Zea mays*; *Glycine max*.

Naturalmente, o solo apresenta variabilidade espacial e temporal de seus atributos químicos, resultante da interação dos processos de formação do solo (MONTEZANO et al., 2006). Entretanto, esta variabilidade pode ser ainda maior e mais frequentemente encontrada, em função de intensos efeitos antrópicos na agricultura. Neste sentido, intenso uso de fertilizantes para produção agrícola têm gerado grandes discussões do ponto de vista técnico e econômico, levando em conta que o uso de fertilizantes na agricultura restringe-se à poucas tecnologias precisas, gerando uma série de picos de distribuição de fertilizante ao longo da linha de semeadura, desencadeando montantes desnecessárias ou superdimensionadas desse insumo no solo (PAGNUSSAT et al., 2013). Deste modo, há uma ampliação da variabilidade espacial da fertilidade do solo influenciando assim na produtividade de culturas (STRIEDER et al., 2010), pois muitas vezes o fator limitante do rendimento das culturas é o baixo ou excessivo teor de nutrientes. Além disso, Lacerda et al. (2015), destaca que, embora alguns solos sejam considerados com um nível de fertilidade alto ou muito alto, é comum que alguns agricultores continuem adubando com quantidades fixas de fertilizantes, em função destes temerem à redução da produtividade, agregando ainda mais à heterogeneidade química do solo.

Outros fatores são preocupantes, como o aumento do custo de produção, levando em consideração que maior parte dos fertilizantes, em países como o Brasil, são oriundos da importação e o impacto ao meio ambiente considerando que o maior rendimento aumenta a quantidade de material vegetal que fica como cobertura do solo (STRIEDER et al., 2010; MELLO et al., 2006) são fatores que são, também, influenciados de acordo com a variabilidade espacial de fertilidade do solo.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da variação distribuição de fertilizantes na semeadura sobre os componentes agrônômicos de plantas cultivadas sob o sistema plantio direto.

O experimento foi realizado durante os anos agrícolas de 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015, sendo que as culturas empregadas foram: milho (*Zea mays*) soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*), respectivamente. O solo do experimento é classificado como um NITOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2006), localizado na área experimental do IFRS – Campus Sertão, empregado sob o delineado de blocos ao acaso (4) com parcelas subdivididas, em que o fator principal foi as doses de fertilizantes e o secundário tipo de dosador. As doses foram: sem critério técnico, reposição e manutenção da fertilidade e a última de investimento. A dose sem critério técnico foi baseada na mesma dose empregada pelos agricultores da região do Alto Uruguai e Planalto Médio do Rio Grande do Sul (região próxima ao local da pesquisa) a qual não leva em consideração nenhum critério técnico; já a segunda dose foi planejada segundo análise do solo seguindo a recomendação do manual de adubação e de calagem do RS e SC, buscando a produtividade média da região (média de 5000 kg ha<sup>-1</sup>) e; a terceira dose foi idealizada objetivando atingir a produtividade acima de 8000 kg ha<sup>-1</sup>, caracterizando

um “investimento”. O fator secundário foi a distribuição dessas doses pelo dosador helicoidal por transbordo (DHT) e pelo dosador helicoidal por gravidade (DHG).

Para qualificação do experimento foram avaliados a altura média de plantas (Hmed), o coeficiente de variação da altura de plantas (CVap) e a produtividade. Para o primeiro parâmetro foi realizada a mensuração da altura de plantas do nível do solo até a última intersecção foliar aos 30, 45, 75 e 90 dias após semeadura (APS) em 6 metros da linha central de cada parcela. A produtividade foi executada através da colheita individual de cada planta ao longo dos mesmos 6 metros da linha central de cada parcela utilizados para mensuração da altura de plantas.

A organização dos dados foi realizada em planilha eletrônica, e análise estatística pelo *software* estatístico Assistat 7.7 BETA.

No primeiro ano de experimento (2012/2013), no parâmetro Hmed, levando em consideração as diferentes doses de fertilizante utilizadas, houve uma correlação entre a maior dosagem de fertilizante (investimento) com a maior altura de plantas, não havendo diferença entre as doses sem critérios e reposição. Esse parâmetro não foi influenciado pelos dosadores DHT e DHG, tal situação ocorreu também no CVap. No segundo ano de experimento (2013/2014), em ambos os parâmetros Hmed e CVap, considerando doses e dosadores, não houve diferença significativa, o que pode estar elencado ao fato de que a cultura do milho (*Zea mays*) é mais sensível às fertilizações do que a cultura da soja (*Glycine max*) em função dos diferentes níveis de exigências nutricionais (LACERDA et al., 2015).

No terceiro ano (2014/2015) o Hmed demonstrou sensibilidade às diferentes doses de fertilizante, havendo uma redução dessa na dose de reposição em relação às demais doses. Além disso, nota-se que na dose de investimento, as plantas tiveram respostas significativas aos 45 e 75 APS, pois também houve uma redução da Hmed. Os dosadores não influenciaram na Hmed, contudo considerando o CVap, observou-se uma redução significativa na dose sem critério, sobretudo nos 75 e 90 APS em relação às demais doses, mas não há efeito dos dosadores. A não influência dos dosadores no Hmed e CVap deve estar ligada às boas condições de fertilidade do solo, pois este é decorrente de vários anos uso com o sistema plantio direto, sendo que, mesmo existindo pulsos de distribuição por dosadores de fertilizantes (ROSA et al., 2013), a condição química do solo mascara seu efeito sobre as plantas cultivadas.

Em relação à produtividade, no primeiro ano não houve efeito dos fatores, começando haver no segundo ano, demonstrando maior produtividade na maior dose de fertilizante (investimento), aproximadamente 40 % a mais, independentemente do dosador utilizado para a distribuição. No terceiro ano apenas os dosadores afetaram a produtividade do milho, demonstrando médias de 10.622,96 kg ha<sup>-1</sup> no dosador DHT contra 8708,43 kg ha<sup>-1</sup> do DHG.

Tanto as culturas do milho (*Zea mays*) quanto a da soja (*Glycine max*) não apresentaram respostas que possibilitassem uma clara leitura da influência da distribuição irregular de fertilizantes ao longo da semeadura, sobretudo em função da alta fertilidade do solo, a qual garantiu a necessidade nutricional para o desenvolvimento das respectivas culturas.

## Referências

LACERDA, J. J. de; RESENDE, Á. V. de; NETO, A. E. F., HICKMANN, C.; CONCEIÇÃO, O. P. da. Adubação, produtividade e rentabilidade da rotação entre soja e milho em solo com fertilidade construída. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.9, p.769-778, 2015.

MELLO, G. de; BUENO, C. RP; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial das propriedades físicas e químicas do solo em áreas intensamente cultivadas. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.10, n.2, p.294-305, 2006.

MONTEZANO, Z. F.; CORAZZA, E. J.; MURAOKA, T. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homogeneamente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.5, p.839-847, 2006.

PAGNUSSAT, L.; ROSA, D. P. da; PESINI, F.; FINCATTO, D.; SANTOS, C. C. dos. Distribuição de adubo: dosador convencional x dosador fertisystem. In: **Mostra de iniciação científica**, III mostra de criação e inovação, 3., Getulio Vargas, 2013. Anais, Getulio Vargas, IDEAU. CD-ROM.

ROSA, D. P. da; PAGNUSSAT, L.; PESINI, F.; AFLEN, J.A. Dose certa, **Cultivar Máquinas**, 11: 46-48, 2013.

STRIEDER, G.; ROSIROLLA, P.; MIOLA, E. C. C.; SUZUKI, L. E. A. S.; REISSER JUNIOR, C.; MILANI, I. C. B.; COLLARES, G. L.; DUBOW, M. Heterogeneidade da fertilidade de um Argissolo sob pomar de pêssego em função da irrigação e posição de amostragem. In: **Reunião sul-brasileira de ciência do solo**, 8., Santa Maria, 2010. Anais. Santa Maria: Núcleo Regional do Rio Grande do Sul, 2010, CD-ROM.

## EFEITO DE DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DO CLORETO DE POTÁSSIO NA CULTURA DO MILHO

Camila Adaime Gabriel, Luciano Colpo Gatiboni, Paulo Cezar Cassol, Gilmar Luiz Mumbach

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestranda em Ciência do Solo, Lages - SC,  
*camilaadaimegabriel@gmail.com*.

**Palavras-chave:** *Zea mays*; adubação; efeito salino.

O cultivo do milho no Brasil tem predomínio nas regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste, com expressivo crescimento em área, produção e produtividade. Entre os fatores que limitam o rendimento agrônomo das culturas, a disponibilidade de nutrientes apresenta papel de destaque, devendo-se adicionar esses minerais nas quantidades, de maneira e momento mais adequado à necessidade das plantas (CONUS et al., 2009).

Alguns dos fertilizantes mais utilizados, possuem capacidade de gerar efeito salino no solo e este efeito depende da formulação e dose usadas de diferentes componentes. A posição inadequada dos fertilizantes em relação à semente, em diversas espécies, tem sido relacionada a problemas na germinação de sementes, devido ao efeito salino a ela ocasionada (BEVILAQUA et al., 1996).

O cloreto de potássio (KCl) é o fertilizante potássico mais utilizado no Brasil. A aplicação deste fertilizante durante o processo de semeadura, em dose total, reduz o número de operações agrícolas, diminuindo o custo de produção. Porém, essa adubação pode aumentar a concentração eletrolítica da solução do solo, e assim, as regiões fertilizadas e suas adjacências podem apresentar percalços na germinação e no desenvolvimento inicial das raízes, refletindo negativamente na população e no desenvolvimento das plantas (SANGOI et al., 2009).

Considerando a possibilidade de ocorrência de efeito salino negativo com a adição do fertilizante KCl, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito salino no solo de doses e de formas de aplicação do cloreto de potássio na cultura do milho em dois solos contrastes nos teores de argila.

O experimento foi implantado em casa de vegetação, sob condições de temperatura e umidade controladas, no período de fevereiro a maio de 2016, nas dependências da Universidade do Estado de Santa Catarina, no Centro de Ciências Agroveterinárias, em Lages, SC. Foram utilizados dois diferentes tipos de solos: um arenoso, da ordem dos Cambissolos, coletado em Lages, onde há em sua composição 50 % de areia lavada e 50 % do solo; e um solo argiloso, classificado na ordem Nitossolo, coletado na cidade de Xanxerê - SC. Após secos, moídos e peneirados (< 2 mm), os solos foram analisados quimicamente, seguindo metodologias propostas em Tedesco et al. (1995), apresentando os seguintes parâmetros: Cambissolo - pH em água de 6,12, SMP de 6,35, 0,7 % de carbono orgânico, 11,76 e 54 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo e potássio, respectivamente; Nitossolo - pH em água de 5,69; SMP de 5,37; 1,53 % de carbono orgânico; 7,08 e 162,7 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo e potássio, respectivamente.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, além dos dois tipos de solo acima destacados, totalizando 30 unidades experimentais. Os cinco tratamentos avaliados foram: 1- Testemunha, sem adubação; 2- Dose alta de KCl e junto à semente; 3- Dose alta de KCl e afastado da semente; 4- Dose baixa de KCl e junto à semente; 5- Dose baixa de KCl e afastado da semente. As doses alta e baixa consistem de 200 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente; na condição de aplicação junto à semente, o adubo foi colocado em contato direto

com esta, enquanto para a condição de aplicação do adubo afastado, buscou-se colocá-lo 2,5 cm ao lado e 5 cm abaixo da semente

Foram utilizados vasos com capacidade de 2 litros, aos quais foram adicionados 1,5 kg de solo. Em cada vaso foi colocada uma semente de milho. Os fertilizantes foram aplicados juntamente à semeadura, com posterior irrigação do solo; a umidade dos solos, durante todo período de condução do experimento, foi mantida em torno de 70 % de sua capacidade de campo.

Aos 20 dias após a emergência das plântulas, para identificar o efeito dos tratamentos testados, avaliou-se a massa seca total, e a condutividade elétrica do solo, sendo esta última análise realizada segundo metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). A análise dos dados consistiu de teste da ANOVA e, quando significativas, as médias foram analisadas utilizando o teste de Tukey ( $< 0,05$ ).

Para a massa seca total, no solo arenoso, os valores médios variaram entre 0,002 e 0,094 gramas; o tratamento testemunha foi estatisticamente superior aos tratamentos 2 e 4 no solo argiloso, cujos valores médios de massa seca total variaram entre 0,018 e 0,135 gramas, os tratamentos 3 e 5 apresentaram valores estatisticamente superiores aos tratamentos 2 e 4; esses resultados demonstram uma possível interferência da aplicação de KCl junto à semente no crescimento inicial do milho. Objetivando avaliar o efeito de doses de KCl sobre a germinação e crescimento inicial de plântulas de soja em solos com diferentes teores de argila, Sangoi et al. (2009) observaram prejuízo à germinação das sementes e redução da matéria seca da parte aérea e das raízes com o aumento das doses de KCl aplicadas, com os efeitos mais danosos causados nas duas maiores doses testadas, 120 e 160 kg de  $K_2O\ ha^{-1}$ ; os maiores prejuízos foram observados nos solos mais arenosos, os quais apresentam menor poder tampão de potássio, menor CTC e menor teor de matéria orgânica, restringindo assim a adsorção eletrostática de potássio (K). Além da dose adicionada, o posicionamento do fertilizante também pode afetar significativamente a germinação e crescimento de plantas. Avaliando os efeitos da posição do K no solo, em relação à semente, na cultura do milho, Bevilaqua et al. (1996) observaram redução da massa seca quando o fertilizante potássico foi aplicado próximo à semente.

A condutividade elétrica do solo também apresentou variação significativa entre os tratamentos. No solo arenoso, o tratamento 2 apresentou o maior valor ( $1,211\ mS\ m^{-1}$ ), sendo estatisticamente superior aos demais tratamentos; o solo do tratamento testemunha apresentou condutividade elétrica de  $0,372\ mS\ m^{-1}$ . Um comportamento similar foi encontrado para o solo argiloso, cujos valores variaram entre 0,432 (testemunha) e  $0,948\ mS\ m^{-1}$  (tratamento 2); o tratamento 2 apresentou valor estatisticamente igual ao tratamento 4, porém superior aos tratamentos 1, 3 e 5. Observa-se, a partir destes resultados, que a aplicação do KCl junto à semente e principalmente em altas dosagens, pode elevar significativamente a concentração de sais na solução da solução, causando grave efeito salino e prejuízo à germinação e/ou crescimento inicial das plântulas de milho. De acordo com Sangoi et al. (2009) o incremento na concentração eletrolítica da solução do solo causada pela aplicação de KCl pode prejudicar a germinação de sementes, e este efeito é dependente de diferentes fatores, dentre eles a dose de fertilizante aplicada, o teor de matéria orgânica do solo, a capacidade de troca de cátions e a composição mineralógica do solo.

Conclui-se que a adição de altas doses de KCl junto às sementes e a elevação da condutividade elétrica prejudicam o crescimento de milho.

Agradecimento à instituição de ensino, Universidade do Estado de Santa Catarina, pela estrutura e agradecimento pelo apoio financeiro à Agrisus.

## Referências

BEVILAQUA, G. A. P; BROCH, D. L; POSSENTI, J. C; VILLELA, F. A. Posição do fósforo e potássio na adubação da semente e no crescimento de plântulas de milho. **Rev. Bras. de Agrociência**, v.2, n.2, 87-92, mai.-ago. 1996.

CONUS, L. A; CARDOSO, P. C; VENTUROSIO, L. R; SCALON, S. P. Q. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.4, p.067-074, 2009.

SANGOI, L; ERNANI, P.R; BIANCHET, P; VARGAS, V. P; PICOLI, G. J. Efeito de doses de cloreto de potássio sobre a germinação e o crescimento inicial do milho, em solos com texturas contrastantes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8, n.2, p. 187-197, 2009.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEM, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim técnico, 5).

## VARIAÇÃO TEMPORAL DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO EM SOLO ADUBADO COM DIFERENTES FERTILIZANTES

Gilmar Luiz Mumbach<sup>1</sup>, Luciano Colpo Gatiboni<sup>1</sup>, Fabiano Daniel de Bona<sup>2</sup>, Djalma Eugênio Schmitt<sup>1</sup>,  
Élcio Bilibio Bonfada<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestrando, Lages - SC, *gilmarmumbach@hotmail.com*;

<sup>2</sup>Embrapa Trigo.

**Palavras-chave:** organomineral; orgânico; mineral.

Uma adequada disponibilidade de nutrientes no solo é fator imprescindível para o bom desenvolvimento e rendimento das espécies vegetais. Dentre os elementos considerados essenciais, nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são normalmente os que mais limitam o crescimento de plantas.

Aplicados ao solo, o comportamento destes nutrientes varia de acordo com a fonte utilizada, tipo de solo, manejo da adubação, dentre outros fatores. Predominante em grande parte dos sistemas de cultivo agrícola, a adubação mineral garante alta disponibilidade e boa eficiência no momento da aplicação. A alta solubilidade pode resultar, no entanto, em grandes perdas destes nutrientes. Os adubos orgânicos apresentam em geral solubilidade menor, com uma liberação mais controlada dos nutrientes devido a ligação dos elementos a compostos orgânicos; a baixa concentração de nutrientes, porém, é um problema que limita sua utilização, principalmente em larga escala. A adubação organomineral busca associar a alta concentração de nutrientes presentes nos adubos minerais com os benefícios gerados ao solo pelos compostos orgânicos.

O comportamento dos nutrientes no solo, ao longo do tempo, para diferentes fontes de fertilizantes é variado e dependente de diversos fatores. A possível resposta positiva dos fertilizantes organominerais, em relação aos demais, ainda é duvidosa e carece de estudos mais detalhados. Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio em solo adubado com diferentes fontes de fertilizantes em diferentes tempos de avaliação.

O experimento foi conduzido em condições de ambiente controlado, nas dependências do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages. Utilizou-se no estudo um CAMBISSOLO HÚMICO, o qual apresentou, dentre outros parâmetros químicos, avaliados seguindo metodologias propostas por Tedesco et al. (1995): pH em água de 4,9, SMP igual a 5,5, 3,1 % de matéria orgânica, 4,1 e 86 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo e potássio disponíveis, respectivamente.

Os tratamentos foram: 1 – Organomineral 100 (100 % das quantidades de NPK calculados para rendimento de 4 toneladas de trigo por hectare usando adubo organomineral); 2 – Cama de aves 10 (composto apenas pela quantidade de cama de aviário presente no tratamento 1); 3 – Mineral 90 (composto apenas pela quantidade de monoamônio fosfato – MAP, presente no tratamento 1); 4 – Cama de aves 100 (100 % das quantidades de NPK fornecida por cama de aviário calculados de maneira similar ao tratamento 1); 5 – Mineral 100 (100 % das quantidades de NPK fornecida por MAP, calculados de maneira similar ao tratamento 1); 6 – testemunha, sem adubação. Os valores de NPK fornecidos para cada fertilizante foram baseados nas recomendações do manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2004). O experimento foi conduzido em delineamento



inteiramente casualizado, com três repetições para cada tratamento e seis datas de coleta (2, 4, 8, 15, 30 e 80 dias após a semeadura), totalizando 108 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída de vasos com capacidade de 3 litros, nos quais foi cultivado trigo. Foram analisados os teores de P e K disponíveis no solo, e N mineral. Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância, e quando significativos, as médias dos tratamentos foram comparados pelo teste de Scott-Knott ( $< 0,05$ ) e a variável tempo por regressão simples.

Para o P não houve interação entre as variáveis tempo e tratamento; apenas efeito simples das fontes e do teor ao longo do tempo. Os tratamentos constituídos por adubação mineral apresentaram valores superiores aos adubados contendo fontes orgânicas, além da testemunha, possivelmente devido a liberação mais rápida desse nutriente no solo. Os teores de P disponível diminuíram ao longo do tempo, independente da fonte utilizada. É comum ocorrer a adsorção do P aos colóides do solo, principalmente por ligação específica, tornando o elemento menos disponível às plantas com o passar do tempo; o grau adsorativo varia de acordo com o tipo de solo, sendo maior, normalmente, em condições de maiores teores de argila e predomínio de óxidos na mineralogia do solo (BARRON et al., 1988).

O teor de K disponível apresentou interação entre os tratamentos e o tempo de cultivo. O tratamento 5 apresentou o maior valor de K no estudo, com resposta quadrática e disponibilidade máxima estimada aos 20 dias e diminuição ao longo do tempo. Já os demais tratamentos apresentaram resposta linear com diminuição ao longo do tempo. Houve interação para tempo x tratamento, onde os tratamentos que continham algum percentual de cama de aves apresentaram uma disponibilidade menor do nutriente nas primeiras datas de coleta, porém na coleta final, aos 80 dias, a disponibilidade do nutriente para estes tratamentos foi superior aos que continham apenas adubo mineral. A diminuição de K ao longo do tempo pode ser devido a absorção pelas plantas e a elevação das cargas elétricas dependentes de pH, pela calagem realizada anteriormente à implantação do experimento. Segundo Oliveira et al. (2001), a disponibilidade de potássio no solo possui forte relação com a disponibilidade de outros elementos, especialmente cálcio e magnésio, sendo estes dominantes nos complexos de troca no solo por serem divalentes; a calagem promove aumentos consideráveis nos teores de cálcio e magnésio no solo, podendo acarretar em redução e até deficiência de potássio às plantas.

Em relação ao N mineral, houveram diferenças estatísticas significativas na disponibilidade do elemento ao longo do tempo, bem como entre os tratamentos e a interação entre tempos e tratamentos. Ao longo do tempo houve redução na disponibilidade de nitrogênio, sendo este resultado possivelmente atribuído a absorção pelas plantas, imobilização por microrganismos e perdas por volatilização e/ou desnitrificação. Para o comportamento dos tratamentos, quando houve significância estatística, a adubação mineral apresentou valores superiores às fontes orgânicas e ao organomineral. Avaliando a mineralização ao longo do tempo de doses de cama aviária aplicadas superficialmente e incorporadas ao solo, Rogeri et al. (2015) observaram aumento linear do nitrogênio mineral ao longo do tempo, até a última data de coleta, 48 dias após a implantação, e justificaram este aumento aos altos teores de matéria orgânica e condições propícias à atividade microbiana.

Concluiu-se que a disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio reduz ao longo do tempo, independente da fonte utilizada. Os adubos minerais apresentam liberação mais rápida dos nutrientes.

Agradecimentos: À UDESC e EMBRAPA Trigo pelo fornecimento de materiais e espaço físico, e à Fundação Agrisus e CNPQ pelo apoio financeiro.

## Referências

BARRON, V.; HERRUZO, M.; TORRENT, J. Phosphate adsorption by aluminous hematites of different shapes. **Soil Science Society of America Journal**, v. 52, p. 647-651, 1988.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Manual de recomendação de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, SBCS/NRS, 2004. 400p.

OLIVEIRA, F. A.; CARMELLO, Q. A. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa-de-vegetação. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 329-335, 2001.

ROGERI, D. A.; ERNANI, P. R.; LOURENÇO, K. S.; CASSOL, P. C.; GATIBONI, L. C. Mineralização e nitrificação do nitrogênio proveniente da cama de aves aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 6, p. 534-540, 2015.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEM, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim técnico, 5)

## EFEITO DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE PÓ DE ROCHA NA CULTURA DO TRIGO

Adriana Cologni Salvalaggio<sup>1</sup>, Santiago Javier Román Sitjar<sup>2</sup>, Diego Augusto Fatecha Fois<sup>1</sup>, Jimmy Walter Rasche Alvarez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Graduação, Marechal Cândido Rondon - PR, [adriana.salvalaggio@outlook.com](mailto:adriana.salvalaggio@outlook.com); <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*; fertilidade do solo; adubação.

Devido aos modelos de produção que visam altos rendimentos, fazer o uso de manejos para manter as características físicas, químicas e biológicas do solo é essencial. Para isso, o uso de fertilizantes tornou-se uma prática comum na agricultura, pois além de favorecer estas características, fornece nutrientes às plantas.

São diversos os tipos de fertilizantes que podem ser utilizados na agricultura, dentre eles o pó de rocha. A adição de pó de rocha aos sistemas de cultivo tanto convencionais como orgânicos, prática conhecida como rochagem do solo, pode promover o enriquecimento mineral de solos pobres (PRATES et al., 2010).

Portanto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de pó de rocha na produção de trigo.

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Nacional de Assunção (Universidad Nacional de Asunción-UNA), em San Lorenzo, departamento Central, Paraguai. O solo do local pertence ao sub grupo *Rhodic Paleudult*, equivalente ao ARGISSOLO VERMELHO, segundo a Classificação Brasileira de Solos (EMBRAPA, 2013).

O delineamento utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, com seis tratamentos que corresponderam às doses de pó de rocha (0, 200, 400, 600 e 800 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro repetições, totalizando 24 parcelas com 10 m<sup>2</sup> cada.

O cultivo foi instalado na segunda safra, em 2014, após um experimento similar em que utilizou-se a soja como cultura, mantendo os mesmos tratamentos e na mesma ordem.

Utilizou-se a variedade de trigo Canindé 1, em semeadura direta sobre a palhada da cultura anterior, com espaçamento de 0,22 m e densidade de 14 sementes por metro linear, totalizando uma população de 635,6 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

O fertilizante utilizado se de um produto mineral natural obtido por meio da moagem de diferentes rochas, aplicado em sulco no momento da semeadura do trigo, ao lado das sementes.

As variáveis analisadas foram altura de plantas aos 45 e 90 dias após a semeadura- DAS e tamanho de espigas, peso de mil grãos e produtividade após a colheita. Avaliou-se também alguns parâmetros químicos do solo como pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) antes e após o cultivo do trigo, adotando a profundidade das amostras de 0-10 cm.

As variáveis analisadas foram submetidas a análise de variância (ANAVA).

Não se observou diferenças significativas para as variáveis altura de plantas e tamanho de espigas. A altura média das plantas aos 45 e 90 DAS foi de 61,7 e 73,4 cm, respectivamente, enquanto que o tamanho de espigas teve média de 9 cm. Prates et al. (2010), também verificaram que o uso de pó de rocha não foi eficiente para o crescimento de plantas, pois proporcionou as menores alturas de plantas de maracujá quando comparados com a utilização de superfosfato simples.

Quanto ao peso de mil grãos e produtividade, também não se obteve diferença significativa, demonstrando que não houve aumento de produção com o uso de farinha de rocha, pois os parâmetros apresentaram valores muito similares. O peso médio de mil grãos foi de 49 gramas, enquanto que a produtividade média foi de 2558,6 kg ha<sup>-1</sup>. Resultados similares foram observados por Feiden (1991), em que a adição de pó de basalto não conferiu aumento de produção no trigo.

Observou-se que também não houve diferença significativa para os parâmetros químicos do solo. Os valores médios de pH, Ca, Mg, P, K e Na foram de 5,6, 1,24 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, 0,60 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, 11,08 ppm, 0,22 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> e 0,01 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Segundo Assad et al. (2006), a disponibilidade dos nutrientes do pó de rocha pode ser acelerada com o uso de fungos, pois os minerais provenientes de rocha demoram longos períodos de tempo para serem disponibilizados ao solo. Este resultado pode explicar a ausência de resposta com o uso de pó de rocha no cultivo do trigo.

Portanto, conclui-se que não houve diferença significativa para as variáveis analisadas, ressaltando que a aplicação de pó de rocha não foi viável para a produção de trigo, visto que não demonstrou resposta em função das diferentes doses utilizadas para altura de plantas, tamanho de espigas, peso de mil grãos e produtividade, tampouco para os parâmetros químicos do solo.

## Referências

- ASSAD, M. L. L.; ROSA, M. M.; ERLER, G.; ANTONINI, S. R. C. Solubilização de Pó de Rocha por *Aspergillus niger*. **Espaço e Geografia**, v.9, n.1, p. 1-7, 2006.
- PRATES, F. B. S.; VELOSO, H. S.; SAMPAIO, R. A.; JUNIOR, G. R. Z.; LOPES, P. S. N.; FERNANDES, L. A. F.; MAIO, M. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo em resposta à adubação com superfosfato simples e pó de rocha. **Ceres**, v.57, n.2, p.239-246, 2010.
- FEIDEN, A. **Efeito de doses crescentes de Pó de rocha basáltica sobre a absorção de macro e micronutrientes pela cultura do trigo**. 1991. 185p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)- Universidade Federal do Paraná, 1991.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

## COMPARAÇÃO DE EXTRATORES DE FÓSFORO PARA SOLOS DE SANTA CATARINA COM DIFERENTES TEORES DE ARGILA

Daniela Aparecida de Oliveira, Luciano Colpo Gatiboni, Maria Izabel Warmling, Gilmar Luiz Mumbach

Universidade do Estado de Santa Catarina, Doutorando, Lages - SC, [danioliveira7@yahoo.com.br](mailto:danioliveira7@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** extratores; fósforo; argila.

O fósforo (P) é um macronutriente essencial e a baixa disponibilidade em muitos solos pode ser fator limitante ao crescimento e rendimento de plantas. A baixa disponibilidade deste elemento no solo ocorre devido a diversos fatores, com destaque para a capacidade adsortiva dos solos, principalmente aqueles com elevados teores de argila e mineralogia com predomínio de óxidos de ferro e alumínio.

A correta estimativa da disponibilidade de P no solo é fundamental para uma boa recomendação de adubação. Existem diversos métodos, com diferentes formas de extração, que buscam estimar os valores disponíveis de P no solo. Nos estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC), assim como em outras regiões do Brasil, utiliza-se o método Mehlich 1 (M1), ou duplo ácido, como extrator oficial. Apesar de ser um método de fácil execução e bem calibrado para os solos predominantes nos dois estados, apresenta certas limitações devido a diferente capacidade de extração para solos com contrastes nos teores de argila e principalmente em solos que receberam fosfatos naturais. Com o intuito de eliminar as restrições apresentadas pelo extrator Mehlich 1, bem como pela capacidade de extrair um maior número de elementos, foi desenvolvido o extrator Mehlich 3 (M3), que além das vantagens já citadas não apresenta a restrição quanto a solos adubados com fosfatos naturais, podendo ser também menos sensível a variação da quantidade argila presente no solo.

Diversos estudos buscam correlacionar a capacidade de extração de P pelos métodos M1 e M3, porém ainda há restrição de estudos que avaliam a resposta para solos em Santa Catarina e com diferentes teores de argila. Diante disso, o objetivo do presente estudo foi correlacionar os métodos de extração M1 e M3 para solos catarinenses com diferentes teores de argila.

O estudo foi desenvolvido nas dependências do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages. Foram selecionadas 301 amostras de solo junto ao laboratório de análises de rotina da universidade. Os solos foram escolhidos buscando agrupá-los em 4 grupos de argila, assim distribuídos: 41 com 0 a 20 % de argila; 116 com 21 a 40 % de argila; 91 com 41 a 60 % de argila e 53 com mais de 61 % de argila.

O extrator M1 consistiu da mistura de dois ácidos diluídos ( $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  de HCl e  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ ); para extração do P disponível utilizou-se a relação solo:solução 1:10, com posterior agitação de 5 minutos, e posterior decantação por 16 horas, conforme descrito em Tedesco et al. (1995). A solução extratora M3 é constituída pelos seguintes reagentes:  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ( $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ );  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ( $0,25 \text{ mol L}^{-1}$ );  $\text{NH}_4\text{F}$  ( $0,015 \text{ mol L}^{-1}$ );  $\text{HNO}_3$  ( $0,013 \text{ mol L}^{-1}$ ) e EDTA ( $0,001 \text{ mol L}^{-1}$ ); extração seguiu a relação solo:solução 1:10, com agitação por 5 minutos e decantação de 16 horas, sem filtragem das amostras, como proposto por Mehlich et al. (1984). A determinação do P por colorimetria seguiu metodologia proposta por Murphy e Riley (1962).

Para comparação dos resultados foi realizada análise de correlação simples entre os métodos, e as equações foram ajustadas para modelos lineares.

Considerando os 301 solos como um todo, houve correlação altamente significativa ( $< 0,01$ ) para os dois métodos avaliados. Através da equação linear gerada ( $M3 = 1,1201^{**}M1 - 0,6758$   $r = 0,86$ ), observa-se que o método M3 extraiu cerca de 10 % a mais de P. Em estudo similar, avaliando 360 amostras de solos provenientes do RS, Bortolon e Gianello (2008), observou-se que os teores de P extraídos pelo método M3 foram cerca de 50 % superiores em relação ao método M1. A maior capacidade extrativa de M3 é resultado de sua característica química, extraindo preferencialmente o P ligado a ferro e alumínio (MEHLICH, 1984).

Para os estados do RS e SC, como já destacado, a recomendação de adubação para o elemento P considera os teores de argila do solo utilizado. Avaliando os solos de maneira separada, ou seja, para os quatro grupos de argila já acima citados, observa-se um comportamento diferenciado na resposta dos métodos avaliados. Para os solos com até 20 % de argila o método M3 extraiu cerca de 30 % mais P que M1 ( $M3 = 1,3069^{**}M1 + 0,0098$   $r = 0,92$ ) e 8 % a mais para solos com 21 a 40 % de argila ( $M3 = 1,0217^{**}M1 + 2,3118$   $r = 0,77$ ). Para os solos com 41 a 60 e com mais de 60 % de argila observa-se um comportamento contrário, ou seja, o método M1 extraiu valores maiores de P em relação a M3 (solos com 41 a 60 % de argila:  $M3 = 0,8071^{**}M1 + 0,2228$   $r = 0,92$ ; solos com mais de 60 % de argila:  $M3 = 0,81^{**}M1 - 0,4565$   $r = 0,59$ ). No estudo desenvolvido por Bortolon e Gianello (2008), o mesmo comportamento foi encontrado, com valores maiores extraídos por M3, em relação a M1, para solos com até 40 % de argila; em solos mais argilosos ( $> 41$  %) os maiores valores de P disponível são encontrados para a extração com M1.

Outros estudos apresentam resultados similares aos encontrados no presente estudo. Avaliando a disponibilidade de P extraída por M1 e M3, em solos do RS cultivados com milho, Bortolon et al. (2009) observaram alta correlação entre os métodos ( $r = 0,99$ ), indicando que ambos podem ser utilizados quando da necessidade de determinação do elemento. A solução M3 extraiu em média de 50 a 150 % mais P, enquanto que quando considerou-se apenas os solos argilosos M3 extraiu quantidades menores em relação a M1. Analisando 50 amostras de solo da Carolina do Sul, Estados Unidos, Franklin e Duis (2004) obtiveram alta correlação para os métodos M3 e M1 para extração de P; em média a solução M3 extraiu 45 % mais P que a solução de M1.

Como conclusão tem-se que os métodos M1 e M3 apresentam grande e significativa correlação para solos catarinenses, e ambos podem ser utilizados para determinação da disponibilidade de P, devendo-se contudo considerar seus teores de argila.

## Referências

- BORTOLON, L.; GIANELLO, C. Interpretação de resultados analíticos de fósforo pelos extratores Mehlich 1 e Mehlich 3 em solos do Rio Grande do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**, número especial, v. 32, p. 2751-2756, 2008.
- BORTOLON, L.; GIANELLO, C.; SCHLINDWEIN, J. A. Avaliação da disponibilidade de fósforo no solo para o milho pelos métodos Mehlich 1 e Mehlich 3. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 4, p. 305-312, 2009.
- FRANKLIN, R. E.; DUIS, L. **Correlations of Mehlich 1 and 3 extractable plant nutrients in South Carolina soils**. Clemson University Experiment Statation, n. 4980, 2004.
- MEHLICH, A. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 15, p. 1409- 1416, 1984.
- MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Anal. Chim. Acta**, v. 27, 31-36, 1962.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEM, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim técnico, 5)



## CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM TRIGO BRS 254 IRRIGADO NO CERRADO MATOGROSSENSE

Edna Maria Bonfim-Silva, Tonny José Araújo da Silva, Danityelle Chaves de Freitas, Marcio Koetz, Carlos Caneppele

Universidade Federal de Mato Grosso, Professor, Rondonópolis - MT, [embonfim@hotmail.com](mailto:embonfim@hotmail.com).

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*; relação N:K; manejo de adubação do trigo.

O cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) na região do Cerrado vem aumentando consideravelmente, devido às novas cultivares adaptadas às condições do clima da região. Outro fator que influencia esse aumento é a irrigação que incrementa e estabiliza a produção (TRINDADE et al., 2006).

O nitrogênio é, dentre os macronutrientes, requerido em maior quantidade pelas plantas e um dos principais responsáveis pelo aumento da produtividade das culturas (PIETRO-SOUZA, 2013). O potássio, segundo nutriente mais absorvido pelas plantas, atua como ativador enzimático, torna as paredes celulares do colmo mais resistentes à ruptura, aumenta o desenvolvimento de raízes, atua na regulação dos estômatos e torna a cultura mais resistente a doenças, além de aumentar a qualidade do grão colhido (ESPINDULA et al., 2010).

Considerando a importância da relação e do equilíbrio entre os nutrientes, objetivou-se avaliar as concentrações e o acúmulo de nitrogênio e potássio nos grãos de trigo irrigado e adubado com nitrogênio e potássio no Cerrado mato-grossense.

O experimento foi realizado em campo na região de Rondonópolis - MT, por dois anos de cultivos 2014 e 2015 (março a agosto em ambos os anos), em delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial fracionado 52, correspondente a cinco doses de nitrogênio: 0, 70, 140, 210, 280 kg ha<sup>-1</sup> e cinco doses de potássio: 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>. As unidades experimentais apresentaram dimensões de 2 x 6 m, considerando como área útil 6,3 m<sup>2</sup>. A irrigação foi realizada por aspersão utilizando um sistema mecanizado autopropelido com barra irrigadora.

Para determinação das concentrações dos nutrientes, as amostras de foram submetidas a digestão nítrico-perclórica (K) e digestão sulfúrica (N), segundo procedimento descrito por Malavolta et al. (1997). O nitrogênio determinado pela destilação a vapor pelo princípio Kjeldahl. O potássio foi determinado pelo espectrofotômetro de absorção atômica. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SAS ("Statistical Analysis System") ao nível de 5 % de probabilidade.

As concentrações de nitrogênio nos grãos apresentaram efeito apenas no primeiro ano de cultivo (2014), isoladamente para o nitrogênio, em que o mesmo ajustou-se ao modelo linear de regressão, contribuindo com 11,34 % no incremento da concentração de nitrogênio nos grãos quando comparado a maior dose do intervalo experimental com a ausência da adubação nitrogenada. A concentração de nitrogênio está diretamente associada com a proteína bruta, em que as proteínas são constituídas a partir de um conjunto de aminoácidos, na estrutura desses aminoácidos existe o grupo amino que realiza as ligações entre eles.

O acúmulo de nitrogênio nos grãos apresentou efeito isolado para os dois anos de cultivo, 2014 e 2015, em que o nitrogênio e o potássio ajustaram-se ao modelo linear de regressão. No primeiro ano, o nitrogênio contribuiu com incremento de 29,52 % do acúmulo em relação ao tratamento com ausência de adubação, já no segundo ano agrícola o incremento foi de 28,66 %. O potássio contribuiu com 36,13 % e 46,91 %, respectivamente, para o primeiro e segundo anos agrícolas do trigo.



Carvalho (2014) trabalhando com desenvolvimento, produção e nutrição de trigo adubado com nitrogênio e potássio em condições controladas, relatou que a concentração de nitrogênio variou de 27,70 a 35,52 ( $\text{g kg}^{-1}$ ) com o suprimento das doses de nitrogênio. Verificou que o aumento se deve à maior absorção pela planta, devido a maior disponibilidade desse nutriente no solo, favorecendo, assim, na translocação do nitrogênio para os grãos, em que o máximo teor de proteína bruta nos grãos de trigo, assim como a máxima concentração de nitrogênio nos grãos, foram observados na dose de nitrogênio de  $286,35 \text{ mg dm}^{-3}$ , com um aumento de 22,02 %.

Anicésio et al. (2015) estudando a interação entre cinco doses de nitrogênio (0, 60, 120, 180 e  $240 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e cinco doses de potássio (0, 50, 100, 150 e  $200 \text{ mg dm}^{-3}$ ), com o LATOSSOLO VERMELHO do Cerrado, verificaram que o nitrogênio e o potássio influenciaram a concentração e o acúmulo de nitrogênio em capítulos de plantas de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). Demonstrando a importância do suprimento dos nutrientes na melhoria da qualidade da produção.

Para os dois anos agrícolas do trigo, a concentração de potássio nos grãos de trigo não apresentou efeito para os tratamentos aplicados, sendo a média obtida para esses anos de 6,93 e  $6,63 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente. Carvalho (2014) trabalhando com desenvolvimento, produção e nutrição de trigo adubado com nitrogênio e potássio em condições controladas, também não verificou interação significativa entre esses nutrientes, porém foi observado efeito isolado para o nitrogênio no acúmulo de potássio dos grãos, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão.

O acúmulo de nitrogênio nos grãos apresentou efeito isolado para os dois anos de cultivo (2014 e 2015), em que o nitrogênio e o potássio ajustaram-se ao modelo linear de regressão. Em 2014, o nitrogênio contribuiu com incremento de 29,52 % do acúmulo em relação ao tratamento com ausência de adubação, já em 2015 o incremento foi de 28,66 %. O potássio contribuiu com 36,13 % e 46,91 %, respectivamente, para o acúmulo nos dois anos de cultivo do trigo.

A concentração de nitrogênio nos grãos de trigo foi aumentada de acordo com as doses de nitrogênio, com diferença significativa apenas no ano de implantação do experimento. Não houve diferença entre a concentração de potássio nos grãos de trigo. A adubação com nitrogênio e potássio contribuíram com o acúmulo desses nutrientes na cultura do trigo nos dois anos agrícolas.

Agradecimento ao CNPq pelo financiamento do projeto.

## Referências

- ANICÉSIO, E. C. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; KOETZ, M. Dry mass, nutrient concentration and accumulation in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) influenced by nitrogen and potassium fertilizations. **Australian Journal of Crop Science**. v. 9, n. 6, p. 552-560, 2015
- CARVALHO, J. M. G. **Desenvolvimento, produção e nutrição de trigo adubado com nitrogênio e potássio**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Campus Universitário de Rondonópolis. Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis.
- ESPINDULA, M. C.; CAMPANHARO, M.; ROCHA, V. S.; MONNERAT, P. H.; FAVARATO, L. F. Composição mineral de grãos de trigo submetidos a doses de sulfato de amônio e trinexapac-etil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 513-520, out.-dez. 2010.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa do Potássio e do Fósforo, 1997. 319p.
- PIETRO-SOUZA, W.; BONFIM-SILVA, E.M.; SCHLICHTING, A. F.; SILVA, M.C. Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.6, p.575– 580, 2013
- TRINDADE, M.G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A.B.; CÁNOVAS, A.D.; MOREIRA, J.A.A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.24-29, 2006.

## FERTILIDADE DO SOLO SOB APLICAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA E NITROGÊNIO EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Marcelo Marques Lopes Müller, Marcelo Vicensi, Fabricio Willian de Avila, Ana Carolina Kessler de Assis, Gisele de Fátima Prates

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Professor Associado, Guarapuava - PR, [mmuller@unicentro.br](mailto:mmuller@unicentro.br).

**Palavras-chave:** gessagem; ureia; lixiviação.

No Sul do Brasil, tem crescido o número de agricultores que se dedicam, também, à produção animal, intercalando lavouras de grãos no verão, como milho e soja, com forrageiras de inverno, sobretudo a aveia. Essa integração lavoura-pecuária (ILP), além de diversificar a produção, traz outras vantagens para o sistema produtivo, como a diversificação de espécies para a rotação de culturas, premissa do plantio direto (PD) que foi desvalorizada ao longo dos anos, e maior eficiência de uso dos nutrientes. Entretanto, em áreas de PD consolidado, após anos adicionando restos culturais, fertilizantes e calcário em superfície ou nos sulcos de adubação, o solo abaixo da camada superficial se torna mais pobre em nutrientes, bem como mais rico em alumínio ( $Al^{3+}$ ) e mais ácido que o solo superficial, por conta da mobilidade vertical reduzida dos neutralizantes formados após a reação do calcário na superfície do solo, podendo prejudicar o enraizamento em profundidade e a absorção de água e nutrientes em profundidade no perfil do solo, potencializando os danos de eventos de seca sobre a produtividade dos cultivos. No caso do nitrogênio (N), nutriente mais extraído pelas gramíneas forrageiras, como as formas minerais são bastante móveis e sujeitas à mobilização em profundidade, tais características do solo subsuperficial em PD não favorecem a eficiência de uso. Para melhorar o manejo da fertilidade do solo em PD, tem aumentado o uso do gesso agrícola (GA), que contem um sal neutro ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) cerca de 150 vezes mais solúvel que o sal básico contido no calcário ( $CaCO_3$ ). Embora o GA não corrija o pH do solo, ele reage mais rápido que o calcário e diminui a toxidez do alumínio, aumentando a fertilidade do solo até camadas subsuperficiais e melhorando a distribuição de raízes em profundidade, o que em alguns casos pode aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Neste trabalho, foram estudados atributos químicos da fertilidade do solo em função da gessagem e da adubação nitrogenada de cobertura da aveia, em área de ILP sob PD. O estudo foi conduzido em Guarapuava, Paraná, em área de PD consolidado no campo experimental do Campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas de cinco doses de gesso (0, 3, 6, 9 e  $12 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), e as subparcelas de três doses de nitrogênio em cobertura na aveia: 0 (controle), 50 e  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ . Em 2015, a aveia (IAPAR 61) foi semeada no último decênio de abril, utilizando-se a ureia (45 % de N) para fornecer as doses de N, aplicadas a lanço sobre a superfície do solo durante o período de perfilhamento. O solo foi amostrado sete dias após a adubação nitrogenada, de forma estratificada nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm de profundidade. No laboratório, o solo foi quimicamente analisado conforme a metodologia apresentada por Pavan et al. (1992), extraindo-se o fósforo por Mehlich-I. Os teores de nitrato ( $N-NO_3^-$ ) e amônio ( $N-NH_4^+$ ) foram determinados pelo método de Kjeldahl. Os dados foram submetidos à análise de variância ( $\alpha = 0,05$ ) e, em caso de significância, as médias em função das doses de N foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando-se a análise de regressão para as doses de GA. Os teores de  $N-NO_3^-$  e  $N-NH_4^+$  do solo não

foram influenciados pelas doses de GA, nem pela interação destas com a adubação nitrogenada. As doses de N, aplicadas em cobertura no perfilhamento da aveia, aumentaram significativamente os teores de N no solo. Na camada de 0-10 cm, os teores de  $\text{N-NH}_4^+$  foram maiores conforme a ordem  $100 > 50 > 0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, enquanto nas camadas de 10-20, 20-40 e 40-60 cm as doses de 50 e 100  $\text{kg ha}^{-1}$  de N se equivaleram e superaram o controle. Quanto ao  $\text{N-NO}_3^-$ , nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm os teores foram maiores conforme a ordem  $100 > 50 > 0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, enquanto na camada de 40-60 cm as doses de 50 e 100  $\text{kg ha}^{-1}$  de N se equivaleram e superaram o controle. De 60 a 80 cm não houve diferença entre os tratamentos, tanto para os teores de  $\text{N-NO}_3^-$  quanto para os de  $\text{N-NH}_4^+$ . Em todas as camadas, o uso do GA resultou em queda linear nos teores de  $\text{Al}^{3+}$ , mas não influenciou o pH ou a acidez potencial do solo. A adubação nitrogenada (50 e 100  $\text{kg ha}^{-1}$  de N) resultou em maiores teores de  $\text{Al}^{3+}$  no solo em relação ao controle nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, sem influência nas demais camadas. Quanto à acidez do solo, na camada de 0-10 cm o controle resultou em pH do solo maior do que as doses de N, sem diferença entre 50 e 100  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, enquanto a acidez potencial não foi influenciada em nenhuma camada. Houve aumento linear nos teores de cálcio e enxofre em todas as camadas de solo em função das doses de GA, e queda linear nos teores de magnésio entre 0 e 60 cm, sem efeito na camada de 60-80 cm, indicando que o magnésio lixiviado das camadas até 60 cm de profundidade foi perdido para profundidades maiores que 80 cm no perfil do solo. Não houve efeito da gessagem sobre os teores de potássio e fósforo do solo, e a adubação nitrogenada não influenciou os teores de cálcio, enxofre, potássio e fósforo do solo, em nenhuma camada amostrada. Agradecimento: Agradecemos à Fundação Araucária e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## Referências

PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.; ZEMPULSKI, H.C., MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D.C. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná; 1992. (Boletim técnico).

## ÍNDICE DE CLOROFILA E PERFILHAMENTO DE TRIGO BRS 254 IRRIGADO E ADUBADO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO

Tonny José Araújo da Silva, Edna Maria Bonfim-Silva, Thiago Henrique Ferreira Matos Castañon, William Fenner

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Professor, Rondonópolis - MT, [tonnyjasilva@hotmail.com](mailto:tonnyjasilva@hotmail.com).

**Palavras-chave:** interação N-K; manejo de adubação do trigo; SPAD.

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais importantes na base alimentar humana, sendo utilizado na fabricação de pães, biscoitos além de uma grande diversidade de massas. No Brasil o trigo é cultivado predominantemente na região Sul do Brasil, entretanto vem aumentando o cultivo na região Centro-Oeste, no bioma Cerrado.

Os solos da região de Cerrado geralmente apresentam boa estrutura e permeabilidade, com condições topográficas favoráveis a mecanização, entretanto possuem baixa fertilidade natural. A baixa fertilidade do solo pode comprometer o bom desenvolvimento da cultura do trigo, sendo necessário o uso de práticas que melhorem a sua fertilidade assim, a adubação do solo é fundamental.

Dentre os demais nutrientes o nitrogênio é o mais requerido pela cultura do trigo, ele é constituinte das proteínas, enzimas e da clorofila. Em seguida está o potássio que atua como ativador enzimático, na abertura e fechamento dos estômatos e no transporte de carboidratos.

Assim, objetivou-se avaliar a influência das combinações das doses de nitrogênio e potássio no número de perfilhos e no índice de clorofila na cultura do trigo irrigado, no Cerrado mato-grossense.

O experimento foi realizado a campo na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Rondonópolis - MT, com altitude de 284 m, o solo da área foi classificado com LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com esquema fatorial 5 x 5, sendo cinco doses de nitrogênio (0, 70, 140, 210 e 280 kg ha<sup>-1</sup>) e cinco doses de potássio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>), com quatro repetições. Cada parcela experimental foi composta por 9 linhas de 6 m de comprimento, espaçadas por 0,2 m. A área útil foi constituída pelas cinco linhas centrais, sendo desprezados 0,5 m das extremidades.

O experimento foi realizado no ano agrícola de 2015/2016, sendo esse o terceiro ano de cultivo consecutivo do trigo com os mesmos tratamentos na área experimental. Foi semeado no dia 05 de maio de 2016 a variedade de trigo BRS 254, de ciclo precoce, indicada para cultivo em sistema irrigado no Cerrado, sendo semeado 360 sementes viáveis por m<sup>2</sup>. O trigo foi irrigado por aspersão utilizando barra irrigadora.

As características avaliadas foram: número de perfilhos e índice de clorofila aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas. A contagem do número de perfilhos foi realizada em 1 m linear, sendo esse, dividido em três pontos de 0,333 m. O índice de clorofila foi quantificado com a utilização do clorofilometro portátil Minolta 502 (MINOLTA, 1989), amostrando-se aleatoriamente o terço médio das folhas +1 e +2 de 10 plantas da área útil.

Os dados foram submetidos a análise de variância, e às variáveis significativas aplicou-se o teste de regressão polinomial, no programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ocorreu efeito isolado para os tratamentos de doses de nitrogênio e potássio. As variáveis

significativas para doses de nitrogênio foram índice de clorofila e número de perfilhos, ambos aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas. Para as doses de potássio foi significativo o número de perfilhos aos 45 dias após a emergência das plantas.

O índice de clorofila aos 30 dias após a emergência, ajustou-se ao modelo de regressão linear crescente com o aumento das doses de nitrogênio. O menor índice de clorofila (41,5) foi com a ausência da adubação nitrogenada e o maior (41,7) na dose de nitrogênio de 280 kg ha<sup>-1</sup>. Entretanto, o Índice de clorofila, aos 45 dias após a emergência das plantas, ajustou-se ao modelo quadrático de regressão em função das doses de nitrogênio. O menor índice de clorofila (41) ocorreu na omissão da adubação nitrogenada e o maior índice de clorofila (45,7) ocorreu na dose de nitrogênio de 218,5 kg ha<sup>-1</sup>.

O nitrogênio é constituinte da molécula de clorofila (MALAVOLTA et al.,1997), o índice de clorofila aumenta com a aplicação de nitrogênio. Teixeira-Filho et al. (2010) e Viana e Kiehl (2010) observaram aumento no índice de clorofila em função das doses de nitrogênio.

Aos 30 dias após a emergência das plantas o número de perfilhos para as doses de nitrogênio apresentou crescimento linear crescente com o aumento das doses de nitrogênio. O menor número de perfilhos (37,7) ocorreu com a ausência da adubação nitrogenada. A dose de nitrogênio de 280 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou o maior número de perfilhos (51,3).

Aos 45 dias o número de perfilhos ajustou-se ao modelo quadrático de regressão, apresentando o menor número de perfilhos (92,8) na dose de nitrogênio de 94,9 kg ha<sup>-1</sup> e o maior (149) na dose de nitrogênio 280 kg ha<sup>-1</sup>. Nas épocas de avaliações a dose que proporcionou o maior incremento no número de perfilhos foi a dose de nitrogênio de 280 kg ha<sup>-1</sup>.

O nitrogênio influencia o crescimento das plantas por aumentar a capacidade fotossintética (PRADO, 2008), influenciando assim no aumento do número de perfilhos do trigo.

As doses de potássio influenciaram o número de perfilhos do trigo aos 45 dias após a emergência, ajustando-se ao modelo de regressão quadrática, sendo o menor número de perfilhos (92,4) obtido na dose de potássio de 87,9 kg ha<sup>-1</sup> e o máximo (101,2) com a dose de potássio de 200 kg ha<sup>-1</sup>.

O Índice de clorofila nas folhas diagnosticas (folhas +1 e +2) do trigo aumenta com o incremento da adubação nitrogenada. O número de perfilhos do trigo aumenta em função da adubação potássica e nitrogenada. As doses de nitrogênio e potássio que proporcionam melhor crescimento do trigo são 280 e 200 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Agradecimento ao CNPq pelo financiamento do projeto.

## Referências

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev. ampl. Brasília, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises estatísticas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p.1039-1042, 2011.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MINOLTA CAMERA Co., Ltda. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka: Minolta, Radiometric Instruments Divisions, 1989. 22 p.

PRADO, Renato de Melo. **Nutrição de Plantas**. 1. ed. São Paulo: UNESP, 2008. 378 p.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de

aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.8, p.797-804, 2010.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4.

## RELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS DO SOLO COM A COMPOSIÇÃO DA UVA CABERNET SAUVIGNON EM VINHEDO DE ALTITUDE

Maria Izabel Warmling, Jackson Adriano Albuquerque, Maria Tereza Warmling, Jádriel Andognini, William Paim Camargo de Souza

Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestranda, Lages - SC, [bel\\_warmling@hotmail.com](mailto:bel_warmling@hotmail.com).

**Palavras-chave:** vinhos finos; sólidos solúveis; antocianinas.

A fenologia da videira tem forte relação com os fatores ambientais e edáficos. Além disso, depende da cultivar, do porta enxerto e das práticas culturais utilizadas no vinhedo. A interação destes fatores é responsável pela potencialidade de cada região, bem como pela produtividade e a qualidade das uvas.

Nos últimos anos, solos de altitude entre 900 e 1.400 m, no Planalto Serrano Catarinense, como aqueles localizados no município de São Joaquim, passaram a ser incorporados ao sistema de produção de uvas. Normalmente, tem sido cultivadas variedades viníferas como a Cabernet Sauvignon para a elaboração de vinhos finos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de uma classe de solo presente na região de elevada altitude de Santa Catarina na composição da variedade Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.).

O estudo foi realizado em um vinhedo comercial no município de São Joaquim, na região do Planalto Sul Catarinense, o relevo dominante é ondulado e as altitudes oscilam entre 1.100 a 1.400 m, o clima classifica-se como mesotérmico úmido, com verão ameno. A precipitação pluviométrica total anual varia de 1.360 a 1.600 mm. O solo foi classificado como NITOSSOLO BRUNO Distrófico húmico. As videiras foram implantadas em 2003, sobre porta-enxerto Paulsen 1103, conduzidas em espaldeira vertical, com espaçamento entre plantas de 1,2 m e entre linhas de 3 m e cobertura anti-granizo.

Foram selecionadas seis linhas de plantio e nove videiras em cada linha, totalizando 54 pontos de coleta, sendo que para as análises dos atributos físicos e químicos de solo foram coletadas amostras com estrutura preservada e alterada, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Em cada ponto, duas plantas foram selecionadas e realizadas a colheita de dois cachos por planta, colhidos aleatoriamente, para determinar as características físicas, físico-químicas e os compostos fenólicos da uva. A uva foi colhida na safra 2015/2016, no dia 28 de março de 2016.

As análises químicas foram: pH em água, teores trocáveis de potássio ( $K^+$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), fósforo (P-) (TEDESCO et al., 1995) e o teor de carbono total (CT), foi quantificados na fração TFSA macerada, por combustão seca pelo equipamento MULTI N/C, 2100.

Com relação as amostras com estrutura preservada, foram utilizados anéis metálicos com bordas cortantes, com volume de 70 cm<sup>3</sup> (6 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura) para determinar a porosidade total, macroporos, microporos e a densidade do solo (EMBRAPA, 1997).

Na uva foram determinados os atributos físicos: massa do cacho, comprimento do cacho, massa da ráquiz e número de bagas. Posteriormente, com o mosto das bagas, foi determinado o teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável total, concentração de antocianinas extraíveis e polifenóis totais, segundo a metodologia proposta por Ribéreau Gayon et al. (1998).



Na camada 0-20 cm a densidade do solo média foi de  $0,96 \text{ g cm}^{-3}$  e a porosidade total média foi de  $0,63 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , sendo  $0,45 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  composta por microporos e  $0,18 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  por macroporos. Assim, os microporos ocupam 70 % da porosidade total, sendo estes responsáveis pela retenção de água no solo e os macroporos 30 % da porosidade total, responsáveis pela drenagem e aeração do solo.

Considerando os atributos químicos, os teores de Ca e Mg foram considerados muito altos, com média de  $11 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  para o cálcio e de  $5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  para o magnésio. Segundo a Comissão de Química e Fertilidade do solo, teores acima de 4 e  $1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , respectivamente para Ca e Mg, são considerados muito altos.

O teor de fósforo extraível variou de 7 a  $77 \text{ mg kg}^{-1}$  (baixo a muito alto segundo a CQFS-RS/SC (2004), com média de  $36 \text{ mg kg}^{-1}$ ). A deficiência do fósforo reduz o teor de açúcares e altera a relação álcool/acidez (REGINA et al., 2006), enquanto seu excesso retarda a maturação das uvas. Os teores muito altos ( $> 24 \text{ mg kg}^{-1}$ ), podem ser decorrentes de adubação excessiva nos vinhedos.

O pH em água variou de 5,4 a 7,5 tendo uma média de 6,3, ligeiramente acima de 6,0 o qual é o indicado para o cultivo da videira.

O teor de potássio extraível do solo variou de 93 a  $321 \text{ mg dm}^{-3}$  (alto a muito alto segundo a CQFS-RS/SC (2004) com média de  $218 \text{ mg dm}^{-3}$ ). O excesso de potássio decorrente da adubação reduz a concentração de açúcares nas bagas, aumenta o pH do mosto e, conseqüentemente, resulta em um vinho de qualidade inferior (MOTA et al., 2006).

Quanto aos atributos físico-químicos da uva, observa-se que a acidez titulável do mosto teve média de  $153 \text{ meq L}^{-1}$ , variando de 124 a  $196 \text{ meq L}^{-1}$ , corroborando com resultados de pesquisas já realizados na região. Os sólidos solúveis expressos em °Bx, variaram de 15,5 a 20,7, com média de 19,6 e o pH do mosto variou entre 3,2 e 3,6, tendo como média 3,4, ambos situando-se em uma faixa ideal para vinificação que é em torno de 3,3 para pH do mosto e próximo a 20 °Bx para sólidos solúveis. O teor de antocianinas das uvas variou de 1004 a  $2033 \text{ mg L}^{-1}$ , com média de  $1382 \text{ mg L}^{-1}$  e os teores de polifenóis variaram de 913 a  $2137 \text{ mg L}^{-1}$ , com média de  $1336 \text{ mg L}^{-1}$ . As variações nos teores de antocianinas e polifenóis em um vinhedo geralmente são irregulares, podendo ser afetadas pelas condições climáticas, umidade do solo, presença de doenças fúngicas e/ou ataque de pragas.

O desvio padrão das características físicas dos cachos foi considerado alto e isso ocorre devido à heterogeneidade do tamanho e peso dos cachos avaliados, tendo o comprimento do cacho entre 13 e 19 cm e a massa do cacho entre 92 e 180 g. A mesma variação ocorre para massa da ráquis e para o número de bagas.

O coeficiente de correlação simples de Pearson foi empregado para detectar correlações entre os atributos do solo e os atributos da uva. Observou-se que o número de bagas foi a variável que teve maior correlação com os atributos do solo, tendo correlações positivas com a macroporosidade ( $r = 0,38$ ) e negativas com densidade do solo ( $r = -0,47$ ), microporosidade ( $r = -0,36$ ) e pH em água ( $r = -0,34$ ). Outro atributo que apresentou correlação positiva foi o fósforo com o índice de polifenóis totais ( $r = 0,44$ ) e antocianinas ( $r = 0,36$ ). Segundo Van Leeuwen et al. (2004) o teor de antocianinas é influenciado, principalmente, pela safra e pelo tipo de solo, já a acidez titulável e o pH do mosto dependem da safra e, em menor proporção da cultivar e do tipo de solo.

Desta forma, de acordo com os resultados observados é possível confirmar que as variáveis de solo devem ser consideradas na área, principalmente a porosidade, a densidade e o teor de fósforo disponível, pois afetam a composição da uva.

## Referências

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

MOTA, R.V.; REGINA, M.A.; AMORIM, D.A. & FÁVERO, A.C. Fatores que afetam a maturação e a qualidade da uva para vinificação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.234, p.56-64, 2006.

REGINA, M.A.; FRÁGUAS, J.C.; ALVARENGA, A.A.; SOUZA, C. R; AMORIM, D.A.; MOTA, R.V. & FÁVERO, A.C. Implantação e manejo do vinhedo para produção de vinhos de qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.234, p.16-31, 2006.

RIBERAU-GAYON, P. GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBORDIEU, D. **Traité d'oenologie**. 2 Chimie du vin: stabilisation et traitements. Paris: Dumond. V.2, 519p, 1998.

TEDESCO, J.M. Nitrogênio. In: GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, J. M. **Princípios de Fertilidade do Solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 73-98 p.

VAN LEEUWEN, C.; FRIANT, P.; CHONE, X.; TREGOAT, O.; KOUNDOURAS, S.; DUBOURDIEU, D. The influence of climate, soil and cultivar on terroir, **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 55, p. 207-217, 2004.

## INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL NOS PARÂMETROS DO EXTRATO DA CANA NUM SOLO ARENOSO

José Geraldo Mageste<sup>1</sup>, Matheus Henrique Medeiros<sup>2</sup>, Emmerson Rodrigues de Moraes<sup>3</sup>, Regina Maria Quintão Lana<sup>1</sup>, José Luiz Rodrigues Torres<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia, Professor Universitário, Uberlândia - MG, [jgmageste@ufu.br](mailto:jgmageste@ufu.br);

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano; <sup>3</sup>Instituto Federal do Triângulo Mineiro.

**Palavras-chave:** biossólidos; *Saccharum*; bioestimulante.

O cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) vem se expandindo no Brasil para solos marginais em atendimento à alimentação animal e consumo de açúcar e etanol. O país já ocupa o primeiro lugar na produção mundial, com 9,07 milhões de hectares (CONAB, 2016).

A utilização dos biossólidos puros ou em misturas com fontes minerais tem aumentado consideravelmente, apesar da necessidade de mais estudos. Isto significa economia, sustentabilidade e ganhos ambientais (FERNANDES et al., 2015). Rigo et al. (2014) indicam a utilização destes para silvicultura ou recuperação de áreas degradadas. Por outro lado, os bioestimulantes, independentes de suas origens, podem aumentar a eficiência de absorção dos nutrientes (SILVA et al., 2010). Assim, o principal objetivo deste estudo foi avaliar a influência da adubação organomineral (biossólido) e do bioestimulante na porcentagem do açúcar total recuperável (ATR kg t<sup>-1</sup>), produtividade (TPH = toneladas de pol por hectare) e no rendimento de etanol (Litros por tonelada de cana), em cana da cultivar RB 92 579.

O experimento foi iniciado em maio de 2015, numa área onde há 10 anos havia pastagem de *Urochloa* sp. (brachiária), no distrito de Rio do Peixe, Prata - MG. Nas coordenadas 19° 30' 01,7" S e 48° 28' 31,8" W e altitude de 780 metros, num LATOSSOLO AMARELO Distrófico, arenoso, com 18,5 % de argila, 9,5 % de silte e 72,0 % de areia. A análise química, de 0-20 cm e 20-40 cm mostrou: Ca: 1,1 e 1,0; Mg: 0,5 e 0,3; Al: 0,0 e 0,2 (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); P: 6,7 e 2,3; K: 88 e 70 (mg dm<sup>-3</sup>); H+Al: 1,2 e 1,6; T: 3,03 e 3,08 (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); V: 60 e 48; m: 0 e 9 (%) e MOrg: 2,0 e 1,4 g kg<sup>-1</sup>. Aplicou-se 2,4 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. O preparo do solo foi iniciado com arado de aiveca e posteriormente usou-se grade niveladora. O plantio foi com sulcador, abertura da haste de 52 a 82 cm e 50 cm altura. Usaram-se os herbicidas diuron, hexazinona e MSMA nas doses de 3,2; 5,0 e 3,0 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Contra formigas e cupins utilizou-se fipronil, 2,5 g ha<sup>-1</sup> no sulco.

Foram usados blocos casualizados com fatorial 5 x 2 + 1, sendo cinco doses de biossólidos, com e sem bioestimulante, mais um tratamento adicional (adubação mineral, recomendação de 570 kg ha<sup>-1</sup>) em quatro repetições. A unidade experimental foi de 9 x 10 m de comprimento, com seis linhas espaçadas de 1,5 m. Usou-se toletes com 15 a 18 gemas m<sup>-1</sup> e as quatro linhas centrais com 8 metros como parcela útil.

Foram feitas adubações de plantio e cobertura, com o bioestimulante enraizador Stimulate® com volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> no sulco de plantio. A dose do fertilizante mineral foi de 570 kg ha<sup>-1</sup>, como 04-21-07 no plantio e 400 kg ha<sup>-1</sup> de 10-00-40 + 0,3 % de B aos 150 dias, em cobertura.

Os tratamentos foram doses do fertilizante organomineral, segundo a recomendação da dose do mineral sendo, 0; 60; 80; 100 e 120 % da dose mineral + 100 % da recomendação do fertilizante mineral.

A produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ) foi avaliada após 370 dias do plantio, pesando-se a cana de 2,0 m de cada linha útil (8 metros no total). Posteriormente avaliou-se a ATR e quantidade de etanol produzida por tonelada. As variáveis respostas foram submetidas à análise de variância (ANOVA), depois de testadas a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias a 1 % de probabilidade, seguidas do teste de médias de Tukey, a 0,05 de significância, conforme (SILVA; AZEVEDO, 2009). Para os tratamentos significativos foram ajustados modelos matemáticos, escolhendo-se os de maior  $R^2$ .

O uso do bioestimulante não aumentou a produtividade. Ela foi  $99,8 \text{ t ha}^{-1}$  sem e  $98,6 \text{ t ha}^{-1}$  com, não diferindo estatisticamente. Mas, ambos diferiram da adubação mineral, que foi de  $113,2 \text{ t ha}^{-1}$ . Sem o organomineral e sem bioestimulante, a produtividade foi de  $53,91 \text{ t ha}^{-1}$  atingindo  $124,8 \text{ t ha}^{-1}$  com 120 % da recomendação. A maior produtividade de cana usando apenas fertilizantes minerais convencionais também foi encontrada por Miranda et al. (2014). Isto pode ser explicado pela pequena mudança nas propriedades físicas e químicas do solo na dosagem usada. Em sendo biosólido, supõe-se haver necessidade de maiores quantidades para uma rápida disponibilização dos nutrientes necessários à cana. A cada 10 kg de organomineral com bioestimulante houve acréscimo de  $4,76 \text{ t ha}^{-1}$  de TPH, o que não coincidiu com os resultados de Teixeira et al. (2014), onde este aumento aconteceu com duplicação da dosagem.

Para as outras variáveis respostas, o efeito do bioestimulante somente foi significativo para a ATR, onde as médias foram de 151,44 % sem e 154,07 % com bioestimulante. Nesta condição, a adubação mineral foi de 156,49 % [CV (%) = CV (%) = 2,73; DMSBioestimulante = 2,70; DMSMineral = 8,53]. Por outro lado, a diferença de 2,63 % a mais com o uso do bioestimulante, dependerá de outros fatores como custeios de aquisição e aplicação, disponibilidade de mão de obras, inerentes a cada produtor. De fato, o estimulante promoveu maior desenvolvimento inicial, com maior vigor e produção de fotossíntese, facilitando a produção de sacarose. A ATR diferenciou a fonte de nutrientes em apenas  $2,42 \text{ kg açúcar t}^{-1}$  de cana (156,49 - 154,07), sugerindo que a escolha de uso dependerá de outros fatores. Ressalta-se, no entanto, que não houve diferença para as variáveis TPH mineral (100 %) = 17,86 t, com estimulante (15,33) e sem estimulante (15,27) [CV (%) = 15,07; DMSBioestimulante = 1,51; DMSMineral = 4,78] e para o volume de etanol, onde o fertilizante mineral produziu  $93,36 \text{ L t}^{-1}$ , o organomineral com bioestimulante  $91,92$  e sem  $90,35 \text{ L t}^{-1}$  [CV (%) = 2,73; DMSBioestimulante = 1,61; DMSMineral = 5,09]. Os ajustes matemáticos somente foram significativos para produtividade (pol), ajustando-se à equação da reta:  $\text{TPH} (\text{t ha}^{-1}) = 8,7421 * 0,0907X$ ,  $R^2 = 93,67$ ; para sem bioestimulante e  $\text{TPH} (\text{t ha}^{-1}) = 9,9466 * 0,0748X - R^2 = 98,09$  com bioestimulante. Estes ajustes indicam maior produtividade com maior fertilização, talvez dada à melhoria contínua das condições do solo. Logo, o bioestimulante promoveu aumento da produtividade. O fertilizante organomineral pode ser usado em dose superior a 120 % do mineral, com maiores produtividades (pol). O ATR e o rendimento de etanol não são influenciados pela fonte de fertilizante.

## Referências

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira**. Cana-de-açúcar. Primeiro levantamento. Brasília: Conab, V3, safra 2016/17, n 1, 2016. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_18\\_14\\_27\\_15\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_1o\\_lev\\_-\\_16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_18_14_27_15_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_16.pdf). Acesso em: 17 de ago. 2016.

FERNADES, D.M.; ASSIS, J.P. Phosphorus in soil solution in response to the application of mineral and organomineral fluid fertilizers. **Irriga**, Botucatu, Ed.Esp. 20 anos Irriga + 50 anos FCA, p.14-27, 2015. Doi: 10.15809/irriga. 2015 v.1, n.1, p.14.

MIRANDA, J. M.; RIGONI, M.V.; SILVEIRA, F.T. Association of crotalaria as green manures and mineral in productivity of sugar cane. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 948-953, 2011.

RIGO, M.M.; LINO, F.A.M.; ISMAIL, K.A.R. Destination and reuse in agriculture of sewage sludge derived from the treatment of domestic wastewater in Brazil. **Gaia Scientia**, v.8, n.1, p.174-186, 2014.

SILVA, M de A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. Productivity and technological quality of sugarcane ratoon subject to the application of plant growth regulator and liquid fertilizers. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v.40, n.4, 2010.

TEIXEIRA, W. G.; SOUZA, R. T. X. ; KORNDÖRFER, G. H. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Biosci. J.**, Uberlândia, v.30, n.6, p.1729-1736, 2014.

## ESTOQUE DE NUTRIENTES EM SOLO COM ADIÇÃO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS E MINERAIS

Augusto Friederichs, Walter Santos Borges Junior, Diego Fernando Roters, Hayana dos Santos Jaines, Alvaro Luiz Mafra

Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestrando, Lages - SC, [augustofriederichs@hotmail.com](mailto:augustofriederichs@hotmail.com).

**Palavras-chave:** injeção; dejetos líquidos de suínos; carbono.

O alto custo dos fertilizantes manufaturados, as restrições impostas pelos órgãos ambientais atualmente e o teor elevado de nutrientes dos dejetos líquidos de suínos (DLS) fazem com que o seu principal destino seja o uso agrícola, como fertilizante das culturas comerciais (SCHIRMANN et al., 2013). Muito tem se discutido sobre a eficiência da aplicação de dejetos líquidos de suínos ao solo. Embora sabe-se que a uso contínuo de DLS em sistema de plantio direto contribui para o estoque de nutrientes ao solo, pouco se sabe sobre a contribuição dos nutrientes em sistemas de injeção ao solo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o estoque de nutrientes de sistemas de injeção de fertilizantes ao solo e aplicação superficial.

O experimento foi conduzido no município de Lages - SC em um CAMBISSOLO ALUMÍNICO Húmico. A área experimental vem sendo mantida sob os mesmos tratamentos nas safras 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. O sistema de produção é o plantio direto com cobertura verde no inverno e milho no verão.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições por tratamento. Cada parcela teve um tamanho de 33,6 m<sup>2</sup>. O esquema fatorial adotado foi 2 x 5, onde o fator "A" é forma de aplicação de fertilizantes: 1-incorporado; 2- superfície, e o fator "B" são tipos de fertilizantes com cinco níveis: 1- Testemunha; 2- Ureia; 3- Ureia+ inibidor da nitrificação (Dicianodiamida-DCD); 4- dejetos líquidos de suínos (DLS); 5- DLS+DCD.

Nas safras dos anos 2012/2013, 2013/2014, as recomendações de fertilizantes eram baseadas para uma estimativa de produção de oito toneladas de grãos de milho por hectare. Já na safra de 2014/2015 as recomendações passaram para uma estimativa de produção de 10 toneladas por hectare. Para os fertilizantes químicos foram utilizados ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, estes eram dosados segundo as recomendações da (CQFS-RS/SC, 2004). As doses de DLS foram baseadas nas concentrações de nitrogênio. No momento de chegada do dejetos, o mesmo era analisado quanto os teores de nitrogênio mineral e realizado a calibração da dose. A dose do inibidor DCD (Dicianodiamida) utilizado foi de 10 kg ha<sup>-1</sup>.

Para realizar a injeção do DLS ao solo, utilizou-se de um equipamento desenvolvido pela empresa MEPEL, o qual realiza a aplicação injetada do DLS ao solo. A profundidade de injeção dos dejetos pelo equipamento é de aproximadamente 8 cm e a faixa de solo mobilizado na superfície do sulco de 10 a 12 cm.

A coleta de solo sucedeu-se após a colheita da cultura do milho, coletando-se nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm. Os nutrientes avaliados foram nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Adicionalmente foram realizadas análises do carbono orgânico total, carbono orgânico particulado e carbono orgânico associado aos minerais.

Os dados apresentados foram submetidos a análise de variância e comparação de médias por

contrastes. São apresentados apenas os contrastes com diferença significativa.

Não foram encontradas diferenças para a aplicação superficial e injetada de fertilizantes. Ocorrendo apenas contrastes significativos para os teores de alguns nutrientes. Não houve interações para forma de aplicação e tipo de fertilizantes, mostrando resultados apenas para os efeitos simples dos fatores. Os teores de Carbono Orgânico Total (COT) na camada de 0-5 cm foram maiores na adição de DLS quando comparado tratamentos com tratamentos com a utilização de fertilizantes minerais solúveis. Este fato também se repetiu na profundidade de 5-10 cm. Tal contribuição no teor de COT pode ser provinda do próprio dejetos, uma vez que foram aplicação consecutivas durante três anos Steiner et al. (2012), ou podem ser contribuições proporcionadas pela biomassa que foi beneficiada pela aplicação do fertilizante orgânico (LOSS et al., 2009).

Os teores de potássio no tratamento P2 e P5 se diferenciam do tratamento P5. Uma explicação para tal situação pode ser o fato de haver extração de nutrientes devido a exportação de grãos de milho da área durante as três safras sucedidas, contribuindo dessa maneira pela redução dos teores de K do solo.

Quando aos teores de nitrogênio do solo, os tratamentos com uso de fertilizantes minerais solúveis proporcionaram maiores estoques no solo quando comparados aos tratamentos com adição de fertilizantes orgânicos. O carbono orgânico associado aos minerais foi maior nos tratamentos com adição de DLS, corroborando com os maiores teores de COT.

## Referências

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS – RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 400p.10. ed. Porto Alegre: SBRS-Núcleo Regional Sul, 2004.

LOSS, A. et al. Frações orgânicas do solo em áreas sob manejo agroecológico em Capivari, Duque de Caxias, RJ. R. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p. 245-251, 2009.

SCHIRMANN, J. et al. INIBIDOR DE NITRIFICAÇÃO E APLICAÇÃO PARCELADA DE DEJETOS DE SUÍNOS NAS CULTURAS DO MILHO E TRIGO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 1, p. 271-280, 2013.

STEINER, F. et al. Estoque de carbono orgânico no solo afetado por adubação orgânica e sistemas de culturas no Sul do Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6Supl1, p. 2775-2788, 2012.



## APLICAÇÃO E REAPLICAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA NA CULTURA DA SOJA EM ÁREA DE PLANTIO DIRETO NO PARAGUAI

Laura Raquel Quiñónez Vera<sup>1</sup>, Jimmy Walter Rasche Alvarez<sup>1</sup>, Diego Augusto Fatecha Fois<sup>2</sup>,  
Carlos Andrés Leguizamón Rojas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción, Graduanda, San Lorenzo, Paraguay, [lauryyqv@gmail.com](mailto:lauryyqv@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Estadual do Oeste de Paraná.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; sulfato; enxofre; fertilização sulfatada.

A agricultura constitui a base económica do Paraguai. A soja (*Glycine max* L.) é cultivada em mais de 3 milhões de ha. A área de maior produção abrange a Região Oriental do país (CAPECO, 2015). Contudo, os solos cultivados em soja em muitos casos apresentam alta acidez, baixos teores de nutrientes e matéria orgânica o que somado a limitada ciclagem de nutrientes, e escassa adição de fontes de enxofre ao solo, pode induzir à deficiência de enxofre (S) ao longo do tempo.

Solos com problemas físico-químicos e além-biológicos tendem a ser menos produtivos e acumular menor teor de matéria orgânica e de ser mais susceptíveis a processos de degradação, como a erosão hídrica. O gesso permite por um lado neutralizar o  $\text{Al}^{+3}$  em profundidade permitindo maior crescimento radicular e por outro melhorar a estrutura do solo facilitando a infiltração de água no solo.

A disponibilidade de sulfato no solo fundamentalmente depende da velocidade de mineralização da matéria orgânica, da sorção que pode ter este ânion na solução, do complexo coloidal e da existência de outros ânions como o  $\text{PO}_4^{-2}$  quando o solo é adubado com altas doses de fosfato ou apresenta altos teores de  $\text{CO}_3^{-2}$  em caso de calagem ou mesmo em solos calcínicos, que permitem a lixiviação de  $\text{SO}_4^{-2}$  para as camadas subsuperficiais de solo. Em reações de neutralização, o  $\text{SO}_4^{-2}$  precipita com  $\text{Al}^{+3}$  trocável formando pares iónicos, e isso faz que o  $\text{Al}^{+3}$  fique imobilizado no perfil do solo. Uma das fontes que pode suprir a necessidade de S no solo é o gesso agrícola, que além de aportar S em forma de ânion  $\text{SO}_4^{-2}$ , também serve como fonte de  $\text{Ca}^{+2}$ , que permite um melhor crescimento radicular e facilita às plantas explorar água e nutrientes em profundidade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a o efeito residual da aplicação e reaplicação de gesso agrícola na cultura da soja.

O solo predominante da área do experimento é classificado como *Rhodic Paleudult*, de textura argilosa muito fina, equivalente ao LATOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2006). A temperatura média anual é aproximadamente de 25°C e as precipitações atingem os 1770 mm.

Antes da instalação do experimento foi realizada uma análise química do solo da camada superficial de 0 - 0,20 os quais apresentaram as seguintes características: pH = 4,7; Matéria Orgânica = 41,9 g dm<sup>-3</sup>; P = 13,1 mg dm<sup>-3</sup>;  $\text{Ca}^{+2}$  = 2,66 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>;  $\text{Mg}^{+2}$  = 1,30 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>;  $\text{K}^{+}$  = 0,41 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>;  $\text{Al}^{+3}$  = 1,25 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>. Pelo que foram aplicados 2.500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário para reduzir a acidez potencial.

O delineamento experimental foi em arranjo fatorial em parcelas subdivididas em faixas, com dois fatores; sendo fator A: doses de gesso (0; 100; 200; 400; 800 e 1600 kg ha<sup>-1</sup>) e fator B: tempo (aplicação e reaplicação), dispostos em blocos com 5 repetições constituindo um total de 60 unidades experimentais. Para cada unidade experimental foi utilizada uma área de 32 m<sup>2</sup> que corresponderam a 8 m de comprimento x 4 m de largura, totalizando uma superfície de 1920 m<sup>2</sup>. Como fonte de enxofre

foi utilizado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) composto de 18,8 % de S em forma de ânion sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). No primeiro ano do experimento o gesso foi aplicado em superfície, em setembro de 2014 em toda a parcela 8 m x 8 m. No segundo ano o gesso foi reaplicado na mesma dose na metade da parcela 8 m x 4 m em setembro de 2015.

Neste trabalho são apresentados os resultados da soja semeada no segundo ano, após a reaplicação do gesso na metade da parcela. A soja foi semeada com um espaçamento de 0,45 m entre linhas e 10 plantas por metro lineal. As variáveis avaliadas foram altura da planta no momento da maturação fisiológica da mesma, número de inserção de vagens por planta, número de vagens por planta, número total de grãos por planta e produção de grãos.

Os dados foram submetidos a análise de variância ANOVA e aplicado o teste de Tukey com  $p < 0,05$  utilizando o programa estatístico MStat.

A aplicação e reaplicação de gesso não teve efeito nos parâmetros de crescimento e produtividade da soja, assim como não foi observada interação entre os fatores. A altura da planta oscilou entre 81,1 cm a 80,7 cm quando reaplicado ou não o gesso, respectivamente. Com relação as doses de gesso, a altura oscilou entre 79,9 cm quando foram aplicados  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de gesso e 82,2 cm na testemunha.

Com respeito a número de inserção de vagens, esta variou entre 27,2 inserções a 27,1 inserções quando reaplicado ou não o gesso, respectivamente. Com relação a dose de gesso, houve 25,8 inserções quando aplicado  $800 \text{ kg ha}^{-1}$  de gesso e 27,9 inserções quando aplicado  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de gesso.

Com respeito a número de vagens por planta, esta apresentou 52,5 vagens quando reaplicado o gesso e 48,1 quando o gesso não foi reaplicado. O número de vagens por efeito da dose de gesso aplicado oscilou entre 47,8 a 51,0 vagens por planta nos tratamentos com  $800 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de gesso, respectivamente.

Por outra parte, o número total de grãos por planta e de grãos por vagens foi de 135,0 e 2,6 grãos no tratamento com reaplicação de gesso, e de 133,55 e 2,6 grãos no tratamento sem reaplicação de gesso, respectivamente.

O rendimento de grãos foi de  $3950 \text{ kg ha}^{-1}$  quando reaplicado o gesso e de  $3952 \text{ kg ha}^{-1}$  quando não foi reaplicado gesso. Em relação a dose de gesso não houve resposta, oscilando entre  $3823 \text{ kg ha}^{-1}$  no tratamento com  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de gesso a  $4082 \text{ kg ha}^{-1}$  onde foi aplicado  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de gesso. De maneira similar a este experimento Rasche (2004) e Fatecha et al. (2015) não encontraram resposta à aplicação de enxofre na forma de gesso na cultura de soja.

A falta de resposta à aplicação e reaplicação de gesso pode-se atribuir ao conteúdo relativamente alto de argila ( $640 \text{ g kg}^{-1}$ ) e matéria orgânica ( $42 \text{ mg kg}^{-1}$ ), acompanhado da aplicação de calcário, que permite a mineralização da matéria orgânica e o suprimento de enxofre às plantas. Esta área vem sendo semeado por mais de 10 anos em sistema de plantio direto que poderia aumentar a atividade microbiana e a sua vez, isso ajuda a acelerar o processo de mineralização de enxofre o que supriria as necessidades deste nutriente (RASCHE 2004; FATECHA et al., 2015). Segundo Watanabe (2013) a aplicação de uma fonte de S ao solo, pode ter um efeito residual de até 5 anos.

A aplicação e reaplicação de diferentes doses de gesso agrícola num Latossolo não tiveram efeito na produtividade da soja.

Agradecemos ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CONACyT) pelo financiamento da pesquisa no marco do projeto N° 437/2014 do componente I - Fomento a pesquisa científica - Programa paraguaio para o desenvolvimento da ciência e tecnologia - PROCIENCIA- convocatória

2013, postulado pela Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Nacional de Assunção. Projeto N° 14-INV-130 “Manejo da fertilidade do solo para a produção de alimentos”

## Referências

Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO). **Área de Siembra, Producción y Rendimiento**. (en línea). Acesso em 30.ago.2015. Disponível em: <<http://www.tera.com.py/capeco/index.php?id=estadísticas>>. 2015

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FATECHA, D.A.; RASCHE, J.W.; LEGUIZAMON, C.A.; GONZALEZ, A.L.; LANA, M.C.. Aplicación de yeso agrícola y su efecto en la producción de soja em um oxisol de Alto Parana. In: **I Congreso Paraguayo de Ciencia de Suelo. IV Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelo**. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. P 72-74. 2015

RASCHE, J.W. 2004. **Disponibilidade e resposta de culturas ao enxofre em solos do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Santa Maria, BR, UFSM. 97p. Acesso em 30.ago.2015. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Dissertacoes/JIMMY-ALVAREZ.pdf>>

WATANABE, S.Y. 2013. **Aplicación de yeso y cal agrícola en la sucesión soja-trigo en siembra directa en unultisol**. Tese (Mestrado em Ciência do Solo). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, PY. 108p.

## CINZA VEGETAL E FORMAS DE APLICAÇÃO EM PASTAGEM EM RECUPERAÇÃO: NÚMERO DE FOLHAS E PERFILHOS

Helon Hébano de Freitas Sousa<sup>1</sup>, Edna Maria Bonfim-Silva<sup>1</sup>, Ellen Souza do Espírito Santo<sup>1</sup>,  
Tonny José Araújo da Silva<sup>1</sup>, Tallys Henrique Bonfim da Silva<sup>1</sup>

Universidade Federal de Mato Grosso, Pesquisador, Rondonópolis - MT, [hhsousa@gmail.com](mailto:hhsousa@gmail.com).

**Palavras-chave:** capim-marandu; resíduo; adubação.

A cinza vegetal é um resíduo proveniente da queima de material orgânico e resulta, principalmente, de atividades que demandam energia térmica. Tem por material de origem principalmente madeiras como eucalipto e pinus, casca de arroz, palhadas em geral, etc. (COELHO; COSTA, 2007). É composto por nutrientes essenciais às plantas como, o cálcio e magnésio (BONFIM-SILVA et al., 2015).

No Brasil não há legislação específica para a destinação desse resíduo, sendo classificado como resíduo Classe II- A- não inerte. Segundo Bezerra et al. (2014), esse resíduo possui características fertilizantes que podem ser aproveitadas para uso como adubo em pastagem.

O manejo do solo pode interferir no desenvolvimento da planta, pois quando não bem executado pode causar compactação ou acelerar os processos de erosão, causando assim perda de nutrientes e estrutura, interferindo no desenvolvimento radicular (BONFIM-SILVA et al., 2010). Dessa forma objetivou-se avaliar o número de folhas e perfilhos de pastagem em recuperação com cinza vegetal e formas de aplicação.

O experimento foi realizado em condições de campo, na fazenda experimental do IMA (Instituto Matogrossense do Algodão) pelo segundo ano consecutivo, em sistema de pastagem já implantado e que se apresentava em degradação. O solo da região é o NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em quatro repetições, com parcelas subdivididas, em esquema fatorial 6 x 2, sendo seis doses de cinza vegetal (0; 3; 6; 9; 12 e 15 t ha<sup>-1</sup>), implantadas nas parcelas principais e duas formas de aplicação (incorporada e não incorporada com grade) nas subparcelas. As dimensões de cada parcela foi de 8 x 30 m e de cada subparcelas de 8 x 15 m.

Antes da aplicação dos tratamentos, para tornar toda a área experimental homogeneia, foi realizada roçagem mecanizada rebaixando o capim a altura de 0,05 m. O material vegetal cortado foi retirado e, só então, a cinza vegetal foi aplicada de forma uniforme, de acordo com cada tratamento. As subparcelas que deveriam receber o tratamento com cinza vegetal incorporada, logo após a aplicação de cinza vegetal, foram gradeadas a 20 cm de profundidade com grade aradora, acoplada a um trator. A adubação nitrogenada foi de 100 kg ha<sup>-1</sup> em todas as subparcelas experimentais, utilizando a ureia como fonte de nitrogênio.

As avaliações foram realizadas com intervalos de 30 dias, num total de quatro, sendo a primeira realizada após 30 dias de incubação da cinza vegetal. As amostragens foram realizadas utilizando um retângulo, lançado aleatoriamente na área útil das subparcelas, com as dimensões de 1,00 m x 0,25 m e altura de 0,05 m. As folhas e os perfilhos foram separados e contados manualmente.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, as doses de cinza vegetal submetida à análise de regressão e as formas de aplicação ao teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Não houve interação entre os fatores para a variável número de folhas, porém houve efeito

isolado apenas para o fator doses de cinza vegetal. Ajustou-se ao modelo quadrático de regressão no primeiro e segundo cortes, sendo que a dose que proporcionou o maior número de folhas foi de 10,43 t ha<sup>-1</sup>, com um total de 242,98 folhas representando um incremento de 44,5 %. No segundo corte observou-se que a dose que promoveu a máxima produção foi de 8,67 t ha<sup>-1</sup>, com 203,18 folhas, representando incremento de 76,32 %. No terceiro corte não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os dados do quarto corte ajustaram-se ao modelo linear crescente de regressão, com a produção de 234,72 folhas e incremento de 51,88 %.

Bomfim-Silva et al. (2015b), trabalhando com cinza vegetal na adubação de forrageiras tropicais, observou que a cinza vegetal tem influência positiva na produção de número de folhas, sendo essa uma variável importante para a determinação da estrutura da planta, destacando os benefícios que esse resíduo pode trazer ao desenvolvimento do capim.

Na variável número de perfilhos, também não houve interação entre os fatores estudados, porém houve significância isolada para doses de cinza vegetal no primeiro corte, alcançando sua máxima produção na dose de cinza vegetal de 11,35 t ha<sup>-1</sup> com 47,16 perfilhos, representando um incremento de 26,23 %. No primeiro e terceiro cortes também se observou diferença significativa isolada para o fator formas de aplicação, em que a forma não incorporada apresentou uma produção de 42,87 perfilhos e a incorporada, 32,62 perfilhos.

Bezerra et al. (2016), ressalta o incremento positivo no número de perfilhos de capim-marandu adubado com cinza vegetal em duas classes de solo do Cerrado, corroborando o presente estudo.

Conclui-se que a dose de cinza vegetal que proporciona o maior número de folhas e perfilhos está entre 8,5 e 11,5 t ha<sup>-1</sup>.

Agradecimentos ao IMA e a FAPEMAT.

## Referências

- BEZERRA, M.D.L.; BONFIM-SILVA, E. M ; SILVA, T. J. A. Wood ash effect on the productive characteristics of Marandu grass in Cerrado soils. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, p. 2339-2344, 2014.
- BEZERRA, M.D.L.; BONFIM-SILVA, E. M ; SILVA, T. J. A.; SOUSA, H.H.F.; DUARTE, T.F.; ESPÍRITO SANTO, E.S.; PACHECO, A.B. Wood ash on the fertilization of marandu grass in Brazilian cerrado soils. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 1504-1510, 2016.
- BONFIM-SILVA, E. M ; SILVA, T. J.A.; LUZ, V. S. ; GUIMARÃES, S.L. ; POLIZEL, A.C. . Produção de capim-marandu em sistemas de recuperação no cerrado. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 6, n.11, p. 1-8, 2010.
- BONFIM-SILVA, E. M. ; CARVALHO, J. M. G. ; PEREIRA, M. T. J. ; SILVA, T. J. A. Cinza vegetal na adubação de plantas de algodoeiro em latossolo vermelho do cerrado. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.11 n.21, p. 523-533, 2015.
- BONFIM-SILVA, EDNA MARIA; DOS SANTOS, CLAUDIA CARDOSO ; ARAÚJO DA SILVA, TONNY JOSÉ . Wood Ash Fertilization on Structural Characteristics and Chlorophyll Index of Tropical Forage Grasses. **American Journal of Plant Sciences**, v. 06, p. 1341-1348, 2015b.
- COELHO, P.; COSTA, M. **Combustão**. Edições Orion, Amadora, 2007. 714p.

## EFEITO DA CAMA AVIÁRIA NA ALTURA DE PLANTAS DE CANOLA

Ana Gabriela Cequinatto Corvalan Daronch<sup>1</sup>, Antonio Carlos Torres da Costa<sup>1</sup>, José Barbosa Duarte Junior<sup>1</sup>, Maria do Carmo Lana<sup>1</sup>, Leonardo Luis Minosso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PPGA/CCA/Unioeste, Engenheira- agrônoma, Mestranda em Agronomia, Marechal Cândido Rondon - PR, [anagabriacequinatto@hotmail.com](mailto:anagabriacequinatto@hotmail.com); <sup>2</sup>Centro Universitário Dinâmica das Cataratas.

**Palavras-chave:** *Brassica napus*; resíduo de aves; nutrientes.

A cultura da canola (*Brassica napus*) se destaca como a terceira entre as oleaginosas cultivadas no mundo. A implantação da canola no Brasil veio por intermédio dos mexicanos por volta do ano de 1974, inicialmente apresentando uma expansão lenta, porém houve um aumento de área cultivada nas últimas safras ocorridas (CONAB, 2010), devido o avanço na tecnologia de implantação e manejo da cultura e canal de comercialização (DE MORI et al., 2013).

O uso de cama aviária como adubação orgânica contribui para a nutrição das plantas por meio da decomposição microbiana onde mineraliza nutrientes essenciais para a cultura. O uso de compostos de resíduo de aves é viável economicamente proporcionando um aproveitamento pelo produtor, bem como também um benefício para o solo aumentando sua microbiota de forma sustentável (COSTA et al., 2009; GUGEL et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da cama aviária sobre a altura de plantas de canola.

O experimento foi desenvolvido no ano de 2016, na Granja Santo Angelo no município de Serranópolis do Iguaçu – PR, localizado na Latitude: 25° 22' 49" Sul, Longitude: 54° 03' 08" Oeste, situado a uma altitude de 325 metros. O clima de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger: Cfa é temperado úmido com verões quentes e ocorrência de precipitação em todos os meses do ano. O solo é classificado como sendo um LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico (EMBRAPA, 2009).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições e 7 tratamentos, sendo eles: T1: Testemunha (sem aplicação de cama aviária); T2: 1 t ha<sup>-1</sup>; T3: 2 t ha<sup>-1</sup>; T4: 4 t ha<sup>-1</sup>; T5: 8 t ha<sup>-1</sup>; T6: 16 t ha<sup>-1</sup>; T7: 32 t ha<sup>-1</sup> de cama aviária. As parcelas experimentais foram de 4,5 m de largura e 7,5 m de comprimento, totalizando uma área de 945 m<sup>2</sup>. A área útil de cada parcela foi de 13,75 m<sup>2</sup>, ou seja, foi considerado como bordadura a duas linhas de cada lado das extremidades, bem como 1 m de cada extremidade da parcela.

Os resultados da análise química do solo na camada de 0,00 - 0,20 m de profundidade, amostrado antes da instalação do experimento, foram: pH em CaCl<sub>2</sub> de 5,22; 27,04 mg dm<sup>-3</sup> de P; 0,41 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K; 3,25 mg dm<sup>-3</sup> de S; 4,25 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca; 1,72 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg acidez trocável (Al<sup>3+</sup>); 2,95 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de acidez potencial (H+Al); 6,38 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de soma de bases; 68,38 % de saturação por bases (V); 9,33 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de CTC a pH 7; 26,22 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica. Na camada de 0,20 - 0,40 m a análise química apresentou pH em CaCl<sub>2</sub> de 4,92; 9,8 mg dm<sup>-3</sup> de P; 0,28 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K; 4,6 mg dm<sup>-3</sup> de S; 3,54 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca; 1,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg; 5,35 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de acidez potencial (H+Al); 4,92 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de soma de bases; 47,91 % de saturação por bases (V); 10,27 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de CTC a pH 7; 13,10 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica.

Foi realizada antes da aplicação a análise química da cama aviária, a qual apresentou os teores de 3,23 % de N total, 3,45 % de P total, 3,86 % de K; 1,31 % de Mg, 0,85 % de S, 73,23 % de matéria orgânica e 8,8 de pH em CaCl<sub>2</sub>.



Foi aplicada a quantidade de 3,9 t ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola. As doses de cama aviária foram aplicadas manualmente antes da realização da semeadura sem incorporação. Foi utilizada para adubação de base a quantidade de 300 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado NPK 10-15-15. A semeadura foi realizada no dia 05 de maio de forma mecanizada com no espaçamento de 0,5 m entre linhas na profundidade de 2 cm, e densidade de 40 plantas por m<sup>2</sup>. O híbrido utilizado que foi utilizado o Hyola 433 de ciclo precoce de aproximadamente 120-150 dias da emergência até a maturação. É um material que tem exigência quanto aos parâmetros edáficos do solo onde se desenvolve muito bem em solos com elevada fertilidade e umidade e apresenta resistência poligênica à doença canela-preta.

A altura de plantas foi realizada aos 94 dias após a emergência da canola no estágio G3 (dez primeiras sílikas superior a 4 cm) após a floração. Foram medidas 20 plantas de forma aleatoriamente nas linhas da área útil de cada parcela. Os resultados foram submetidos ao teste F a 5 % de significância.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos. A média da altura das plantas foi de 1,34 m. Provavelmente este comportamento pode ser explicado pelo fato do experimento ter sido implantado em um solo de boa fertilidade, somada ainda a adubação mineral aplicada.

Silva et al. (2011) utilizaram em seu trabalho o incremento de doses de cama de frango no cultivo do milho e obtiveram diferença significativa para a altura de plantas, sendo que a dose de 21 t ha<sup>-1</sup> foi a que proporcionou maior altura de plantas em relação ao tratamento mineral. O uso do fertilizante orgânico a base de cama de frango associado com o fertilizante mineral na cultura da soja também foi significativo no experimento conduzido por Carvalho et al. (2011) para a característica de altura de plantas.

Nas condições experimentais, conclui-se que a aplicação de doses de cama aviária não influencia na altura de plantas de canola.

## Referências

- CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M. de; ANDRADE, M. J. B. de; PASSOS, A. M. A. dos; OLIVEIRA, J. A. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agrônômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 930-939, 2011.
- CONAB, **Canola**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Brasília, Setembro, 2010. Disponível em . Acesso em 02 de março de 2016.
- COSTA, A. M. BORGES, E. N. SILVA A. A. NOLLA, A. GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, Edição Especial, p. 1991-1998, 2009.
- DE MORI, C.; FERREIRA, P. E. P.; TOMM, G. O. **Estimativas de viabilidade econômica do cultivo de canola no Rio Grande do Sul e no Paraná, safra 2013**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2013. 19 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 330). Disponível em: . Acesso em 03 de março de 2016.
- GUGEL, L. A; CORREIA, J. C. ; COSTA, S.; FRANZ, I.; ZANELLA, A. Entomofauna Edáfica em Adubação Orgânica de Camas de Aves e Mineral. JINC – **6ª Jornada de Iniciação Científica Embrapa SIPEX – II Seminário de Pesquisa e Extensão da UnC**. Concórdia/SC, 25 out 2012.
- SILVA, T. R. da; MENEZES, J. F. S.; SIMON, G. A.; ASSIS, R. L. de; SANTOS, C. J. de L.; GOMES, G. V. Cultivo do milho e disponibilidade de P sob adubação com cama-de-frango. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, n.9, p.903-910, 2011.



## EFEITO DA INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* NO TRIGO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES FORMAS DE ADUBAÇÃO

José Francisco Grillo, Ricardo Scandolara, Bruno José Dalagnol

Universidade Federal da Fronteira Sul, Professor, Laranjeiras do Sul - PR, [jose.grillo@uffs.edu.br](mailto:jose.grillo@uffs.edu.br).

**Palavras-chave:** bactéria diazotrófica; *Triticum aestivum*; produtividade.

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é o pilar central da alimentação humana e corresponde por 30 % da mesma. Cultivado por todo globo, principalmente em regiões mais temperadas, foi um dos primeiros cultivos domesticados pelo homem (CAIERÃO, 2014). A produtividade e a qualidade tecnológica do grão são grandemente influenciadas pelo ambiente de plantio (solo e adubação), sendo o nitrogênio o principal elemento na composição das proteínas (substância determinante na qualidade do grão), porém o nitrogênio pode ser facilmente volatilizado ou lixiviado.

Algumas tecnologias recentemente estudadas podem ser empregadas para ampliar os resultados produtivos obtidos com a cultura do trigo: (i) a utilização de fertilizantes organominerais que disponibilizam o nitrogênio de uma forma lenta e gradual no solo e (ii) a inoculação com bactéria *Azospirillum* brasiliense, que em associação com o sistema radicular das poáceas é capaz de fixar nitrogênio atmosférico tornando o mesmo disponível para as plantas.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade tecnológica e produtividade dos grãos do trigo bem como sua produtividade quando em ausência e presença de inoculação de *Azospirillum* brasiliense além de diferentes combinações de fertilizantes, de modo a contribuir para uma agricultura mais produtiva para sanar a crescente demanda mundial por alimentos de qualidade.

O experimento foi implantado em um LATOSSOLO VERMELHO no município de Laranjeiras do Sul - PR. O delineamento experimental adotado foi um Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) sob esquema de arranjo fatorial de 2 x 3, ou seja, 2 formas de inoculação (presença e ausência de inoculação com *Azospirillum brasilense* nas sementes de trigo) combinadas com 3 formas de adubação (100 % da dose com adubo químico, 100 % da dose com adubo organomineral e 50 % de adubo químico + 50 % adubo organomineral.), totalizando 6 tratamentos. Foram utilizadas 4 repetições perfazendo um total de 24 unidades experimentais (parcelas). A área de cada parcela foi de 12,92 m<sup>2</sup> parcela<sup>-1</sup> (3,23 m x 4 m), sendo considerada uma área útil de 6,63 m<sup>2</sup> parcela<sup>-1</sup> (2,21 m x 3 m).

Para a aplicação de fertilizantes utilizou-se como padrão para todos os tratamentos uma dose no plantio, de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e de 90 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cobertura, com base nas recomendações de Costa (2003). Além disso, aplicou-se uma dose corretiva de 30 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre (S) na base pelo fato deste elemento encontrar-se com baixo teor no solo (1,9 mg dm<sup>-3</sup> de S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), conforme recomendação de IAPAR (2013).

O experimento foi implantado em julho/2014 sendo utilizadas sementes da cultivar BRS Pardela de categoria S2, provenientes da Cooperativa Coprossel. A inoculação das mesmas foi realizada à sombra com inoculante líquido (MASTERFIX® L Gramíneas) contendo as estirpes de *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6, na dosagem de 100 ml ha<sup>-1</sup>.

Após a inoculação das sementes, foi realizada a semeadura do trigo com auxílio de uma semeadora-adubadora, utilizando-se densidade de 260 sementes viáveis m<sup>-2</sup> e espaçamento de 0,17 m. Após a emergência das plântulas, realizou-se uma padronização de modo a deixar 250 plantas m<sup>-2</sup>.

O manejo e os tratos culturais utilizados foram convencionais, a fim de promover a melhor padronização de estande e fitossanidade da cultura.

Ao final do ciclo da cultura do trigo foi determinado o número de espigas  $m^{-2}$  (NE) e realizada a colheita manual dos grãos, secagem dos mesmos até 13 % de umidade e classificação conforme a Normativa N°38/2010 do MAPA. Após esta etapa foram determinadas as seguintes variáveis: produtividade de grãos ( $kg\ ha^{-1}$ ), peso hectolítrico (PH) pela balança do tipo Dalle Molle e o peso de mil grãos (PMG) utilizando o contador de sementes a vácuo.

Posteriormente os grãos foram enviados ao Laboratório de Controle de Qualidade para a determinação da umidade da farinha, determinação do número de queda (NQ) (Falling Number-FN) e análise reológica das farinhas em alveógrafo (Chopin modelo NG), conforme metodologia da American Association of Cereal Chemists (2000), onde foram determinadas Força de Glúten (W) em 10-4 Joules, Tenacidade (P) em mm, Extensibilidade (L) em mm, Relação P/L e Índice de Elasticidade (IE) em %.

Com a posse dos dados acima citados foi realizada a análise de variância (ANOVA), cujas médias foram testadas pelo Teste de Tukey a um nível de significância de 5 %.

Não houve interação significativa entre os fatores formas de inoculação (*Azospirillum brasilense*) e modos de adubação para as variáveis consideradas, exceto para o número de queda (NQ).

Verificou-se que a presença de inoculação com *Azospirillum brasilense* proporcionou variações significativas para as variáveis NE, produtividade de grãos, W e IE. Foi observado um aumento de 19,18 % para NE e 4,420 % para produtividade. Porém, para as variáveis W e IE o uso da inoculação proporcionou redução de 10,64 % e 4,98 %, respectivamente.

O uso de fertilizante organomineral proporcionou aumento significativo de 6,54 % na produtividade de grãos de trigo, quando comparado ao uso de adubação química. Segundo Inkotte et al. (2012), tais resultados ocorreram devido à adição de matéria orgânica através do fertilizante organomineral. As demais variáveis (NE, PH, PMG, NQ, W, P, L, P/L e IE) não foram influenciados significativamente pelo modo de adubação.

A utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* na inoculação das sementes de trigo proporcionou incremento no número de espigas e produtividade de grãos de trigo, enquanto que o uso de fertilizante organomineral proporcionou aumento somente na produtividade de grãos da cultura, quando comparado com a prática convencional de adubação química. No tocante à qualidade física e tecnológica da farinha de trigo, tanto a inoculação quanto o modo de adubação, não proporcionou melhorias, com exceção da NQ.

## Referências

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 10. ed. Saint Paul, 2000. 1 CD-ROM
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 38, de 30 de novembro de 2010. **Regulamento técnico do trigo**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 229, 1 dez. 2010. Seção 1.
- CAIERÃO, E. **Cultivo de Trigo**. Sistemas de produção, 4. 2 ed. Embrapa Trigo, abr. 2014. Disponível em: . Acesso em: 19 jun. 2014.
- COSTA, L.; ZUCARELI, C.; RIEDE, C. R. Parcelamento da adubação nitrogenada no desempenho produtivo de genótipos de trigo. **Ciência Agrônômica**, v.44, n.6. Fortaleza, abr. 2013. Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2014.

INKOTTE, J. et al. Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e Carbono Orgânico de Fertilizantes Organominerais. In: **REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO**, 9. 2012. Lages. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Lages, 2012.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Informações Técnicas para Trigo e Triticale - Safra 2013. In: **REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE**, 6. 2012, Londrina. IAPAR. Londrina, 2013. Disponível em: . Acesso em: 17 mai. 2014.

## INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL DE BIOSSÓLIDO NO CALDO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM UM SOLO ARGILOSO

Israel Mendes Sousa, Felipe Garcia de Menezes, Mateus Ferreira, Emmerson Rodrigues de Moraes, Rodrigo Vieira da Silva

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos, Graduando, Morrinhos - GO, [israelmmendes128@gmail.com](mailto:israelmmendes128@gmail.com).

**Palavras-chave:** biossólido; Stimulate®; *Saccharum* spp.

O cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) vem se expandindo no Brasil para solos marginais em atendimento à alimentação animal e consumo de açúcar e etanol. O país já ocupa o primeiro lugar na produção mundial, com 9,07 milhões de hectares (CONAB, 2016).

Por ser uma das principais culturas cultivadas no Brasil, é importante buscarmos alternativas que melhorem as características quantitativas e qualitativas. Os organominerais é uma alternativa de buscar incremento como fonte nutricional

Biossólido é um resíduo sólido resultante do processo de tratamento biológico de lodo de esgoto. Este subproduto pode ser utilizado como fertilizante orgânico em culturas de interesse econômico. Por ser um organomineral estes geram grandes expectativas quanto eficiência, economia e sustentabilidade das adubações. Sua utilização é uma prática comum em países desenvolvidos, sendo utilizado por agricultores a mais de 50 anos (SANEPAR, 1999).

Para auxiliar o incremento de produtividade, utiliza-se bioestimulantes que podem ser substâncias orgânicas ou sintéticas, derivadas de misturas de dois ou mais biorreguladores vegetais ou de vitaminas, aminoácidos e nutrientes (SILVA et al., 2010).

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da adubação organomineral de biossólido e do bioestimulante na porcentagem do açúcar total recuperável (ATR em kg t<sup>-1</sup>), produtividade de Pol da cana (TPH em t ha<sup>-1</sup>) e no rendimento de etanol (L t<sup>-1</sup>).

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano-Campus Morrinhos - GO, localizado nas coordenadas 17° 48' 33,7" S e 49° 12' 19,9" W, estando a uma altitude de 900 metros. O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico.

Este foi o primeiro ano de cultivo. Historicamente, por aproximadamente quinze anos cultivou-se milho e soja em anos alternados permanecendo em pousio nos demais meses do ano, em todas as safras. Foi feita análise química nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. O solo é argiloso com 40,9 % de argila, 21,2 % de silte e 37,9 % de areia. Realizou-se uma fosfatagem a lanço com 800 kg ha<sup>-1</sup> de termofosfato yoorim (16 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Fez-se uma gradagem com grade aradoura intermediária 16 x 28" e nivelamento do solo com grade niveladoura 36 x 22". Semeou-se 30 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de *Crotalaria juncea*, e no intenso florescimento ceifou-se. Após quatro meses da roçagem fez-se a dessecação da área com 3,0 L ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 1,0 L ha<sup>-1</sup> de 2,4-D. Abriu-se os sulcos para plantio com sulcador de haste aberta de 52 a 82 cm e altura 50 cm. Plantou-se de 15 a 18 gemas viáveis metro<sup>-1</sup> através de mudas na profundidade de 30 a 40 cm. O experimento foi implantado em Junho de 2015, utilizando a cultivar RB 92 579. A recomendação de adubação de plantio foi de 470 kg ha<sup>-1</sup> formulado 04-21-07 e cobertura de 400 kg ha<sup>-1</sup> do 10-00-40 + 0,3 % de B aos 150 dias após plantio (DAP).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5 x 2 +1 sendo cinco

tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As unidades experimentais constituíram de 9 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. A área útil foi considerado quatro linhas centrais da parcela desprezando-se 1,0 m em cada extremidade totalizando 60 m<sup>2</sup>. A área total de cada parcela foi de 90 m<sup>2</sup>. Carreadores foram espaçados de 3,0 m entre parcelas e blocos. A recomendação de adubação de plantio e cobertura foi atendida utilizando-se as fontes organomineral oriundo do lodo de esgoto e mineral. Foi utilizado o bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 L ha<sup>-1</sup>) e volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup> sobre o tolete no sulco de plantio.

As combinações dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação, consistindo: 100 % com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Com e Sem Bioestimulante) da fonte organomineral de lodo de esgoto.

Para controle das ervas daninhas utilizamos os herbicidas diuron, hexazinona e MSMA nas doses de 3,2; 5,0 e 3,0 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O controle de formigas e cupins foi realizado com o princípio ativo fipronil aplicados no sulco de plantio na dosagem de 2,5 g ha<sup>-1</sup>.

Foi avaliado no momento da colheita aos 370 dias após plantio (DAP) as características tecnológicas do caldo da cana ATR, TPH e Litros de Etanol. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F, a 5 % de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett a 0,05 de significância *software* “Assistat 7.7 Beta” (SILVA; AZEVEDO, 2009). Na análise de regressão as equações que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 5 % de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>).

A análise de variância não identificou diferença significativa para ATR, e Litros de Etanol, quanto a fonte organomineral de lodo de esgoto associados ou não com bioestimulante e fonte mineral. Não houve diferenças entre as doses. O ATR foi 159,9 sem e 159,5 kg t<sup>-1</sup> com e a adubação mineral foi de 160,5 kg t<sup>-1</sup>. Isto pode ser explicado por pequenas mudanças nas propriedades físicas e químicas do solo na dosagem usada. A maior fertilidade inicial do solo e seu poder tamponante garante menores alterações no perfil. A quantidade de Etanol foi 95,4 L t<sup>-1</sup> sem e 95,1 L t<sup>-1</sup> com e a adubação mineral foi de 95,7 L t<sup>-1</sup>. Na safra de 2013/14 a média de ATR entregue pelos fornecedores do estado de São Paulo foi de 138,52 kg t<sup>-1</sup> (CONSECANA, 2015).

Houve diferença entre o TPH sem e com bioestimulante, não havendo entre a fonte mineral. Os resultados médios com a fonte 100 % mineral de foi 20,6 t ha<sup>-1</sup>, e 19,3 e 21,8 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente para adubação organomineral sem e com bioestimulante. O Stimulate® incrementou produtividade de açúcar na cultura em 2,5 t ha<sup>-1</sup> ou 12,9 %, sendo indiferente quanto a fonte mineral. Santos et al. (2011) trabalhando com torta de filtro enriquecida com fontes de fósforo notou que maiores teores de fósforo aumentam a TPH, pois ao dobrar de 50 para 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ganharam 2,48 t ha<sup>-1</sup> de açúcar.

## Referências

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira**. Cana-de-açúcar. Primeiro levantamento. Brasília: Conab, V3, safra 2016/17, n 1, 2016. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_18\\_14\\_27\\_15\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_1o\\_lev\\_-\\_16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_18_14_27_15_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_16.pdf). Acesso em: 17 de ago. 2016.

CONSECANA – Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 6ª edição, Piracicaba-SP, 2015, 51p.

SANEPAR - Companhia de saneamento do Paraná. **Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura**. Curitiba - PR, 1999, 98p.

SANTOS, H.D et al. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.15, n.5, p.443-449, 24 fev. 2011.

SILVA, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, M de A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. Productivity and technological quality of sugarcane ratoon subject to the application of plant growth regulator and liquid fertilizers. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v.40, n.4, 2010.

## CAPACIDADE ADSORTIVA DE FÓSFORO PELOS LATOSSOLOS

Gustavo Franco de Castro<sup>1</sup>, Jader Alves Ferreira<sup>1</sup>, Allan Robledo Fialho e Moraes<sup>1</sup>, Jairo Tronto<sup>1</sup>, Roberto Ferreira Novais<sup>1</sup>

Universidade Federal de Viçosa, Doutorando, Viçosa - MG, *gustavofcastro@ymail.com*.

**Palavras-chave:** P-ocluso; difusão de P; fertilização fosfatada.

A fixação de fósforo (P) no solo, particularmente naqueles desenvolvidos em condições tropicais, tem causado uma grande preocupação à comunidade científica, dadas as reservas limitadas deste nutriente no planeta. Os prováveis mecanismos envolvidos na fixação e provável renovação do poder adsorativo dos solos, de modo mais intenso naqueles mais intemperizados como nos Latossolos, resumem-se em difusão do P em solução para o interior de agregados ou de poros de minerais do solo e, ou, a oclusão do P-lábil (P não-ocluso) anteriormente adsorvido, pela deposição de minerais secundários sobre esta superfície de adsorção. Segundo Barrow e Debnath (2014), embora se apliquem quantidades enormes de P nos solos agrícolas no mundo, pouco se sabe sobre a manutenção do suprimento deste nutriente para as plantas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a possível renovação do poder adsorativo de P de um Latossolo, submetido a diferentes doses de P em diferentes tempos de contato com o solo.

Para isto, foram coletadas amostras nas profundidades 0 a 20 e 20 a 40 cm de um LATOSSOLO VERMELHO em Patos de Minas, em local sob mata natural. A composição mineralógica dos solos foi determinada por difração de raios x (DRX). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 4 doses de P x 4 tempos de incubação x 2 solos, com três repetições. As doses de P total utilizadas foram 0, 250, 750 e 2250 mg dm<sup>-3</sup> na forma de fosfato monoamônico (MAP). A fonte foi solubilizada em 90 mL de água destilada e, posteriormente, adicionada aos solos e homogeneizado. Foi obtido o peso individual de cada amostra com o objetivo de manter a umidade sempre próxima a CC. As amostras foram incubadas, em triplicata, por 5, 30, 60 e 90 dias. Depois do período de incubação, as amostras foram secas em ambiente controlado à 35 °C por cinco dias. Os solos foram novamente tamizados em peneira com malha de 2 mm, e posteriormente homogeneizados. Subamostras de cada tratamento foram submetidas às análises de P remanescente (P-rem), e P disponível pelos extratores Mehlich-1 (M-1), Mehlich-3 (M-3) e Resina aniônica (RA). Os resultados foram submetidos à análise de regressão.

Os difratogramas de raios X dos solos das camadas 0-20 e 20-40 cm apresentaram perfil característico dos Latossolos, com presença de minerais como a hematita, gibbsita, goethita e caulinita. A predominância, quantidade e qualidade desses minerais de argila são fatores importantes a serem considerados na avaliação do fenômeno de adsorção de P (NETO et al., 2009) e de seu impacto na disponibilidade de P para as plantas (NOVAIS; SMYTH, 1999). Em condições tropicais, principalmente os óxihidróxidos de Fe e Al, e a caulinita são os principais responsáveis pela adsorção de P. Nessas condições, solos de textura argilosa são caracterizados por apresentarem uma maior adsorção, sendo que a intensidade e magnitude da adsorção, podem influenciar, quanto ao caráter fonte ou dreno de P dos solos para as plantas.

Os teores de P obtidos por M-1, M-3 e RA indicaram que, para as doses 250, 750 e 2250 mg dm<sup>-3</sup>, os teores de P diminuíram, de modo geral, com o aumento do tempo de contato da fonte de P com os



solos. Analisando individualmente as doses de P aplicadas e os diferentes tempos de contato, é possível observar, por meio da análise de regressão, influência do tempo nos teores de P disponível obtidos pelos diferentes extratores utilizados. Como já comentado, esses valores tendem a diminuir com o aumento do tempo de contato para a maioria dos casos; porém, para os tratamentos em que não houve aplicação da fonte de P, o tempo não influenciou significativamente os teores de P, conforme esperado. De acordo com Fernández R. et al. (2008), os minerais do solo, principalmente goethita e gibbsita, influenciam diretamente no desenvolvimento de formas não-lábeis de P. O P associado a esses minerais pode se tornar ocluso, no interior dos argilominerais (GUSTAFSSON et al., 2012). Barrow (1974) presumiu que, ao adubar os solos com fertilizantes fosfatados, existe uma reação rápida, em que ocorre a adsorção inicial de P, seguida por uma reação adsorptiva lenta, que pode diminuir a eficiência da adubação fosfatada ao longo do tempo. Essa etapa de adsorção mais lenta é dependente do tempo e caracterizada por uma difusão de P para o interior de agregados, de poros e imperfeições cristalográficas, tornando o P indisponível às plantas. Para Novais e Smyth (1999), esse processo pode ser descrito como um provável envelhecimento do P nos solos argilosos.

Os valores de P-rem do solo da camada 0 a 20 cm apresentaram alteração significativa com o tempo apenas para a dose de 2250 mg dm<sup>-3</sup>. Nos solos da camada 20 a 40 cm, houve significância para as doses 250, 750 e 2250 mg dm<sup>-3</sup> nos diferentes períodos de contato. O aumento médio dos valores de P-rem para os solos das duas camadas, de 8,30 para 33,78 com o aumento da dose de P de 0 para 2250 mg dm<sup>-3</sup>, indica a saturação do poder de adsorção dos solos. Por outro lado, para essa maior dose de P, a diminuição do valor médio dos valores de P-rem de 40,65 para 29,09 com o aumento do tempo de contato de 5 para 90 dias indica a renovação do poder de adsorção de P pelos solos. A diminuição do P-rem com o aumento do tempo de equilíbrio do solo com a fonte de P é indicação do aumento dos valores do PTF ou da CMAP do solo, como observado na literatura (FERNÁNDEZ et al., 2008). O aumento desse valor implica maior demanda de P para o crescimento e desenvolvimento de plantas. Em outras palavras, uma renovação do poder de adsorção de P pelo solo.

## Referências

- BARROW, N.J. The slow reactions between soil and anions. I. Effects of soil, temperature and water content of a soil on the decrease in effectiveness of phosphate for plant growth. **Soil Science**, v.118, p.380-385, 1974.
- BARROW, N.J.; DEBNATH, A. Effect of phosphate status on the sorption and desorption properties of some soils of northern India. **Plant and Soil**, v.378, p.383-395, 2014.
- FERNÁNDEZ, R. I.E.; NOVAIS, R.F.; NUNES, F.N.; KER, J.C. Reversibilidade de fósforo não-lábil em solos submetidos à redução microbiana e química. II - Extrações sucessivas do fósforo pela resina de troca aniônica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2319-2330, 2008.
- GUSTAFSSON, J.P.; MWAMILA, L.B.; KERGOAT, K. The pH dependence of phosphate sorption and desorption in Swedish agricultural soils. **Geoderma**, v.189-190, p.304-311, 2012.
- NETO, D.E.S.; OLIVEIRA, A.C.de; FREIRE, F.J.; FREIRE, M.B.G.S.; NASCIMENTO, C.W.A.; ROCHA, A.T. Extração de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar e suas relações com a capacidade tampão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.840-848, 2009.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. 1ed. Viçosa: UFV, DPS; 1999.

## MANGANÊS NA SOLUÇÃO E NA FASE SÓLIDA DE ARGISSOLO EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE TANGERINAS

Fernanda Canez-Marcon<sup>1</sup>, Egon José Meurer<sup>1</sup>, Carlos Alberto Bissani<sup>1</sup>, Liane Bianchin<sup>2</sup>,  
Tamara Kubiszewski<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Doutoranda, Porto Alegre - RS, [fernandacanez@gmail.com](mailto:fernandacanez@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Feevale.

**Palavras-chave:** micronutrientes; especiação iônica; fracionamento químico.

Sistemas orgânicos de produção têm, entre outras, a função de manter ou incrementar a fertilidade do solo em longo prazo, além de reciclar resíduos de origem orgânica, reduzindo a utilização de recursos não renováveis. No Brasil, em sistemas de produção orgânica, é permitida a utilização de composto sólido (CS) e biofertilizante líquido (BL), que são produzidos a partir de resíduos de origem animal, vegetal, agroindustrial e industrial, para a adubação do solo. Entretanto, a origem dos resíduos, da qual resulta o adubo orgânico, deve ser considerada na avaliação das dosagens para aplicação ao solo, tendo em vista as variações de natureza química dos compostos orgânicos.

Em um sistema de produção orgânica de tangerinas da cultivar 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa*), Balerini (2016) observou a deficiência de manganês ( $Mn^{2+}$ ) nas folhas de tangerineiras, apesar do aporte massivo desse nutriente ( $88,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ) via adubação orgânica (CS e BL). Ainda que os adubos orgânicos representem fonte importante de nutrientes, a composição química desses fertilizantes, como o alto poder de neutralização e a variedade de elementos químicos, pode alterar a dinâmica dos nutrientes no solo. Dessa forma, assume-se que o pH alcalino e a presença de compostos químicos diversos no solo, promovidos pelo excessivo aporte de adubos orgânicos, favorecem a formação de complexos insolúveis de  $Mn^{2+}$ . O objetivo deste estudo foi determinar as formas deste micronutriente na solução de Argissolo e as frações do solo a que o  $Mn^{2+}$  está associado.

O experimento foi instalado em 2007, em pomar comercial orgânico de tangerineiras, localizado no município de Montenegro - RS. O solo desta área é classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico espessarênico (EMBRAPA, 2013), com boa drenagem, e originado de arenito, com relevo ondulado a forte ondulado.

Foram avaliados três tratamentos de adubação orgânica (cobertura vegetal; adubação com  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de BL +  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de CS, em anos alternados; e  $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de CS, a cada dois anos) em quatro camadas (0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm), além de uma área de referência de mata nativa, onde não foi realizado qualquer tratamento. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e três tratamentos dispostos em faixas.

A obtenção da solução de solo de amostras deformadas foi obtida pelo método de centrifugação rápida (ELKHATIB et al., 1987) e determinados os valores de pH, CE, COD, e os teores de cátions (K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn, Na e Al) e ânions ( $PO_4^{3-}$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$  e  $SO_4^{2-}$ ). Para a estimativa de espécies de  $Mn^{2+}$  presentes na solução do solo, utilizou-se o *software* Visual Minteq versão 3.1 (GUSTAFSSON, 2013). No fracionamento químico determinou-se o  $Mn^{2+}$  ligado às frações solúvel + trocável, a carbonatos, a óxidos, à matéria orgânica e à residual.

A adequação da metodologia utilizada para o fracionamento químico foi testada pela análise de regressão, considerando a relação com os teores totais ( $\pm 15 \%$ ). As análises estatísticas referiram-

se à análise de variância e, quando detectadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), utilizou-se o Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparação das médias. A área de referência não foi incluída na análise estatística, sendo utilizada no comparativo dos tratamentos em relação às condições naturais.

Em todos os tratamentos e profundidades amostradas o pH das soluções foi maior do que o pH das soluções da área de referência, que foram de 6,16 na camada de 0-10 cm e de 5,32 e 5,22 nas camadas de 10-20 e 20-40 cm, respectivamente. Os tratamentos com BL+ CS e somente CS aumentaram o pH da solução a valores maiores ou próximos a 8. O aumento no valor de pH nas áreas que receberam adubos orgânicos é decorrente, principalmente, da presença de materiais alcalinos na composição dos adubos, que resultaram no alto poder de neutralização do CS e BL (25 e 3 %, respectivamente).

A determinação das concentrações de  $Mn^{2+}$  em solução, além de fornecer valores para a estimativa das espécies em solução pelo Minteq, indicaram que a deficiência relatada por Balerini (2016) estava relacionada à baixa concentração de  $Mn^{2+}$  em solução, que variou de 0,05 mg L<sup>-1</sup> a 0,74 mg L<sup>-1</sup> entre tratamentos e profundidades. Na área de referência, a concentração de  $Mn^{2+}$  na solução da amostra coletada a 0-10 cm de profundidade foi de 15,42 mg L<sup>-1</sup>. Possivelmente, a incorporação de adubos orgânicos reduziu a disponibilidade deste elemento na solução do solo dos diferentes tratamentos.

Apesar das concentrações de  $Mn^{2+}$  em solução indicarem a baixa disponibilidade desse micronutriente, a especiação da solução do solo mostrou a tendência desse elemento em permanecer na sua forma livre, sendo essa a forma predominante nos tratamentos e profundidades avaliados (entre 96 a 99 %). Dessa forma, em condições de disponibilidade de  $Mn^{2+}$  na solução do solo, não seria esperada a sua deficiência em plantas.

Pelos resultados do fracionamento químico, a concentração de  $Mn^{2+}$  na fração solúvel + trocável, que representa a fração mais disponível para a absorção pelas plantas, variou de 2,20 a 4,97 mg kg<sup>-1</sup> nos tratamentos com BL+ CS e somente CS e, comparativamente com as quantidades encontradas na área de referência, foi muito baixa em todas as profundidades. Na área de referência encontrou-se até 91,62 mg kg<sup>-1</sup> de  $Mn^{2+}$  nesta fração. Considerando os teores totais de  $Mn^{2+}$  nas camadas superficiais de 366,57 mg kg<sup>-1</sup> e 420,70 mg kg<sup>-1</sup> nos tratamentos com BL+ CS e somente CS, respectivamente, os dados obtidos mostram que a aplicação de adubos orgânicos diminuiu muito a disponibilidade do  $Mn^{2+}$  no solo. Isto se explica pelo aumento do pH do solo (pH > 7) devido a aplicação dos adubos orgânicos que resultaram no aumento das cargas negativas, favorecendo a adsorção do  $Mn^{2+}$ .

A distribuição percentual de  $Mn^{2+}$  nas frações do solo indicou a grande afinidade desse metal a óxidos, à fração residual e a carbonatos. A interação principal de  $Mn^{2+}$  foi observada com a fração óxidos em todos os tratamentos e profundidades, correspondendo de 41,6 a 90,4 %, especialmente nas camadas subsuperficiais, onde a ligação de  $Mn^{2+}$  a outras frações foi menor. Esses resultados confirmaram o descrito por Moreira et al. (2006), que identificou a maior quantidade de  $Mn^{2+}$  ligado a óxidos em Latossolo.

Os resultados obtidos no tratamento com adubação verde representam o efeito residual do tratamento com CS e BL, visto que estas parcelas receberam, anteriormente da data das observações experimentais, adubos orgânicos. Assim como os valores de pH, com valores próximos a 7,5 nas camadas superficiais, a disponibilidade de  $Mn^{2+}$  e as suas formas no solo apresentaram influência da adubação orgânica.

Os teores de  $Mn^{2+}$  em solução foram baixos e explicam a deficiência desse micronutriente nas plantas. No solo, o  $Mn^{2+}$  foi encontrado, principalmente, em formas insolúveis com óxidos,

carbonatos e complexos altamente estáveis que compõem a fração residual. Estes resultados indicam que o excesso da aplicação de adubos orgânicos pode resultar na indisponibilidade de micronutrientes às plantas.

## Referências

BALERINI, F. et al. Atributos químicos e elementos-traço no perfil do solo de pomar de tangerineiras sob adubação orgânica. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 35, 2015, Natal. Anais... Natal, 2015.

ELKHATIB, E. A.; HERN, J. L.; STALEY, T. E. A rapid centrifugation method for obtaining soil solution. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 51, p. 578-582, 1987.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

GUSTAFSSON, J. P. **Visual Minteq ver. 3.0/3.1. 21/12/2013**. Disponível em: < <http://vminteq.lwr.kth.se/>> . Acesso em: 11 dez. 2015.

MOREIRA, S. G. Formas químicas, disponibilidade de manganês e produtividade de soja em solos sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 121-136, 2006.

## NUTRIÇÃO POTÁSSICA EM TOMATEIRO ITALIANO, FERTIRRIGADO, EM VASOS CONTENDO AREIA

Marita Di Loreto y Sampaio<sup>1</sup>, Mônica Mariana Jorge Fratoni<sup>1</sup>, Luiz Henrique Campos de Almeida<sup>1</sup>, Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi<sup>2</sup>, Hideaki Wilson Takahashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Douroranda, Londrina - PR, *marita\_diloreto@hotmail.com*;

<sup>2</sup>Centro Universitário Filadélfia.

**Palavras-chave:** tomate italiano; adubação com potássio; fertirrigação.

Dentre as hortaliças mais produzidas no Brasil está o tomate, que enfrenta alguns problemas externos de cultivo, como seca, excesso de chuva, pragas e doenças. O cultivo protegido se mostra uma boa alternativa para o produtor, permitindo-o fornecer produtos in natura de boa qualidade durante todo o ano, ter menores perdas causadas pelas adversidades climáticas e ambientais, e otimização do uso de insumos (GENÚNCIO et al., 2010). O cultivo contínuo do solo no mesmo local ocasiona o surgimento de problemas fitossanitários, ambientais e nutricionais. Uma maneira de reduzir esses problemas é o cultivo em vaso em substratos, com o uso da fertirrigação (IANCKIEVICZ et al., 2013). Para o manejo adequado do estado nutricional das plantas é fundamental para o aumento da produtividade. Dos nutrientes aplicados, o potássio (K) tem uma atribuição diferenciada, devido ser o mais exigido pela cultura e por desempenhar diversas funções nas plantas, tendo atuação direta na fotossíntese.

Até o momento, não há estudos que esclareçam qual é a dose adequada de K fertirrigado, em vasos contendo areia, sendo que uma dose elevada pode acarretar em lixiviação desse elemento e deficiência de demais nutrientes. Com vista nisso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de doses de K aplicado via fertirrigação em vasos contendo areia, a partir da fase reprodutiva, sobre o teor de nutrientes nas folhas, caules e frutos do tomateiro variedade Pizzadoro.

O experimento foi realizado em casa de vegetação, do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, estado do Paraná, entre o período de março a dezembro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco doses de K (60, 120, 180, 240 e 300 mg dm<sup>-3</sup>) e 10 repetições, totalizando 50 vasos, contendo uma planta em cada, e 10 blocos, com 0,30 m entre plantas e 0,60 m entre linhas. A fertirrigação foi realizada por gotejamento, em vasos plásticos com 9 L de capacidade, utilizando areia de granulometria grossa como substrato. Utilizou-se mudas de tomate tipo italiano variedade híbrida Pizzadoro (Nunhems®) que foram transplantadas para os vasos com, aproximadamente, 0,20 m de altura.

Inicialmente, 15 dias após transplantio (DAT), as plantas receberam solução nutritiva (mg dm<sup>-3</sup>), baseado em Sarruge (1975), na concentração de 70 %: MAP (0,2 g L<sup>-1</sup>); Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (0,8 g L<sup>-1</sup>); CaCl<sub>2</sub> (0,3 g L<sup>-1</sup>); MgSO<sub>4</sub> (0,3 g L<sup>-1</sup>) e KNO<sub>3</sub> (0,4 g L<sup>-1</sup>). Os micronutrientes foram fornecidos por meio de Rexolin BRA® 25 mg L<sup>-1</sup> e Rexolin M48® com a solução de trabalho de 0,9 mL L<sup>-1</sup>, complementando o teor de Fe, para se adaptar à solução salina e, após esse período, foi utilizada a solução na concentração de 100 %. As doses de K foram aplicadas após a abertura das primeiras flores, aos 29 DAT. As plantas foram tutoradas conduzidas até o 3º cacho.

A folha índice (imediatamente acima do 2º cacho) de cada planta foi coletada aos 93 dias após transplantio (DAT), para avaliar as condições nutricionais da cultura. O controle fitossanitário foi realizado conforme recomendações para a cultura.

Os frutos foram coletados aos 88, 96, 108, 118 e 124 DAT. Todos os tecidos coletados, incluindo os frutos, foram colocados na estufa de circulação de ar forçada a 55 °C até atingirem massa constante. Após a secagem, o material foi triturado para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn das folhas e dos frutos, segundo Malavolta et al. (1997). Foi avaliada também a produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão a 5 % de probabilidade.

A dose onde a MSTCaule se destacou foi 240 mg dm<sup>-3</sup> de K, com 36,18 g planta<sup>-1</sup> e, após, na dose 120 mg dm<sup>-3</sup> de K, com 30,42 g planta<sup>-1</sup>. Genúncio et al. (2009), trabalhando com doses de K (150, 200 e 250 kg ha<sup>-1</sup>) avaliando o crescimento do tomateiro em condições de campo em dois estádios de avaliação (floração e formação do fruto do 1º cacho) encontraram resultados que variaram entre 9,4 a 10,2 g planta<sup>-1</sup>, não ocorrendo diferença significativa entre as mesmas, discordando do presente trabalho, onde houve diferença, como também valores maiores encontrados em decorrência das doses de K.

Na MSTFruto foi possível verificar significância devido as doses de K, onde foram encontrados valores que variaram de 37,85 g planta<sup>-1</sup> na menor dose de K (60 mg dm<sup>-3</sup>) a 61,68 g planta<sup>-1</sup> na maior dose (300 mg dm<sup>-3</sup>), discordando novamente dos valores encontrados por Genúncio et al. (2009), que foram 1,61 a 2,85 g planta<sup>-1</sup>. Essas diferenças, provavelmente, devem-se ao fato dos cultivos de ambos os trabalhos serem distintos e a variedade ser diferente.

Conforme o aumento das doses, maior foi o °Bx observado, mostrando que o K influencia diretamente no metabolismo do açúcar dentro dos frutos. Os valores variaram de 4,12 a 4,65 °Bx, conforme o aumento das doses. O aumento de °Bx, que está relacionado com a quantidade de açúcares e consequentemente ao sabor dos frutos, confere maior qualidade ao produto (IANCKIEVICZ et al., 2013). Valores entre 4,0 e 6,0 °Bx são geralmente encontrados em cultivares de tomateiro, mas estes padrões podem sofrer variações em virtude do comportamento fisiológico da cultivar, do estádio de maturação do fruto ou da estação do ano. Frutos de tomateiro considerados adequados quanto ao uso devem apresentar sólidos solúveis totais acima de 4,0 °Bx.

Quanto a produtividade, o maior valor encontrado foi alcançado na dose 300 mg dm<sup>-3</sup> de K, com 80,01 t ha<sup>-1</sup>, concordando com Sara Mejía et al. (2007) que também observaram incremento na produção de massa fresca de acordo com o aumento da concentração de nutrientes. A produtividade, em função das doses de K na solução nutritiva, aumentou até a dose 180 mg dm<sup>-3</sup> de K, chegando a 76,23 t ha<sup>-1</sup>. Nas doses posteriores (240 e 300 mg dm<sup>-3</sup>) o efeito foi menos evidente, decaindo para 71,54 t ha<sup>-1</sup> e voltando a subir para 80,01 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

O nutriente K nos frutos do tomateiro aumentou conforme as doses. Além disso, apresentou mais que o dobro da concentração do N, variando de 19,28 a 27,6 g kg<sup>-1</sup>. Já o K variou entre 35,57 a 74,62 g kg<sup>-1</sup>. Observou-se também que na maior dose de K (300 mg dm<sup>-3</sup>), menor foi a concentração do Ca nos frutos, variando de 1,43 g kg<sup>-1</sup> a 1,09 g kg<sup>-1</sup>, embora não tenha ocorrido diferença significativa em decorrência das doses.

Os teores de K, Ca, Cu, Fe e Mn na folha índice (FI) apresentaram efeito significativo para as doses de K.

Desta forma, conclui-se que a adubação potássica influencia significativamente na MSTCaule, MSTFruto, °Bx e a produtividade. O nutriente K nos frutos sofreu influência significativa, devido as doses de K, favorecendo o seu aumento neste órgão. Na folha índice, os nutrientes K, Cu, Fe e Mn tiveram também um aumento, em decorrência da adubação potássica. Já o Ca, embora significativo, teve uma redução em seu teor.



## Referências

GENÚNCIO, G. C. **Crescimento e Produção do Tomateiro em Sistemas de Cultivo a Campo, Hidropônico e Fertirrigado, sob Diferentes Doses de Nitrogênio e Potássio**. Tese (doutorado em Agronomia).

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. 131 f.

GENÚNCIO G.C.; SILVA R.A.C.; SÁ N.M.; ZONTA E.; ARAÚJO A.P. Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 28, p. 446-452. 2010.

IANCKIEVICZ, A., TAKAHASHI, H.W., FREGONEZI, G.A.F., RODINI, F.K. Produção e desenvolvimento da cultura de *Physalis L.* submetida a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p.438-444, 2013.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, ed. Potafós, 1997.

SARA MEJÍA, M.T., EDGAR, I., ESTRADA, S., FRANCO, P.M. Respuesta Del tomate chonto cultivar Unapal Maravilla, a diferentes concentraciones de nutrientes. **Acta Agronómica** (Colômbia), v.56, n.2, p.75-83, 2007.

SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, v.1, p. 231-233, 1975.



## COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO

Ubiratan Oliveira Souza<sup>1</sup>, Leandro Gonçalves dos Santos<sup>1</sup>, Renan Thiago Carneiro Nunes<sup>2</sup>,  
Arlete da Silva Bandeira<sup>2</sup>, Rogério Peres Soratto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Professor, Bom Jesus da Lapa - BA, [ubiratan.agr@gmail.com](mailto:ubiratan.agr@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia;

<sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*; fertilidade do solo; produção vegetal.

O feijão-caupi é caracterizado por sua rusticidade e adaptabilidade, fatores que possibilitam o seu desenvolvimento em condições de estresse comuns nas regiões semi-áridas, no entanto, trata-se de uma planta bastante responsiva ao emprego de tecnologia e manejo.

Fatores como a restrição hídrica e nutricional são comumente verificados em lavouras de pequeno porte na região semi-árida, no entanto, pequenas mudanças no manejo da cultura como, por exemplo, o uso de fertilizantes pode cooperar para elevar a produtividade nesta região.

A importância do fósforo (P) para os vegetais está relacionada à sua participação ativa em diversos processos metabólicos, constituindo estruturas moleculares de ácidos nucleicos, fosfolipídios, adenosina trifosfato, dentre outros, constituindo-se como elemento chave de vias metabólicas e reações bioquímicas. Considerando a baixa disponibilidade de P nos solos brasileiros, a prática de adubação assume papel relevante para o estabelecimento e manutenção da lavoura (CECATO et al., 2008; TIRITAN et al., 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de produção do feijão-caupi cultivado com diferentes doses de P.

O experimento foi conduzido num LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, classe textural franco-argilo-arenosa, no campo experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Vitória da Conquista. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de P: 0; 60; 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de super fosfato triplo, aplicado no fundo do sulco de semeadura. As parcelas possuíam dimensões de 15 m<sup>2</sup> (3 m x 5 m), apresentando espaçamento de 0,6 m entre linhas e 0,125 m entre plantas, utilizando a cultivar BRS Xiquexique, caracterizada pelo hábito de crescimento semi-prostrado, ciclo vegetativo de 65 - 75 e tegumento branco. O cultivo foi desenvolvido em sequeiro, havendo irrigação suplementar somente no desenvolvimento inicial das plantas, até a expansão da primeira folha trifoliolada e estabelecimento do estande de plantas.

O final do ciclo ocorreu aos 98 dias após semeadura, quando foram colhidas dez plantas na área útil das parcelas para quantificar as características: número de vagem por planta, número de grão por vagem, comprimento de vagem, relação massa de grão / massa de vagem, massa de 100 grãos e a produtividade, para realizar essas observações foram utilizados balança de precisão centesimal e régua graduada em milímetro.

Os dados foram testados quanto à normalidade submetidos à análise de variância ao nível de 5 % e análise de Regressão Polinomial para as doses de P ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando o Programa Estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

Conforme os resultados obtidos pela análise estatística, os tratamentos empregados neste estudo não apresentaram efeito significativo para as variáveis comprimento de vagem e peso de 100 grãos.

O número de vagens por planta foi incrementado à medida que se elevavam as doses de P. O efeito linear apresentado por esta variável indica que o uso de doses maiores de P pode contribuir para produção de um número maior de vagens por planta. Considerando o efeito da maior dose aplicada, comparada ao tratamento sem aplicação de P, o incremento gerado foi de 52,9 %. Resultados encontrados por Zucareli et al. (2006), em estudos com o feijoeiro comum, corroboram com estes resultados, ao afirmar que maiores doses de P promovem maior número de vagem por planta.

O efeito do P sobre a variável número de grãos por vagem, gerou incremento de 1,2 grão por vagem, este valor representa aumento de 9,5 %. Considerando que o número de vagem por planta e número de grão por vagem são os fatores que mais influenciam na produtividade, o acréscimo alcançado com a aplicação das doses de P pode representar considerável aumento no rendimento da cultura.

Trabalhando com diferentes cultivares de feijão-caupi, Matoso et al. (2013), verificaram maior número de grãos por vagem para a mesma cultivar deste estudo.

O efeito linear verificado no percentual de massa de grão em relação à vagem revela a influência exercida pela adubação fosfatada sobre esta variável, proporcionando um discreto incremento de 4,1 % nesta relação. A demanda energética durante a fase de formação e enchimento de vagem é bastante elevada, podendo ser comprometida caso haja uma restrição no fornecimento de P. Semelhantemente, a disponibilidade de P em formas absorvíveis pode contribuir para maior aporte de energia para a planta na fase de enchimento das vagens, possibilitando maior desenvolvimento dos grãos.

A produtividade foi afetada pela adubação fosfatada, com efeito polinomial quadrático, alcançando expressivos incrementos com a elevação das doses. O máximo rendimento foi alcançado com a aplicação de 145,9 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, que gerou produção de 2.728,4 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, elevando a produção em 145,7 % referente ao tratamento controle. Conforme os resultados obtidos, verifica-se que a cada 1 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicados houve um acréscimo de 11,1 kg ha<sup>-1</sup> na produção de grãos.

Aliados a adubação fosfatada, fatores ambientais como disponibilidade e distribuição de água dentro da exigência da cultura, bem como temperatura dentro da faixa reconhecida como a ideal durante o seu ciclo, possibilitou o desenvolvimento vegetativo favorável para uma produção expressiva.

O número de vagem por planta e de grão por vagem são incrementados com a aplicação de P no solo.

A produtividade do feijão-caupi cultivar BRS Xiquexique é maior com a adição de P no solo.

## Referências

CECATO, U.; SKROBOT, V.D.; FAKIR, G.R.; BRANCO, A.F.; GALBEIRO, S.; GOMES, J.A.N. Perfilamento e características estruturais do capim-Mombaça, adubado com fontes de fósforo, em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, n.1, p.1-7, 2008.

FERREIRA, D.F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000, 66 p.

MATOSO, A. de O.; SORATTO, R.P.; CECCON, G.; FIGUEIREDO, P.G.; NETO NETO, A.L. Desempenho agrônomo de feijão-caupi e milho semeados em faixas na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.7, p.722-730, 2013.

- TIRITAN, C.S.; SANTOS, D.H.; BORDINI, R.A.; FOLONI, J.S.S.; ONISHI, R.Y. Produção de matéria seca de milho em função da adubação fosfatada mineral e organomineral. **Colloquium Agrariae**, v.6, n.1, p.1-7, 2010.
- ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E.U.; BARREIRO, A.P.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.09-15, 2006.

## EFFECTS OF BIOCHAR ON THE PROPERTIES OF AN OXISOL AND THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF BLACK BEAN

Sabrina Magloire, Ivan Granemann de Souza Junior, Antonio Carlos Saraiva da Costa

Universidade Estadual de Maringá, Mestranda, Maringá - PR, [magloiresabrina@yahoo.fr](mailto:magloiresabrina@yahoo.fr).

**Palavras-chave:** biochar; organic compost; soil fertility.

The maintenance of soil fertility and quality and respond to the food security is a global concern in agriculture. The loss of carbon is presented as a soil degradation factor especially in tropical countries that, besides the possible inappropriate agricultural practices (anthropogenic), presents climate feature favoring fast mineralization of soil organic matter, important for soil productivity and plants yield. But, for some soils like acid soils, development of culture is naturally difficult.

The black soils of the Amazonian rainforest, named "Terras Pretas de Índios (TPI)" are considered the model of fertile soils ever, particularly in Brazil where the principal soil, oxisol, is inadequate for cultures without lime application. The TPI represent more than 10 % of the Amazonian rainforest. In the objective to extend the amount of fertile soils by increasing the acid soil productivity, the researchers in Brazil came with the organic matter which benefits could persist in long term as TPI do: "biochar". Biochar is a coal made of vegetal and/or animal wastes pyrolysed at about 300 °C to 1000 °C. This term is used when the coal is produced to be conditioner of soil, providing nutrients, carbon and other elements for the soil quality and acting in physical properties such as density, porosity.

The pyrolysis occurred in the absence or low presence of oxygen which favorites a lower rate of ash. This work aims to evaluate the effects of biochar in the chemical and physical properties of the soil and the agronomic performance of black bean. The biochar has the capacity to improve the soil chemical and physical properties and increase the culture yield. The experiment was realized in a greenhouse at the State University of Maringa in pots of 10 L with a red dystrophic oxisol (LATOSSOLO VERMELHO Distrófico - Typic Hapludox) collected from 0-20 cm depth in the Fazenda Experimental de Iguatemi localized at 550 meters of altitude at coordinates 23° 25' S (latitude) and 51° 57' W (longitude).

The agronomic parameters were studied with the black bean *Phaseolus vulgaris* var. PR-Tuiuiú. A completely randomized design was adopted with six (6) doses (0, 25, 50, 100, 150, 200 t ha<sup>-1</sup>), five (5) replicates and two (2) conditioners (biochar and organic compost). Firstly, the doses of lime, biochar and organic compost were chosen related to the literature and according to the chemical analyzes of the oxisol. Each pot received 5 kg of soil and 22.5 g of lime and was incubated during 30 days. These same pots received 5 doses of biochar or organic compost and were incubated once more for 30 days. Soil samples were then collected for chemical analysis. For homogenizing each treatment for the culture establishment, the 5 replicates of each one were mixed and put back in the corresponded pot and cylinders in metal were placed into each pot for physical analysis at the end of the bean production. The variables studied were the nutrients content and other chemical analysis (pH, P, K, Ca, Mg, C, Fe, Cu, Zn, Cu, Fe, Mn, Na, Al, H+Al), total porosity and density, which were determined according to Embrapa (2011).

A test of seed germination was realized in each pot, twelve grains were sowed using a pattern

with holes in respect of the distance and the sowing depth. Fifteen (15) days after sowing, the plants height was measured; among them, only two plants were left in each pot, the others were cut off above ground, dried at 60 °C during 3 days and weighed. On thirtieth day after sowing, each pot received pesticides "Actara+Pirate" 0.5 ml L<sup>-1</sup> and 50 ml of a solution NPK. The germination rate, the height of plant, the dry weight of one leaf, of stems, of pods, of grains, of roots and the pods number were the considered variables.

The data was submitted for ANAVA with the *software* SISVAR 5.6. Biochar addition did not affect the germination rate of black bean and some other variables of this culture with respect for the lime control treatment, but the doses applied altered the plant height and the dry weight of one plant. These results are not different of some authors. Jay et al. (2015) worked with 2 biochar rates of *Castanea sativa* wood (20 and 50 t ha<sup>-1</sup>) between 1 and 6 mm particle size, this study didn't obtain responses of these doses on the germination rate of barley, strawberry and potato, neither for the total plant dry matter at harvest.

On the other hand, Solaiman et al. (2012) used 5 biochars types only the lower rates of biochar (10 to 50 t ha<sup>-1</sup>) in soil-less petri dish bioassay generally affected the wheat seed germination but doses higher than 50 t ha<sup>-1</sup> decreased or had no effect on this variable; at 100 t ha<sup>-1</sup> of biochar, they registered a decreasing in the germination rate. In all the 10 soils of the second experiment, all the biochars inhibited the seed germination at 100 t ha<sup>-1</sup> but the results at lower rates varies a lot between biochar types and soil types. Moreover, in the third part of this same study, this variation exists among the 3 species that were studied at 10 and 100 t ha<sup>-1</sup>; while all the biochars addition decreased the seed germination of clover, the germination of bean strongly varies with biochar types for mung bean, the wheat seed germination increased at 10 t ha<sup>-1</sup> for some biochars but all the biochars inhibited the seed germination of all the species at 100 t ha<sup>-1</sup>.

Contrarily of these two studies above in which biochar was used monoculture, Van de Voorde et al. (2014) studied the effect of 10 t ha<sup>-1</sup> of 2 biochars made from different temperature (400 °C and 600 °C) in a natural grassland after 4 months. The biochars did not have effects on the total plant productivity but altered significantly the plant community composition. Considering these studies above, we can affirm that biochar is a very complex product; its properties vary with its type, the doses, the soil type and the culture. But, the study realized by Rondon et al. (2007) with biochar made from *Eucalyptus degluta*, the addition of 30, 60 e 90 g kg<sup>-1</sup> of biochar increased the biomass production and the yield of common bean in a clay-loam oxisol but they used rhizobium contrarily to our experiment; with the rhizobium and the presence of biochar, the bean had to mobilize all the soil resources for its benefits, the nitrogen is very important in the growth of this culture.

Besides, the compost affected negatively the seed germination, the height and the dry weight of one leaf, one plant, stems and roots. But, the number of pods, the total grain biomass increase with the compost doses. Even if the compost is a key in the production of cultures due to its content in nutrients rapidly available for these ones, it can be a source of excess of nutrients. Both biochar and the organic compost influence the chemical and physical properties of the oxisol; increased exchangeable bases content and CEC and reduced bulk density, increased total porosity, macroporosity and microporosity linearly. These results are similar for Jay et al. (2015), Rondon et al. (2007), Major et al. (2010) and Hardie et al. (2014).

## References

- EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2a edição revista. 2011. Rio de Janeiro, RJ. 230p.
- HARDIE M., CLOTHIER B., BOUND S., OLIVER G., CLOSE D. Does biochar influence soil physical properties and soil water availability? **Plant Soil**, v.376, p.347-361. 2014.
- JAY C.N., FITZGERALD J. D., HIPPS N.A., ATKINSON C.J. Why short-term biochar application has no yield benefits evidence from three field-grown crops. **Soil Use and Management**, v.31, p.241-250. 2015.
- RONDON, M. A., LEHMANN, J., RAMÍREZ, J., HURTADO, M., 2006. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. **Bio Fertil Soils**. v.43, p.699-708. 2007.
- SOLAIMAN Z. M., MURPHY D. V., ABBOTT L. K. Biochars influence seed germination and early growth of seedlings. **Plant Soil**. v.353, p.273-287. 2012.
- VAN DE VOORDE T. F. J., BEZEMER T. M., GROENIGEN J. W. V., JEFFERY S., MOMMER L. Soil biochar in a nature restoration area : effects on plant productivity and community composition. **Ecological Applications**, v.24, n.5, p.1167-1177, 2014.

## ADUBAÇÃO NITROGENADA SUPLEMENTAR EM SOJA COM PROBLEMAS DE NODULAÇÃO

Gabriel Barth, Juliana Tamie Suyama

<sup>1</sup>Fundação ABC, Coordenador de Pesquisa, Castro - PR, [gabrielbarth@fundacaoabc.org.br](mailto:gabrielbarth@fundacaoabc.org.br).

**Palavras-chave:** *Glycine max*; nitrogênio; *Bradyrhizobium* spp.

A maior parte da demanda de nitrogênio da soja é suprida principalmente pela fixação biológica, por meio da simbiose das plantas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sendo responsável por cerca de 90 % do N fixado de forma natural, o restante da demanda de nitrogênio é suprida pelo solo por meio da mineralização da matéria orgânica. Segundo Hungria et al. (2006), a inoculação da soja com *Bradyrhizobium* é suficiente para a cultura atingir alta produtividade.

Porém em alguns casos, a FBN pode estar suscetível a falhas em função de fatores bióticos como erros no processo de inoculação principalmente em áreas de primeiro cultivo ou fatores abióticos como o déficit ou o excesso hídrico, a baixa fertilidade, acidez do solo, a viabilidade das bactérias, as temperaturas baixas ou elevadas e a competição com estirpes selvagens.

A maior parte do nutriente assimilado pela soja é exportado nos grãos, e de acordo com Maehler et al. (2003), o período de maior demanda ocorre entre os estágios R1 (início do florescimento) e R6 (máximo volume dos grãos), devido a isso, nos últimos anos muitas pesquisas têm sido desenvolvidas avaliando a suplementação mineral de N em alguns estádios reprodutivos.

Com base na importância do nitrogênio para a soja, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de fontes e doses de nitrogênio em cobertura na fase de florescimento na soja com problemas de nodulação para avaliar os parâmetros de rendimento da cultura.

O trabalho foi realizado em área de lavoura comercial, cultivada nos anos anteriores com pastagem para gado de corte, localizada no município de Ibaiti - PR, na safra 2015/2016. De acordo com a Embrapa (2006) o solo do local é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAd). A análise química do solo revelou os seguintes resultados na camada de 0,0 - 0,2 m de profundidade: matéria orgânica = 36,0 g dm<sup>-3</sup>; CTC (pH 7,0) = 97,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V % = 63 %; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,0; P (resina) = 16 mg dm<sup>-3</sup>; K = 3,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 40 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 18 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 36 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e; Al = 1,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

A semeadura foi realizada de forma mecânica em 20/10/2015, com espaçamento de 0,45 m. Utilizou-se o cultivar SYN1163-RR. As sementes foram previamente inoculadas com *Bradyrhizobium*, sendo utilizada o dobro da dose do inoculante líquido e 1 dose com inoculante turfoso. Além do inoculante, as sementes foram tratadas com inseticidas (Fipronil) e fungicida (Benzimidazol e Dimetilditiocarbamato). Foi realizada adubação de base na linha de semeadura, aplicando-se 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 02-30-10 + micro e adubação de cobertura com 100 kg ha<sup>-1</sup> de KCl.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de duas fontes de nitrogênio: ureia (45 % de N) e sulfato de amônio (20 % de N); com 5 doses de N: 0, 60, 120, 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup>. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada na fase de florescimento (R1) da soja, pois somente neste estágio, foi verificada a ausência de nodulação na lavoura.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (p < 0,05), utilizando o SAS. As médias



dos tratamentos envolvendo as fontes de adubo nitrogenado foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância. Para as doses de N foi realizado o estudo de regressão polinomial.

A massa de mil grãos não foi influenciada pela fonte e dose de nitrogênio aplicada na soja com problemas de nodulação, apresentando resultados similares à testemunha, sendo que a média geral ficou em 134,8 g com coeficiente de variação de 4,4 %.

A produtividade de grãos de soja não apresentou interação entre fonte a dose de N, porém apresentou resposta para o aumento da dose de nitrogênio independente da fonte de nitrogênio utilizada com coeficiente de variação 9,5 %.

As doses de N apresentaram regressão quadrática significativa para produtividade de grãos de soja. Por meio da equação  $y = 0,045x^2 + 19,439x + 2164,9$  ( $R^2 = 0,83$ ) verifica-se que a dose de 216 kg de N  $ha^{-1}$  foi a que proporcionou a maior produtividade de grãos, sendo essa de 4564 kg  $ha^{-1}$ . Considerando o custo do adubo nitrogenado como sendo R\$ 3,05 kg de N da ureia e R\$ 4,88 kg de N do sulfato de amônio, a dose de máxima eficiência econômica seria de 182 kg  $ha^{-1}$  de ureia e 162 kg  $ha^{-1}$  de sulfato de amônio.

Mendes et al. (2008) estudando a adubação suplementar tardia com nitrogênio na soja observou que em LVA sob plantio direto, a análise conjunta de 6 safras, os tratamentos com 50 kg  $ha^{-1}$  de N, na forma de sulfato de amônio aplicados em R5, apresentaram rendimentos superiores aos do tratamento apenas com inoculação. Novo et al. (1999) verificaram que o processo simbiótico da soja cultivada no inverno ameno, em determinadas regiões do Brasil, apresentou-se limitado, por causa das temperaturas mais baixas, que prejudicaram o pleno funcionamento dos rizóbios. Nesse caso, a aplicação de nitrogênio em cobertura, na forma de ureia, contribuiu positivamente para o incremento de produtividade da soja. O mesmo resultado não foi verificado por Bahry et al. (2013), em que a aplicação de ureia em cobertura, na fase reprodutiva da soja cultivada no verão, não teve efeito positivo sobre a produtividade nem sobre qualquer componente de rendimento.

Em área com baixa nodulação, a adubação nitrogenada na fase de florescimento aumentou a produtividade de grãos de soja até a dose de 216 kg de N  $ha^{-1}$ . Os autores ressaltam que a aplicação de N em soja só deve ser realizada em casos extremos como o que ocorreu neste caso. Na quase totalidade da cultura da região a nodulação via FBN ocorre normalmente e supre a demanda de N da cultura.

## Referências

- BAHRY, C.A.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; FIN, S.S.; ZIMMER, P.D.; SOUZA, V.Q. DE; CARON, B.O. Aplicação de ureia na fase reprodutiva da soja e seu efeito sobre os caracteres agronômicos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, n. 7, p.9-14, 2013.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C.; GRAHAM, P.H. Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in South America. In: SINGH, R.P.; SHANKAR, N.; JAIWAL, P.K. (Eds.) **Nitrogen nutrition and sustainable plant productivity**. Houston, Studium. p. 43-93, 2006.
- MAEHLER, A. R.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; RAMBO, L. Qualidade de grãos de duas cultivares de soja em função da disponibilidade de água no solo e arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 213-218, 2003.
- MENDES, I. de C.; REIS JUNIOR, R.B. de; HUNGRIA, M.; SOUSA, D.M.G. de; CAMPO, R.J.C. Late supplemental nitrogen fertilization on soybean cropped in Cerrado Oxisols. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 43, p. 1053-1060, 2008.

NOVO, M. C. S. S.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; BORTOLETTO, N.; GALLO, P. B.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; VARGAS, A. A. T. Nitrogênio e potássio na fixação simbiótica de  $N_2$  por soja cultivada no inverno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, 1999.

## TEORES DE NUTRIENTES EM MILHO SEMEADO EM RESÍDUO DE ALFAFA EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Joice Mari Assmann<sup>1</sup>, Alceu Luiz Assmann<sup>1</sup>, Wilson Henrique Tatto<sup>2</sup>, Tangriani Simioni Assmann<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Analista em Ciência e Tecnologia, Pato Branco - PR, [joiceassmann@iapar.br](mailto:joiceassmann@iapar.br); <sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**Palavras-chave:** fixação simbiótica; *Medicago sativa*; nitrogênio.

Por ser uma cultura de alta produtividade, o milho requer grandes quantidades de adubação nitrogenada, sendo imprescindível a busca de estratégias de aplicação e ciclagem de nitrogênio (N). O N é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo milho e o que mais influencia a produtividade de grãos (CANTARELLA; DUARTE, 2004). Desta forma, o uso de leguminosas em sistemas integrados de produção é uma alternativa para os produtores, diminuirmos o uso de fertilizantes sintéticos. As leguminosas destacam-se por formar associações simbióticas com bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> e sua baixa relação C/N, aliada à grande presença de compostos solúveis, favorece a rápida decomposição e mineralização, com expressivo aporte de N ao sistema solo-planta (PERIN et al., 2004), bem como a liberação dos demais nutrientes pela sua decomposição.

Desta forma, a rotação com milho-alfafa pode ser o um dos caminhos para um futuro mais sustentável, sendo que a alfafa apresenta um potencial de aumentar a produtividade do milho e reduzir a necessidade de fertilizantes nitrogenados (YOSTE et al., 2012). O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores nutricionais, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em folhas e grãos de milho cultivado sob resíduo de plantas de alfafa em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto.

O experimento foi instalado no verão de 2013 na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, localizada em Pato Branco – PR. O solo do local é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico. A semeadura da alfafa (*Medicago sativa* L), cv. Crioula, foi realizada no dia 27 de setembro de 2010, em sistema de plantio direto. Durante os anos de 2010 a 2013 esta área foi O manejo manejada com cortes (produção de feno), quando as plantas atingiam 10 % do florescimento.

Em setembro de 2013, sobre o resíduo de alfafa (1600,2 kg ha<sup>-1</sup>), realizou-se a semeadura da cultura do milho em sistema de plantio direto, utilizando-se o híbrido Pionner 30F53YH, com adubação de base de 90 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 de K<sub>2</sub>O. Para a implantação das parcelas com alfafa dessecada aplicou-se, antes do plantio, o herbicida glyphosate, na dosagem de 450 mL em 20 L de água. Já, nas parcelas com alfafa não dessecada, roçou-se e retirou-se o material do local. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas de dois tipos de resíduos de alfafa (dessecada ou não dessecada) e as sub parcelas com doses crescentes de nitrogênio (0, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup>), aplicadas em cobertura na cultura de milho.

A coleta de tecido foliar para a análise química de nutrientes foi efetuada no estágio de pleno florescimento, coletando-se a folha oposta e abaixo da inserção da espiga principal de cada planta. Para determinação do teor de nutrientes dos grãos e das folhas, estes foram triturados em moinho tipo facas e peneirados em malha de 2 mm. Em seguida, as amostras de folhas e grãos foram conduzidas para a análise química, para determinação dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, segundo Silva (2009).

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância. Quando os resultados revelaram significância a 5 % de probabilidade, as médias do fator qualitativo (dessecada ou não

dessecada) foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. Para o fator quantitativo (dose de N), foram ajustadas regressões polinomiais entre os níveis de N (variável independente) e as demais variáveis dependentes buscando-se o modelo que melhor expressasse essa relação.

Observou-se influência das doses de N nas concentrações de N foliar do milho. À medida que se aplicaram as doses de adubação nitrogenada houve aumento linear nos teores de N foliar, sendo este comportamento representado pela seguinte equação:  $N \text{ foliar} = 25,5052 + 0,0158 \cdot X$   $P = 0,0495$   $R^2 = 0,90$ . Araújo et al. (2004), usando doses de N de 0, 60, 120, 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup>, também observaram aumento linear no teor de N foliar do milho. Para o restante dos nutrientes P, K, Ca e Mg não se observou efeito significativo nem das doses de N nem dos manejos utilizados, apresentando teores médios de 2,41; 26,49; 4,14 e 3,07 g kg<sup>-1</sup> para P, K, Ca e Mg, respectivamente.

Contatou-se que os grãos de milho cultivados sobre alfafa não dessecada apresentaram teores maiores de K (22,83 g kg<sup>-1</sup>), e onde a alfafa foi dessecada um teor menor de 22,09 g kg<sup>-1</sup> de K nos grãos. Observou-se influência das doses de N para os teores de N nos grãos de milho, representado pela equação linear:  $N \text{ grãos} = 23,12 + 0,0089 \cdot X$   $R^2 = 0,82$ . Os teores de P, Ca e Mg nos grãos não foram influenciados pelos tratamentos, doses de N nem pelo manejo, apresentando teores médios de 2,90; 2,12 e 2,55 g kg<sup>-1</sup> para P, Ca e Mg, respectivamente.

Assim, conclui-se que o milho cultivado sob alfafa dessecada e não dessecada não influenciou nos nutrientes foliares, somente afetou o teor de K nos grãos. A aplicação de N na cultura do milho independente do manejo utilizado na alfafa proporcionou aumento na concentração de N foliar e N nos grãos.

## Referências

ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesq. Agrop. Bras.** v.39, n.8, p.771-777, 2004.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Eds.). **Tecnologia de produção de milho**. Viçosa: UFV, 2004. p. 139-182.

PERIN, A. et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesq. Agrop. Bras.** v. 39, n.1, p. 35-40, 2004.

SILVA, F. C. da (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

YOST, M. A.; RUSSELLE, M. P. and COULTER, J. A. Nitrogen Requirements of First-Year Corn following Alfalfa Were Not Altered by Fall-Applied Manure. **Agron. J.** n.105, p.1061-1069, 2013.

## MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA E ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLOS PARANAENSES

Ivan Granemann de Souza Junior<sup>1</sup>, João Paulo Trevizan Baú<sup>2</sup>, Dimas Augusto Morozin Zaia<sup>2</sup>,  
Antonio Carlos Saraiva da Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Engenheiro Agrônomo, Maringá - PR, *ivangsjunior@gmail.com*;

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina.

**Palavras-chave:** CTC; fração argila; óxidos de ferro.

O Estado do Paraná ocupa uma posição de destaque no agronegócio brasileiro. Esse fato está relacionado, entre outros fatores, ao elevado potencial produtivo dos solos. Nessa região, destaca-se a ocorrência dos Latossolos, que ocupam acima de 30 % da cobertura pedológica do estado, perfazendo uma área superior a 61.000 km<sup>2</sup>. Os Latossolos paranaenses podem ser enquadrados no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013) em três subordens: Brunos, Vermelhos e Vermelho-Amarelos.

De forma geral, os Latossolos, quando comparados aos outros solos, onde geralmente ocorrem associados, encontram-se em estágios avançados de intemperismo. Devido a intensa lixiviação, apresentam argilas de baixa atividade, acúmulo de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio. Dessa forma, a mineralogia da fração argila é composta por poucas espécies minerais, que é dominada pela caulinita, pelos óxidos de ferro, de alumínio, de titânio e pelos argilominerais do tipo 2:1. As variações nas diferentes proporções desses minerais são condicionadas por alguns fatores, como material de origem, clima, intensidade de intemperismo e as condições de drenagem, que refletem diretamente no comportamento natural desses solos. Assim, o conhecimento da sua mineralogia e de seus atributos químicos é fundamental para melhor utilização.

Com o objetivo de avaliar os atributos químicos e a composição mineralógica de Latossolos paranaenses, foram coletadas amostras dos horizontes A e Bw de 17 Latossolos, pertencentes às três subordens, localizados nas diferentes regiões edafoclimáticas do estado.

Os atributos químicos da terra fina seca ao ar dos solos (TFSA) foram determinados conforme metodologias descritas pela Embrapa (1997). Após o fracionamento para separação da fração argila, seguida da remoção seletiva dos óxidos de ferro pelo tratamento com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (MEHRA; JACKSON, 1960), efetuou-se a identificação e a quantificação da caulinita, gibbsita e dos argilominerais do tipo 2:1 por difratometria de raios-X e pela análise térmica. Os óxidos de ferro presentes na fração argila foram identificados e quantificados por difratometria de raios-X após serem concentrados pela dissolução seletiva da caulinita, gibbsita e dos aluminossilicatos de baixa cristalinidade com NaOH 5 mol L<sup>-1</sup> fervente (KÄMPF; SCHWERTMANN, 1982).

As grandes variações nas condições de formação dos solos refletiram diretamente nos atributos físicos, químicos e na mineralogia da fração argila, que variou de 150 a 800 g kg<sup>-1</sup> no horizonte Bw.

Os solos apresentaram valores de reação de pH-H<sub>2</sub>O variando desde extremamente ácida (4,0) à praticamente neutra (6,8). Os valores de pHKCl variaram de 3,9 a 6,2 e foram sempre maiores que os valores de pH-H<sub>2</sub>O, indicando o predomínio de cargas líquidas superficiais negativas, exceto para o horizonte Bw do Latossolo com caráter ácrico. Os teores de carbono orgânico (COS) foram sempre maiores nos horizontes superficiais que refletiram diretamente nos valores de CTC a pH 7

(CTC7) e na CTC efetiva (CTCef), evidenciando a importante contribuição que os coloides orgânicos exercem nesse atributo. No conjunto de amostras analisadas, o valor médio da CTC7 foi sempre inferior a  $17 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  nos horizontes subsuperficiais. Nas diferentes regiões, influenciadas pelas condições pedogenéticas, ocorrem grandes variações no fornecimento de bases trocáveis, bem como na intensidade de lixiviação, resultando em solos com saturação por bases (V %) no horizonte Bw variando de 2 a 75 % e de saturação por alumínio trocável (m %) entre 0 e 93 %.

Entre as formas de ferro presentes nos solos, as maiores proporções foram extraídas pelo ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), evidenciando o predomínio das formas pedogênicas que estão presentes na fração argila. Entre essas formas pedogênicas dos óxidos de ferro, a hematita (Hm) ocorre em maiores proporções quanto comparado à goethita (Gt), sendo que as maiores concentrações ocorrem nos solos com maior teor de ferro no material de origem, associado também às condições de clima mais quente e com menores índices de precipitação pluviométrica e menor teor de matéria orgânica nos solos. Em menores proporções e associada à Hm, ocorre a maghemita (Mh), principalmente nos solos oriundos de rochas vulcânicas básicas, com elevada concentração de ferro.

Na fração silicatada, a caulinita é o principal mineral presente, seguido pelos argilominerais do tipo 2:1 e pela gibbsita. O teor médio de caulinita encontrado na fração argila após remoção dos óxidos de ferro foi  $702 \text{ g kg}^{-1}$ , equivalente a quase 40 % da TFSA, enquanto que os teores dos argilominerais do tipo 2:1 e da gibbsita, correspondem em média, respectivamente por 5,6 e 5,7 % da TFSA. A coexistência dos argilominerais do tipo 2:1, caulinita e gibbsita na fração argila na maioria dos solos sugere que as condições de formação dos Latossolos paranaenses seja de hidrólise parcial, com estabilização dos argilominerais do tipo 2:1 promovida pela polimerização de hidróxi-Al entrecamadas.

Os resultados obtidos revelam que a grande variação nos atributos químicos e na constituição mineralógica da fração argila dos Latossolos paranaenses refletem as condições edafoclimáticas do estado.

## Referências

- EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CNPS, 1997. 212p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, EMBRAPA – CNPS, 2013. 353p.
- KÄMPF, N.; SCHWERTMANN, U. The 5 M NaOH concentration treatment for iron oxides in soils. **Clays Clay Miner.** n. 30, p. 401-408, 1982.
- MEHRA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clay by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. **Clays Clay Miner.** n. 7, p. 317-327, 1960.

## DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES NO SOLO APÓS A INCORPORAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO SUÍNO E ADUBO MINERAL

Jéssica Diandra Stringari, Paulo Cezar Cassol, Wagner Sacomori, Luiza Fernanda Erdmann

Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestranda, Lages - SC, [jessica\\_diandra@yahoo.com.br](mailto:jessica_diandra@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** plantio direto; suinocultura; incorporação.

A suinocultura no Brasil tem apresentado um significativo crescimento nas últimas décadas. O Brasil é o 4º maior produtor de suínos do mundo e Santa Catarina é o estado brasileiro que mais produz e exporta carne suína (ABIEPCS, 2015).

Como consequência do aumento na produção e a concentração de suínos em grandes unidades, o aproveitamento do dejetos líquido suíno (DLS) vem se destacando como fertilizante orgânico, pois quando utilizados racionalmente esse resíduo pode ser uma alternativa para adubação, pois além de nitrogênio (N), é capaz de fornecer todos os demais nutrientes ao solo, especialmente fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

O plantio direto é considerado uma prática conservacionista. Os efeitos do plantio direto resultam em menor quebra mecânica dos agregados do solo, pela eliminação das operações de preparo, e a manutenção da cobertura vegetal, protegendo o solo do impacto direto das gotas de chuva, condições estas bem diferentes daquelas encontradas no plantio convencional (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990). Segundo Bertol et al. (2004), as maiores perdas de nutrientes ocorrem nas aplicações superficiais de dejetos líquido suíno em plantio direto. Com isso o nutriente fica sujeito ao transporte por escoamento superficial, dessa maneira práticas de manejo que possibilitam incorporar os nutrientes do dejetos líquido suíno ao solo e manter a cobertura vegetal no solo, podem ser agronomicamente mais eficientes.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do DLS e do fertilizante mineral (NPK) em aplicação superficial e incorporada no solo, em condição de campo para a cultura do milho.

O trabalho foi conduzido em condições de campo com a cultura do milho (*Zea mays*) no ano agrícola 2014/2015, em Lages - SC, no campus do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV – UDESC). O solo é classificado como CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico (EMBRAPA, 2013). O experimento compreendeu o esquema fatorial 2 x 5, com dois modos de aplicação dos fertilizantes: superficial e incorporado e cinco tipos de fertilização: testemunha (sem fertilização), NPK; NPK + dicianodiamida (DCD); DLS e DLS + DCD. O delineamento experimental foi blocos completos casualizados com parcelas subdivididas, sendo o modo alocado na parcela principal e os fertilizantes nas subparcelas. O tamanho das parcelas foi de 168 m<sup>2</sup> (8 x 21 m) e das subparcelas foi de 33,6 m<sup>2</sup> (8 x 4,2 m), e a área útil de 22,4 m<sup>2</sup>. A aplicação dos fertilizantes foi realizada em 19/11/2014. A dose de dejetos baseou-se na recomendação de nitrogênio para milho pelo CQFS/SC (2004), para produtividade de 10 Mg ha<sup>-1</sup>. Assim, a dose do dejetos foi definida em 43 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. As doses de fertilizante mineral utilizadas foram 160 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio pela ureia, 135 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato pelo superfosfato triplo e 90 kg ha<sup>-1</sup> de óxido de potássio pelo cloreto de potássio. A dicianodiamida, em pó, foi misturada aos adubos no momento da aplicação no campo, na dose de 10 kg ha<sup>-1</sup>. A incorporação do dejetos ao solo foi realizada com equipamento desenvolvido pela empresa MEPEL Ltda em parceria com professores da Universidade de Passo Fundo, composto de um tanque



metálico com capacidade para 4.000 L, contendo um conjunto de linhas de injeção distanciadas em 35 cm, fixadas ao chassi do equipamento. A injeção do DLS foi realizada com 6 linhas de injeção inseridas no solo, a uma profundidade de aproximadamente 7 cm e mobilização média na superfície. Para aplicação incorporada do fertilizante mineral, usou-se o mesmo equipamento de incorporação, abrindo um sulco e aplicando os fertilizantes minerais manualmente. Posteriormente os sulcos foram fechados com o uso de enxada. As análises realizadas foram P e K<sup>+</sup> disponíveis e Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis no solo conforme Tedesco (1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias dos tratamentos foi através do teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro, utilizando-se o programa SISVAR.

O efeito simples do modo de aplicação evidenciou que a incorporação do dejetos líquido suíno e do fertilizante mineral ao solo aumentou o teor de fósforo disponível no solo em relação à aplicação superficial. Os teores de fósforo localizados nas coletas variaram de 6,4 mg kg<sup>-1</sup> na testemunha a 106,9 mg kg<sup>-1</sup> no tratamento DLS incorporado. Assim pode-se deduzir que a incorporação dos fertilizantes evitou o acúmulo concentrado de fósforo nos primeiros centímetros do solo, reduzindo o risco da perda deste nutriente juntamente com perdas de solo e água por escoamento superficial. Outro aspecto positivo dessa distribuição do fósforo em maiores profundidades é a ligação do mesmo com uma maior quantidade de colóides do solo, saturando menos os sítios de ligação e podendo restringir as perdas por lixiviação. Dessa forma aumentando sua disponibilidade para as plantas e reduzindo os riscos de contaminação das águas de superfície e sub superfície.

Não houve diferença na concentração de K<sup>+</sup> disponível, tanto para o modo de aplicação e quanto para o tipo de fertilizante, isso se explica porque antes da adubação com DLS e com fertilizante mineral, a área experimental já possuía altos teores de K<sup>+</sup> ou pode ter sido perdido por lixiviação. Os teores de K<sup>+</sup> variaram de 77,8 mg kg<sup>-1</sup> no tratamento DLS+DCD superficial na camada de 10 a 20 cm a 155,5 mg kg<sup>-1</sup> no tratamento DLS superficial na camada de 0 a 5 cm. Mas de forma geral, foi o NPK que disponibilizou maiores teores de K<sup>+</sup> para todas as camadas.

Para teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis não foram diferentes nos dois modos de aplicação e nem nos tipos de fertilizante. Os teores de Ca<sup>2+</sup> variaram de 9,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> na testemunha a 16,0 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> no tratamento DLS+DCD incorporado na camada de 0 a 5 cm. Já os teores de Mg<sup>2+</sup> foram de 7,5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> na testemunha a 13,0 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> no DLS + DCD superficial na camada 0 a 5 cm. Essa ausência de diferença pode indicar que parte desses nutrientes adicionados podem ter migrado para camadas inferiores do perfil, por meio do processo de lixiviação. Os teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> no solo estavam altos no início do experimento, isso provavelmente também contribuiu para que as mudanças provocadas pelos tratamentos fossem proporcionalmente pequenas.

A aplicação incorporada em sulco no solo de dejetos líquido suíno e do fertilizante mineral proporciona maior disponibilidade de fósforo disponível no solo. O fertilizante dejetos líquido suíno possui eficiência semelhante ao fertilizante mineral na disponibilidade de nutrientes no solo e na nutrição do milho.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E ACUMULADORA DE CARNE SUÍNA – ABIPECS, 2015. Disponível em: . Acesso em 10 de janeiro de 2016.

BERTOL, I. et al. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um Inceptisol sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 03, p. 485-494, 2004.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 400 p., 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 306 p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia 1995.

## TEMPERATURAS E TEMPOS DE AGITAÇÃO NA EXTRAÇÃO DE FÓSFORO DO SOLO SOB DOSES DE FERTILIZANTE FOSFATADO

Ana Carolina Kessler de Assis, Danúbia Jussara Bento da Silva, Luiz Henrique de Lima,  
Gisele de Fátima Prates, Marcelo Marques Lopes Müller

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Mestrando, Guarapuava - PR, [ana-kessler@bol.com.br](mailto:ana-kessler@bol.com.br).

**Palavras-chave:** mehlich-I; superfosfato triplo; Latossolo Bruno.

A análise química do solo permite conhecer a capacidade do solo em suprir a demanda de nutrientes das plantas e, por consequência, a necessidade de adubação para garantir altos níveis de produtividade. Por conta do seu papel na garantia do sucesso dos cultivos agrícolas, uma das principais preocupações quanto à análise química de solo é com a precisão e exatidão dos resultados, que depende, dentre outros fatores, do protocolo de extração dos nutrientes, sendo que a taxa de reação e extração dos nutrientes do solo para o extrato aquoso pode depender do tempo de contato da amostra com a solução extratora, da temperatura e da velocidade de agitação (SANTOS et al., 2015).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes temperaturas ambientes e tempos de agitação na extração de fósforo (P) de um LATOSSOLO BRUNO incubado com doses crescentes de fósforo.

Para tanto, foram utilizadas amostras coletadas na camada de 0-20 cm do solo do campo experimental do Campus CEDETEG, Universidade Estadual do Centro-Oeste, em área cultivada sob sistema plantio direto (PD), onde o solo foi classificado como LATOSSOLO BRUNO (MICHALOVICZ, 2012).

O solo coletado foi seco, peneirado, limpo de raízes e excesso de palha e incubado com doses de superfosfato triplo, equivalentes a: 0, 100 e 200 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Após a mistura manual do solo com o adubo, o material foi acondicionado em sacos plásticos, com adição de água para atingir umidade gravimétrica de 40 %, e posto para reagir por um período de incubação de 60 dias. Após essa incubação, os sacos foram abertos e alíquotas do solo foram levadas ao laboratório para análise.

O solo tratado com cada dose de P passou por extrações em quatro temperaturas no ambiente do laboratório: 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, variando-se para cada temperatura o tempo de agitação, por 5, 15, 30 e 45 minutos. Foram utilizadas triplicatas de cada dose de P para as combinações com diferentes temperaturas e os tempos de agitação na mesa agitadora (orbital), cuja rotação foi fixada em 220 RPM.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, com delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial triplo (4 x 4 x 4), com auxílio do *software* SISVAR (FERREIRA, 2014).

Avaliados isoladamente, os fatores dose de P e temperaturas durante a extração apresentaram efeito significativo ( $p < 0,01$ ) sobre os teores de P extraído, sendo o coeficiente de variação (CV) experimental de 21,86 %. Houve interação significativa ( $p < 0,01$ ) entre os fatores temperatura e dose de P. Não houve efeito significativo do tempo de agitação durante a extração, nem interação deste fator com os demais fatores.

A influência da temperatura para as doses de fósforo extraída por Mehlich-1 diferem em razão da maior ou menor temperatura ambiente do laboratório. No entanto, são semelhantes para as doses 0 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo, em que a melhor temperatura foi de 25 °C, e diferente para

dose 200 e 400 kg ha<sup>-1</sup>, em que a melhor temperatura foi de 30 °C. A melhor temperatura foi de 20 °C, seguidos de 15, 25 e 30 °C.

Os resultados obtidos corroboram aos encontrados por Santos et al. (2015), que concluiu que a melhor temperatura ambiente do laboratório para extração de P por Mehlich-1 fica entre 20° e 30 °C. No entanto, os autores constataram diferença entre os minutos de agitação da amostra na extração do P, fato que pode estar relacionado com a influência específica da temperatura da solução extratora e não do ambiente do laboratório, já que a diferença de condutividade térmica entre os materiais pode determinar que as reações de extração de P ocorressem em temperatura diferente daquela encontrada no ambiente.

A regressão para a quantidade de P extraída pelo extrator em função das doses de superfosfato triplo foi linear positiva e significativa a 1 % de probabilidade. O coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) foi superior a 92 % e, à medida que aumentou a dose de superfosfato triplo, houve aumento na quantidade de P extraída por Mehlich-1.

## Referências

- POTT, C,A; MÜLLER, M,M,L; BERTELLI, P,B. 2007. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo. **Revista Ambiência**, v.3, p.51-63.
- SANTOS, L. DA S; SILVA, L. S DA, CARGNELUTTI FILHO, A.;GRIEBELER, G. Quantidade de fósforo extraído pelas soluções de mehlich-1 e mehlich-3 em razão de diferentes velocidades de agitação, tempos de contato e temperaturas. **R. Bras. Ci. Solo**, n.39, p. 109-119, 2015.
- MICHALOVICZ, L. **Atributos químicos do solo e resposta da sucessão milho-cevada-feijão-trigo influenciados por doses e parcelamento de gesso em plantio direto**. 2012. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiplecomparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

## NUTRIÇÃO FOLIAR DE SOJA EM PLANTIO DIRETO COM SOLO TRAFEGADO POR MÁQUINA E MANEJADO COM GESSO

Leandro Rampim, Marcelo Marques Lopes Müller, Cristiano Andre Pott, Marcelo Vicensi, Felipe Carvalho

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste, Professor, Guarapuava - PR, [rampimleandro@yahoo.com.br](mailto:rampimleandro@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** rodados; compactação; condicionador de solo.

Na região Centro-Oeste do Paraná, com condições climáticas amenas, potencializa-se formação de matéria orgânica a partir da matéria seca residual das culturas, sendo importante avaliar a interferência do sistema plantio direto (SPD) assim como verificar a atuação em conjunto de gesso agrícolas em locais que ocorre compactação pelo tráfego de máquinas.

Ao restringir os locais com compactação, sendo nos mesmos pontos ao longo dos anos e o restante da área com ausência de tráfego de máquinas, pode facilitar condução das áreas de cultivo para alcançar potencial produtivo das culturas comerciais, sem utilizar máquinas para descompactação mecânica.

A possibilidade de manter sistema de condução, sem revolver solo, mesmo com compactações pontuais pela realização de operações isoladas; logicamente com manejo adequado do SPD e com possível favorecimento com o uso do gesso, pode deixar mais tranquilo os produtores rurais e profissionais de assistência técnica da região Centro-Oeste do Paraná.

O objetivo do trabalho foi avaliar a interferência do tráfego de máquinas realizado a três anos nos teores foliares de nutrientes na cultura da soja manejado com gesso agrícola em sistema de plantio direto, na região Centro Oeste do Paraná.

O experimento foi realizado no Campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava, Paraná, com altitude de 1.120 m. O solo da área foi identificado como LATOSSOLO BRUNO.

O experimento será realizado em delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com dois níveis na parcela e três níveis na subparcela, e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. As parcelas medirão 16,0 x 6,4 m e consistirão de dois níveis de gesso (ausência e 9 t ha<sup>-1</sup> aplicadas na superfície do solo), em 2009.

Em 2012, nas subparcelas foi adicionado três níveis do fator tráfego, sendo definido três níveis: solo sem tráfego, solo com tráfego/rodado e zona de enterrodados. O tráfego foi estabelecido com solo na capacidade de campo, com trator modelo John Deere 110 cv, gerando massa final do conjunto de 6000 kg, sendo realizadas 15 passadas com o trator.

Em 2015, foi implantado a cultura da soja. Durante o desenvolvimento da cultura, foram coletadas, no início do florescimento, 30 folhas por subparcela, recém-maduras, sem pecíolo. Tais amostras serão analisadas, determinando-se teores de nitrogênio, enxofre, cálcio, magnésio, potássio e fósforo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, com auxílio do *software* Sisvar. Na ocorrência de efeito significativo para níveis de tráfego, a comparação foi realizada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os dados obtidos na análise do tecido foliar da cultura da soja possibilitaram constatar que o uso de gesso agrícola seis anos antes da condução do experimento, assim como o tráfego realizado a três

anos antes, não interferiram nos resultados dos teores de cálcio, magnésio, nitrogênio e fósforo. Por outro lado, houve efeito do tráfego de máquina para os teores de potássio e enxofre.

A ausência de tráfego proporcionou valor superior de potássio no tecido foliar em relação aos valores obtidos no tecido foliar das plantas obtidas do local entre rodados. Provavelmente, a ocorrência de compactação gerada pelo deslocamento do rodado do trator pode ter reduzido o desenvolvimento do sistema radicular das plantas próximas, mesmo longo período após tráfego, que implicou em menor absorção do nutriente potássio, apresentando teor de  $1,58 \text{ g kg}^{-1}$ , principalmente por apresentar teor de K no solo de  $0,26 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , abaixo do considerado ideal para a cultura da soja. O tratamento testemunha, em que não houve tráfego do rodado do trator, apresentou valor superior de  $1,77 \text{ g kg}^{-1}$ . A constatação de interferência apenas no cátion potássio, pode estar relacionado a maior especificidade na absorção iônica por cátions bivalentes, como cálcio e magnésio, os quais não sofreram interferência, mesmo com tráfego. Sendo que, a alteração nos teores de potássio, pode ser indicio da continuidade da interferência da compactação gerada pelo tráfego de rodado três anos antes, que pode ter diminuído a circulação de água no solo no entrerrodados, devido faixas paralelas causadas pelos rodados paralelos do trator. Tal fato, sinaliza a continuidade da atuação no desenvolvimento da cultura da soja, mesmo em situação em que tem-se a atuação do manejo do solo em sistema plantio direto acrescido de gesso agrícola.

É possível que a ausência de interferência do gesso nos teores foliares pode estar relacionado ao tempo que foi realizado a aplicação, se passando seis anos, de forma que o tráfego ocorreu após três anos da aplicação do gesso. Neste contexto, a conhecida atuação do gesso em profundidade pode ter minimizado possíveis atuações como condicionador de solo nas camadas superficiais, visto que devido sua alta solubilidade e rápida descida no perfil do solo, provavelmente havia baixo resíduo da aplicação nas camadas superficiais passados três anos. Consequentemente, tal fato, também refletiu em ausência de efeito de gesso nos teores foliares de enxofre. Sobretudo, o tratamento com tráfego de rodados proporcionou maior teor de enxofre, podendo estar relacionado à maior quantidade de partículas do solo oriunda da compactação superficial.

A constatação de teores de nitrogênio semelhantes em todos os tratamentos pode estar relacionado ao fato de que o fornecimento de nitrogênio às plantas de soja ocorre por fixação biológica de nitrogênio, que ocorre restritamente nas camadas superficiais do solo, nas raízes que estão mais superficiais, fornecendo nitrogênio em quantidade adequada e equitativa ao desenvolvimento da parte aérea, que está relacionado ao desenvolvimento do sistema radicular, ou seja, mesmo com possibilidade de menor desenvolvimento das plantas, o teor de nitrogênio pode estar em níveis adequados e sem sofrer interferência.

No caso do fósforo, o caso de ocorrer absorção prioritária por difusão pode ter minimizar a constatação de efeitos do tráfego, pois, caso ocorra compactação da camada superficial do solo, tem-se condição de continuar disponibilizando fósforo para o desenvolvimento das plantas, e quanto ao gesso, conhecida a baixa atuação do mesmo em relação ao fósforo, de fato é reduzida a possibilidade de alterar níveis de fósforo no tecido foliar, seis anos após a aplicação.

Sobretudo, é necessário enfatizar que a utilização de sistemas de cultivo que incrementam matéria orgânica, como o sistema plantio direto, pode contribuir para aumento da estabilidade de agregados e, consequentemente, para a melhoria da qualidade física do solo (BHATTACHARYYA et al., 2009), condizente com o uso do sistema plantio direto na região Centro-Oeste do Paraná,

proporcionando condições para reduzir efeitos da compactação do tráfego de máquinas tanto no desenvolvimento de raízes como na manutenção do potencial produtivo, fato que possibilita menor interferência nos teores foliares dos nutrientes da cultura da soja.

Com os resultados, é possível constatar ausência de interferência da aplicação de gesso agrícola realizada seis anos antes do experimento nos teores foliares de nutrientes na cultura da soja. Por outro lado, ainda constata-se que o tráfego de máquinas realizado a três anos atua nos teores foliares de nutrientes na cultura da soja mesmo em LATOSSOLO BRUNO manejado em sistema de plantio direto, na região Centro Oeste do Paraná. Agradecimento: Fundação Araucária, SETI/PR, CNPQ, CAPES.

## Referências

BHATTACHARYYA, R.; PRAKASH, V.; KUNDU, S.; SRIVASTVA, A. K.; GUPTA, H. S. Soil aggregation and organic matter in a sandy clay loam soil of the Indian Himalayas under different tillage and crop regimes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 132, p. 126–134, 2009.



## CARBONO E NITROGÊNIO MICROBIANO EM SOLOS SOB FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO SUDOESTE DO PARANÁ

Anna Flávia Neri de Almeida, Carlos Alberto Casali, Flávia Lima Moreira, Leticia de Alcântara Dôres, Matheus do Carmo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos, Graduanda, Dois Vizinhos - PR, [annaneri93@hotmail.com](mailto:annaneri93@hotmail.com).

**Palavras-chave:** araucária; atividade microbiana; diferenças edafoclimáticas.

A Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Floresta de Araucária, é integrante do Domínio Mata Atlântica e apresenta como principal integrante a *Araucaria angustifolia* Bert. (O.) Kuntze, pertencente à família Araucariaceae e única representante desta família no Brasil. Esta espécie é grande importância social, econômica e ambiental. O desenvolvimento da araucária se dá, preferencialmente, em solos férteis, bem drenados e com alta umidade, apresentando relação direta com a microbiota e fauna do solo, uma vez que em áreas nativas são encontrados elevada diversidade de macro e mesofauna edáfica. O solo possui a maior biodiversidade do nosso planeta, em virtude de este apresentar-se heterogêneo nos quesitos químicos, físicos e biológicos, sendo muito importante estudos relacionados a diversidade microbiana bem como seus parâmetros (BINI et al., 2015), principalmente o teor de matéria orgânica do solo (MOS), pois é a fonte de energia e nutrientes para os microrganismos do solo.

Para avaliação da qualidade biológica do solo, são utilizados indicadores como a biodiversidade, atividade enzimática, carbono (C) e nitrogênio (N) da biomassa microbiana do solo (BMS) entre outros. Os melhores indicadores para esta avaliação são: C da BMS, quociente metabólico, N mineralizável e da BMS, entre outros. A determinação da BMS representa a fração viva da matéria orgânica do solo (fungos, bactérias, protozoários, microfauna, etc.), interferindo no processo de decomposição natural dos materiais orgânicos, influenciando assim, na dinâmica dos nutrientes e na estruturação do solo. O N microbiano indica a existência de perturbação quando comparado aos teores de MOS. Estes indicadores são facilmente influenciados por fatores como: sazonalidade de umidade e temperatura, manejo do solo, presença de resíduos vegetais e altitude. O objetivo desse trabalho foi avaliar o teor de MOS e C e N da BMS sob Floresta Ombrófila Mista em diferentes condições edafoclimáticas no Sudoeste do Paraná (PR).

O estudo foi realizado em três fragmentos florestais de Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária) na região sudoeste do PR, situados nos municípios de Dois Vizinhos, Pato Branco e Manguaçu, em altitudes de 510, 760 e 920 m, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, constituído de 3 unidades amostrais (cada município) e 8 repetições, totalizando 24 amostras. Em cada uma das áreas foram selecionados oito indivíduos de *Araucaria angustifolia* ao acaso. Coletou-se o solo na camada de 0-10 cm em cada indivíduo selecionado, distanciando-se 4 e 8 metros do tronco e coletando duas e quatro subamostras, respectivamente, que misturadas constituíram uma amostra composta. As análises foram realizadas no laboratório de Solos da UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos. Avaliou-se o teor de MOS e o N da BMS conforme Embrapa (1997), o teor de C da BMS pelo método de fumigação e incubação (JENKINSON; POWLSON, 1976). Calculou-se segundo a fórmula: C da BMS =  $(F - NF) \times kc^{-1}$ , em que F e NF representam o carbono total

do  $\text{CO}_2$  liberado das amostras fumigadas e não fumigadas, respectivamente;  $k_c$  é uma constante (0,41), a qual representa a proporção do C da BMS morta que é convertido em  $\text{CO}_2$  durante o período de incubação. Para o monitoramento da dinâmica da matéria orgânica, foi utilizado a seguinte razão: carbono microbiano ( $C_{mic}$ ): carbono orgânico ( $C_{org}$ ), denominado quociente microbiano. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Os teores de MOS foram de 7,1, 8,3 e 10,5 % para as áreas situadas em Dois Vizinhos, Mangueirinha e Pato Branco, respectivamente, apresentando diferença significativa entre eles. Estes valores são altos. Esta ação é explicada por Bayer et al. (1999), uma vez que a dinâmica da MOS é alterada por fatores como altitude, temperatura e saturação de água do solo, já que em regiões situadas em altitudes elevadas há maior acúmulo de MOS atrelada a temperaturas mais amenas e o aumento da saturação de água no solo, influenciando na taxa de decomposição dos resíduos pelos microrganismos.

O teor de C da BMS de Dois Vizinhos, Pato Branco e Mangueirinha foi de 389,5, 483,9 e 485,8  $\mu\text{g g}^{-1}$  de solo, respectivamente, sem diferir estatisticamente entre si. Esses valores são elevados, segundo Perez et al. (2004), em função da grande diversidade florística das florestas nativas, e consequentemente a grande quantidade de raízes presentes no solo e resíduos orgânicos depositados na superfície do solo, a atividade microbiana do solo é incitada. Atrelado a composição vegetal, a variação climática são fatores que interferem na quantidade de C da BMS (BINI et al., 2015).

O  $q_{MIC}$  foi de 0,8, 0,9 a 1,0 no solo coletado nas áreas de Pato Branco, Dois Vizinhos e Mangueirinha, respectivamente. Estes quocientes não diferiram estatisticamente entre si, indicando que uma mesma qualidade da MOS. Quando o sistema analisado está perturbado e a atividade microbiana é estressada, não há utilização de todo o carbono disponível, diminuindo esta relação. Valores baixos encontrados em florestas nativas são explicados pela grande diversidade de serapilheira, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos, tornando-os mais eficientes na utilização do C (BINI et al., 2015), indicando assim, uma elevada atividade microbiana no solo e menor disponibilidade de C a ser armazenado na produção de biomassa.

Os teores de N da BMS foram de 142,9, 210,7 e 254,2  $\text{mg kg}^{-1}$ , nas áreas de Dois Vizinhos, Pato Branco e Mangueirinha, respectivamente. A distribuição desse teor diferenciou estatisticamente entre as áreas de estudo, acompanhando a variação no conteúdo da MOS. Gama-Rodrigues et al. (2005) afirmam que solos com maiores teores de C orgânico e de N total apresentaram maiores reservas de C e N da BMS e esta diferença nos valores de N da BMS indica uma não perturbação no sistema, em virtude da elevada concentração de matéria orgânica no solo. Conclui-se que a variação edafoclimática não interfere no C da BMS, mas afeta o teor de MOS e N da BMS sob Floresta Ombrófila Mista no Sudoeste do Paraná.

## Referências

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, Gabriel de A.; SILVA, Leandro S. da; CANELLAS, Luciano P.; CAMARGO, Flávio A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo** – Ecossistemas Tropicais e Subtropicais. Porto Alegre, Gênese, p. 9-26, 1999.

BINI D.; BERTINI, S.C.B.; BARRETA, C.R.D.M.; CARDOSO, E.J.B.N. Componentes da microbiota do solo como indicadores de qualidade do solo em Florestas com Araucária (Biodiversidade) e genética funcional da microbiota do solo. In: CARDOSO E.J.B.N.; VASCONCELLOS, R.L. de F. (Org.) **Floresta com Araucária: Composição Florística e Biota do Solo**. 1ed. Piracicaba: FEALQ, 2015, v.1, p.203-234.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª edição, RJ, 1997.

GAMA-RODRIGUES, E. F. da; BARROS, N. Félix; GAMARODRIGUES, A.C. da; SANTOS, G. de A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 29, p.893-901, 2005.

JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil—V: a method for measuring soil biomass. **Soil biology and biochemistry**, v.8, n. 3, p. 209-213, 1976.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; McMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.39, n.6, p.567-573, jun, 2004.

## DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM SOLOS SOB FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO SUDOESTE DO PARANÁ

Matheus do Carmo, Carlos Alberto Casali, Anna Flávia Neri de Almeida, Flávia Lima Moreira, Leticia Alcântara das Dores

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos, Estagiário, Dois Vizinhos - PR, [matheus.dca@hotmail.com](mailto:matheus.dca@hotmail.com).

**Palavras-chave:** araucária; diferença edafoclimáticas; fertilidade.

A Floresta Ombrófila Mista tem como principal representante a *Araucaria angustifolia* (Bertolini) Otto Kuntze, está inserida no Bioma Mata Atlântica e vem sendo drasticamente devastada em virtude de diversos fatores como: expansão agrícola e urbana e o desmatamento, principalmente para exploração da madeira. Este tipo de formação florestal ocorre exclusivamente no Planalto Meridional Brasileiro, podendo apresentar-se isolado em partes elevadas nos Estados de Minas Gerais e São Paulo.

Os solos sob Floresta Ombrófila Mista são, em sua maioria, ricos em matéria orgânica, ácidos e com características químicas bastante variáveis, em virtude da vegetação presente e das características edafoclimáticas. Na Região Sudoeste do Paraná destaca-se o Latossolo, Nitossolo e NEOSSOLOS LITÓLICOS, os quais variam em relação a profundidade, acidez, reserva de nutrientes, teor de argila, entre outras características edáficas (ICMBIO, 2010), que pode afetar o desenvolvimento da araucária. Portanto, torna-se necessário avaliar a variabilidade de solo ocupada por araucária a fim de prever práticas de manejo para seu repovoamento ou cultivo comercial, o que pode favorecer a sua preservação, uma vez que esta floresta, segundo Cardoso et al. (2015), caracterize-se por ser sensível à danos a diversidade de microrganismos, causando queda na resiliência e atividade de grupos funcionais notáveis. O objetivo desse trabalho foi avaliar a disponibilidade de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no solo sob Floresta Ombrófila Mista de diferentes condições edafoclimáticas no Sudoeste do Paraná.

O estudo foi realizado em três fragmentos florestais de Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária) na região sudoeste do Paraná, sendo eles situados nos municípios de Dois Vizinhos, Pato Branco e Manguaçu, situados em altitudes de 510, 760 e 920 metros, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo constituído de 3 unidades amostrais (cada município) e 8 repetições, totalizando 24 amostras. Em cada uma das áreas foram selecionados oito indivíduos de *Araucaria angustifolia* ao acaso. O Solo foi coletado na camada de 0-10 cm em cada indivíduo selecionado, distanciando-se 4 e 8 metros do tronco e coletando duas e quatro subamostras, respectivamente, que misturadas constituíram uma amostra composta. As análises foram realizadas no laboratório de Solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. Determinou-se os teores P, K, Ca e Mg conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro pelo *software* estatístico Assistat.

Os teores de fósforo disponível no solo foram de 4,7, 6,0 e 6,4 mg dm<sup>-3</sup>, nas áreas de Dois Vizinhos, Manguaçu e Pato Branco, respectivamente. Estes teores não diferiram estatisticamente entre as áreas estudadas, sendo os valores de P considerados baixos conforme o manual de adubação

e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS RS/SC, 2004). Mafra et al. (2008) encontraram valores de fósforo disponível de  $4,21 \text{ mg dm}^{-3}$  para floresta nativa de araucária, sem apresentar alteração em profundidade. Em virtude da baixa disponibilidade de fósforo no solo, espécies vasculares, como a *Araucaria angustifolia* associa-se simbioticamente a fungos presentes no solo, os fungos micorrízicos arbusculares, onde os mesmos disponibilizam os nutrientes (principalmente o fósforo) as plantas e em contrapartida elas disponibilizam carboidratos para o desenvolvimento dos fungos (COSTA et al., 2013). Os autores afirmam que a presença de fungos micorrízicos influenciam na variação dos teores de fosforo pelo fato de modificarem a habilidade da planta em absorver este elemento (fósforo). Já os teores de potássio disponível no solo foram de 78,5, 81,4 e 99,2  $\text{mg kg}^{-1}$ , em Dois Vizinhos Pato Branco e Mangueirinha, respectivamente. Esses teores (fósforo e potássio) são considerados baixo segundo o CQFS (2004). Mafra et al. (2008) verificaram que os teores de potássio trocável do solo, decresceram em profundidade e salientaram que a camada superficial apresenta maior concentração do nutriente em virtude da ciclagem pela fitomassa.

Os teores de cálcio encontrados no solo de Dois Vizinhos, Mangueirinha e Pato Branco foram de 2,9, 1,5 e 0,5  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , respectivamente, diferindo estatisticamente entre si. Essa variação encontrada pode ser explicada por Sengik (2003), sendo causada por fatores como textura e teor de matéria orgânica no solo (MOS), parâmetros que variam em função da altitude, conforme observado nos locais avaliados no presente estudo, pois este afeta as condições climáticas. Já os teores de magnésio foram de 1,7, 1,9 e 1,2  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , respectivamente, contudo não houve diferença significativa entre o solo de Dois Vizinhos e Mangueirinha. A variação para os teores de  $\text{Mg}^{2+}$  é explicada em decorrência do intemperismo do local de análise, uma vez que a dinâmica este elemento está inversamente ligado a este fator, bem como a temperatura e índice pluviométrico (FAQUIM, 2005). Mafra et al. (2008) em estudos sob floresta nativa de araucária encontrou valores de cálcio trocável de 1,32 e magnésio trocável de 0,37, salientando o decréscimo do cálcio trocável em profundidade.

Embora situados numa mesma região geográfica, as áreas de estudos apresentaram variações nos teores dos nutrientes P, Ca e Mg, indicando que são influenciadas pelas condições Edafoclimáticas dos locais avaliados. Isso poderia afetar a disponibilidade e absorção desses nutrientes para a araucária, podendo interferir no seu desenvolvimento, o que justifica o desenvolvimento de estudos nessa área. A partir disso, conclui-se que o teor de P, Ca e Mg do solo sob Floresta Ombrófila Mista variam em função das condições Edafoclimáticas no Sudoeste do Paraná.

## Referências

- CARDOSO, E. J.B.N.; VASCONCELOS, R.L.F. **Floresta com Araucária: Composição florística e biota do solo**. 1ed. Piracicaba: FEALQ, 2015, v.1, 266p.
- COSTA, D.de M.; OLIVEIRA, S.C.R.de; MEDICE, R. Fungos Micorrizos em Espécie Florestal de Eucalyptus spp. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT (Engenharia Florestal)**, v.3, p.1-9, nov/2013.
- FAQUIM, V. **Nutrição mineral de plantas**. Textos acadêmicos – Curso de Pós graduação “Lato Sensu” (Especialização) a distância Fertilidade do solo e Nutrição de Plantas do Agronegócio – UFLA/FAEPE, Lavras-MG, 2005.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **Plano de Manejo Parque Nacional das Araucárias**. Ministério do Meio Ambiente – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2010. 130p.
- MAFRA, A. L.; GUEDES, S. de F. F.; FILHO, O. K.; SANTOS, J. C. P.; ALMEIDA, J. A. de.; ROSA, J. D. Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.217-224, 2008.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas.** Versão 2003.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, planta e outros materiais.** 2ªed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995. 1174 p. (Boletim técnico, n.5).

## CRESCIMENTO DE MUDAS DE EUCALIPTO SUBMETIDAS À FERTIRRIGAÇÃO COM BIOSSÓLIDO EM DOIS SUBSTRATOS

Daniela Fernanda Benitez Furtado Motta<sup>1</sup>, Pedro Werno Fritzen Oliveira<sup>1</sup>,  
Edneia Santos de Oliveira Lourenço<sup>1</sup>

Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Engenheira-agrônoma, Foz do Iguaçu - PR,  
daniela.m@msm.com.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus*; biossólido; substrato.

A destinação final dos resíduos das estações de tratamento de esgoto é uma crescente preocupação mundial. O biossólido é um produto orgânico do sistema de tratamento de esgotos, que apresenta alto teor de matéria orgânica e nutrientes, em especial o nitrogênio (N) o fósforo (P), com potencial para aproveitamento agrícola (ANDREOLI, 2014). O lodo de esgoto como biossólido pode ser utilizado como fertilizante e condicionador de solo, promovendo ganhos ao produtor pelo aumento de produtividade das culturas e redução de utilização de fertilizantes minerais, e para os geradores de lodo por ser uma opção para a destinação desse material.

A fertirrigação combina dois fatores essenciais para o desenvolvimento das plantas, a água e nutrientes. O biossólido pode ser usado como usado como fertilizante granulado complexo quando reunido no mesmo grânulo juntamente com sais minerais; como mistura de fertilizantes minerais e orgânicos em grânulos ou em pó (TSUTIYA, 2001).

O uso de biossólidos em plantações florestais é pesquisado há vários anos e em diversos países, havendo respostas positivas para o crescimento de algumas espécies, tais como o *Eucalyptus grandis* Hill e o *Pinus caribaea* var. hondurensis Morelet. Segundo Molina (2004), a utilização de biossólido é interessante para empresas do setor florestal que buscam reduzir os custos com a aplicação de fertilizantes químicos e ao mesmo tempo, melhorar a produtividade da floresta e minimizar a exportação de nutrientes do sistema. Vários estudos são realizados sobre a eficiência do uso de biossólidos em plantações florestais de rápido crescimento, devido aos benefícios que culminam no ganho de madeira (PAEZ, 2011).

Desta forma esta pesquisa objetivou verificar o crescimento de mudas de Eucalipto, submetidas à diferentes substratos - casca de pinus e terra vegetal com a adoção de biossólido no manejo da fertirrigação.

O experimento foi realizado no ano de 2015 na cidade de Foz do Iguaçu, oeste do estado do Paraná. Os tratamentos foram alocados em estufa, protegida por tela sombrite 50 % de luminosidade. O método experimental utilizado foi o fatorial 2 x 2, e seis repetições. Onde foram aplicados dois tratamentos, a fertirrigação com biossólido e a ausência de fertirrigação e dois substratos a terra vegetal (Tv) e casca de pinus (Cp).

Os substratos foram colocados em tubetes e posteriormente colocados nas bandejas. Foram montadas seis bandejas com capacidade de noventa e seis tubetes, sendo dividida em duas partes iguais, comportando dessa forma, os dois substratos. Efetuou-se o plantio de uma estaca de Eucalipto por tubete, de forma homogênea. Posteriormente, foi feita a fertirrigação das estacas, aplicando 40 g de biossólido diluído em 20 l de água. Essa aplicação foi realizada diariamente pela manhã, e no



tratamento com ausência de fertirrigação, realizou-se a irrigação apenas com água. Após sessenta dias do plantio, as plantas foram retiradas e analisadas. Os parâmetros analisados foram: dados de altura de planta, comprimento de raízes e número de folhas por planta. Os resultados obtidos foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA) e em caso de efeito significativo entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A análise dos dados coletados, mostrou que a aplicação de biossólido via fertirrigação teve efeito positivo sobre a nutrição das plantas, proporcionando maior altura de planta, comprimento de raízes e número de folhas.

Para altura de planta, as plantas que receberam a fertirrigação com biossólido apresentaram resultados superiores as que foram submetidas a irrigação com água. Tanto na terra vegetal como na casca de pinus, a altura atingida foi 13,9 cm. Já na irrigação com água, o resultado foi 8,1 cm (Vt) e 8,5 (Cp). Quando comparado entre substratos, não houve diferença significativa para ambos tratamentos. As médias superiores do tratamento onde as mudas foram submetidas à fertirrigação, permitem afirmar que o fertilizante condicionador de solo melhora os atributos morfológicos das mudas de Eucalipto, além de interferir positivamente na fisiologia das plantas, contribuindo para o estabelecimento inicial das mudas na área de transplantio. Concordando com Uesugi (2014), avaliando o desenvolvimento e viabilidade econômica de mudas de espécies florestais nativas com o uso de fertirrigação em substratos a base de biossólido compostado, as maiores alturas ocorreram nas plantas cultivadas com os substratos à base do biossólido.

Quando avaliado comprimento de raiz, os resultados de plantas com aplicação de fertirrigação foram melhores comparadas as que não receberam, apresentando 21,5 cm para terra vegetal e 18,8 para casca de pinus. Já as parcelas sem fertirrigação obtiveram 12,5 (Tv) e 12,2 cm (Cp). Em plantas sem fertirrigação não foi constatado diferença significativa de comprimento comparando substratos, já com fertirrigação plantas em terra vegetal mostraram-se superiores às plantadas em casca de pinus. Esses resultados são condizentes com Guedes et al. (2006), que em um estudo concluíram que a utilização de biossólido propicia aumento dos teores foliares de alguns nutrientes, o que pode ter provocado as diferenças observadas entre os dois tratamentos.

Em questão de número de folhas, como nos outros parâmetros, a fertirrigação demonstrou resultados superiores. Com 7,6 folhas em terra vegetal e 8,1 em casca de pinus em fertirrigação, e 4,3 (Tv) e 3,8 (Cp) na ausência de fertirrigação. Não houveram diferença significativas entre substratos em ambos os tratamentos. Conforme Paez (2011), o uso de biossólidos para produção de mudas se mostra uma prática promissora, sendo desejável a condução de estudos mais aprofundados quanto ao manejo da adubação das mudas produzidas em substratos.

O desenvolvimento de mudas de Eucalipto sofreu influências pelo manejo de fertirrigação com biossólido e pelos substratos empregados, havendo diferenças estatísticas para alguns fatores estudados.

É com base nestas diferenças, que pode-se concluir que as mudas de Eucalipto submetidas ao tratamento combinado de fertirrigação de biossólido em conjunto com terra vegetal proporcionaram maior altura de planta, sendo considerada esta, uma característica desejável para a produção de mudas. Desta forma, pode-se salientar que o manejo de fertirrigação de biossólido pode ser promissor no contexto da exploração florestal, pois nos resultados obtidos neste trabalho, o biossólido permitiu incrementar consideravelmente os parâmetros analisados.

## Referências

ANDREOLI, C. **Monitoramento, Processamento e Uso do Lodo de Esgoto na Agricultura com Base em Parâmetros Edafológicos e Ambientais**. Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. Curitiba, PR, 2014. Disponível em: . Acesso em 19 set. 2014.

GUEDES, M. C.; et al. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **R. Bras. Ci. Solo**, v.30, p.267-280, 2006.

PAEZ, D.R.M. **Utilização do lodo de esgoto na produção de mudas e no cultivo do eucalipto (*Eucalyptus* spp.)**. 2011. 44p. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação e Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

TSUTIYA, M. T. Alternativas de disposição final de biossólidos. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPAHOL, I.; CARVALHO, P. de C. T. de; MELFI, A. J.; MELO, W. J. de; MARQUES, M.O. (Ed.). **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, (2001a) p.133-180.

UESUGI, G. **Desenvolvimento e viabilidade econômica de mudas de espécies florestais nativas com o uso de fertirrigação em substratos a base de biossólido compostado**. 112p. Dissertação (Ciência Florestal). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2014.

## **CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE *Parapiptadenia rigida* COM RESÍDUO DE RÚMEN BOVINO**

Daniel Alexandre Iochims<sup>1</sup>, Vanessa dos Santos Dias<sup>2</sup>, Cristiano Carvalho da Silva<sup>2</sup>,  
Rosângela Gonçalves Nunes<sup>2</sup>, Frederico Costa Beber Vieira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestrando, Lages - SC, [danieliochims@gmail.com](mailto:danieliochims@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pampa.

**Palavras-chave:** arenização; Neossolo Quartzarênico; composto orgânico.

No Rio Grande do Sul, são encontrados NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS nas regiões litorâneas e na região da Campanha e Fronteira Oeste do estado (STRECK et al., 2008). Os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS apresentam textura excessivamente arenosa, com teor de argila < 15 %, baixo teor de matéria orgânica, baixa CTC, pequena agregação das partículas, baixa fertilidade natural e muitas vezes elevado teor de  $Al^{+3}$ . Estas condições favorecem perdas de nutrientes por lixiviação, principalmente dos íons monovalentes, razão pela qual o solo tem dificuldades de nutrir adequadamente as plantas (ALBUQUERQUE et al., 2011). Devido a isso, faz-se necessário a utilização de fertilizantes para a correção do solo e a melhora das condições químicas e físicas para as plantas. Entretanto a adubação tradicional possui um custo elevado, quando comparado com os compostos orgânicos que muitas vezes são de fácil aquisição e a um preço muito inferior que os fertilizantes tradicionais. Esse interesse na utilização de resíduos orgânicos como adubação, está fundamentado nas melhorias que o mesmo traz para o solo, como aumento dos teores da matéria orgânica, elevação do pH, melhora da CTC e disponibilidade de macro e micronutrientes. O objetivo principal deste estudo foi avaliar o potencial de utilização do composto de rúmen bovino como alternativa à adubação tradicional (adubação mineral e calagem) para a correção da acidez do solo e para a nutrição de mudas de *Parapiptadenia rigida* cultivadas em vasos com NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. O experimento foi estabelecido em outubro de 2014 em casa de vegetação no campus da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, no município de São Gabriel, Rio Grande do Sul. A espécie nativa escolhida para a condução do experimento foi *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Angico-vermelho). O solo utilizado no experimento foi coletado no interior de um núcleo de arenização localizado no Município de Alegrete, RS. O solo, classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, foi coletado da camada de 20 – 40 cm. Após coletado, o solo foi homogeneizado, peneirado em malha de 4 mm e analisado quanto aos principais atributos químicos os quais evidenciam a condição de acidez (pH- $H_2O$  4,4) e de baixa fertilidade do mesmo. Segundo Comissão (CQFS-RS/SC, 2004), os teores de fósforo (P) potássio (K) trocáveis do solo são classificados como muito baixos, e a capacidade de troca de cátions (CTC) é considerada baixa. O  $Al^{+3}$  trocável, apresentou teor considerado alto, assim com a saturação por alumínio (Al). O composto de rúmen bovino foi adquirido em abatedouros locais e passou por um processo de compostagem antes da sua utilização. Os tratamentos utilizados foram testemunha (T1), 1,5, 3,0 e 4,5  $dm^3$  vaso<sup>-1</sup> de composto orgânico (T2, T3 e T4 respectivamente) e adubação mineral e calagem (T5). A recomendação de adubação mineral do T5 foi realizada de acordo com a recomendação oficial da Comissão (CQFS-RS/SC, 2004) para a espécie nativa *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga). O delineamento utilizado no experimento foi um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições e cinco tratamentos. Para o plantio das mudas, utilizaram-se vasos

plásticos preenchidos com 11 kg de solo seco mais o tratamento e após foi realizado o plantio de uma muda por vaso. A umidade dos vasos foi mantida a 70 – 75 % da capacidade de campo. A colheita ocorreu aos 171 dias após o plantio. Antes da colheita foi mensurado o diâmetro do colo e a altura de cada planta, com o auxílio de um paquímetro digital e de uma régua, respectivamente. Após, as plantas foram separadas em parte aérea e radicular, as partes foram secas em estufa de circulação forçada a temperatura constante de 60 °C, até atingir peso constante e assim poder se determinar a massa seca. Coletou-se amostras de solo para cada vaso, para determinação dos teores de nutrientes e pH do solo. Para a determinação dos teores de N Total, P e K trocáveis  $Al^{+3}$  e  $pH-H_2O$  utilizou-se as metodologias descritas de acordo com Tedesco et al. (1995). A interação entre a taxa de resíduo orgânico e os parâmetros da parte aérea e radicular foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos os dados foram comparados pelo teste t de Dunnett ( $P < 0,10$ ). Os dados foram submetidos à análise de regressão pelo *software* SigmaPlot v. 9.0®. O composto de rúmen bovino promoveu aumento nos níveis de N, P, K do solo de forma crescente para os tratamentos com composto a medida com que se adicionou maior quantidade do mesmo. O menor dose de composto elevou o pH de 4,4 para 7,3, resultado do baixo poder tampão do solo. A elevação do pH e a ação da matéria orgânica neutralizaram os valores de  $Al^{+3}$  no solo para os tratamentos os quais foram utilizados composto orgânico. O composto de rúmen bovino quando adicionado na menor dose utilizada ( $1,5 \text{ dm}^3 \text{ vaso}^{-1}$ ) já foi suficiente para promover o crescimento da parte aérea valores equivalentes à adubação mineral. Em relação ao diâmetro do colo as doses de composto se igualaram à adubação mineral mais calagem, com os seguintes valores 5,3, 9,7, 10,2, 11,75 e 9,27 mm para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 respectivamente. Para a massa seca da parte aérea quando adicionado a dose de  $1,5 \text{ dm}^3 \text{ vaso}^{-1}$  foi o suficiente para se igualar ao tratamento da adubação mineral, ou quais apresentaram valores de 12,60 e 11,81 g para os tratamentos T2 e T5 respectivamente. A dose mais alta de composto (T4 = 23,63 g) obteve resultados superiores ao da adubação mineral. Observando-se os resultados de crescimento da parte aérea em conjunto, percebe-se que a adição de composto orgânico, na maioria dos parâmetros avaliados, possibilitou a obtenção de valores iguais ou até superiores aos obtidos com a adubação mineral e calagem. Isso pode ser explicado pela qualidade nutricional do composto o qual oferta tanto macro quanto micronutrientes e pela velocidade de disponibilização dos mesmos para as plantas. O composto tem uma liberação mais lenta e contínua, conforme ocorre à decomposição os nutrientes são liberados e mineralizados. A análise de regressão foi significativa e indicou que a dose máxima de eficiência técnica foi quando adicionado  $4,5 \text{ dm}^3 \text{ vaso}^{-1}$  de composto orgânico. As plantas cultivadas no tratamento testemunha obtiveram os piores resultados, reflexo da elevada condição de acidez do solo. A alta saturação por  $Al^{+3}$  impediu o crescimento radicular, restringindo o mesmo a área do tubete. Devido à expansão e desenvolvimento do sistema radicular ter sido prejudicado, a área de absorção de nutrientes ficou reduzida. Os reflexos secundários dessa limitação foram visíveis na parte aérea, a qual teve um baixo desenvolvimento. Os resultados da análise de regressão para a parte radicular não determinaram uma dose significativa porém a menor dose de composto orgânico foi suficiente para igualar-se a dose de adubação mineral e comparando-se as doses de composto orgânico pode-se observar um crescimento nos parâmetros ao se adicionar maiores quantidades do composto. O composto orgânico de rúmen bovino é uma alternativa viável a adubação tradicional (adubação mineral + calagem), sendo que a dose recomendada com base nos resultados do presente estudo é de  $4,5 \text{ dm}^3 \text{ vaso}^{-1}$ . O composto orgânico promoveu a melhora das características químicas do solo elevando seus teores N, P, K, elevou o pH e corrigiu a toxidez por  $Al^{+3}$  do solo.

## Referências

ALBUQUERQUE et al, Atividades agrícolas de produção em solos frágeis no sul do Brasil. In: **Tópicos em ciência do solo**. v.7 SBCS, Viçosa. 2011.

CQFS-RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do RS e de SC**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400p.

STRECK, E. V et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, planta e outros materiais**. 2ed. rev. e ampl. Porto Alegre: departamento de solos, UFRGS, 1995. 174p.

## CONCENTRAÇÃO DE BASES TROCÁVEIS DO SOLO E FITOMASSA DE MELANCIEIRA SOB FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA

Flávio da Silva Costa<sup>1</sup>, Mellissa Sousa Sobrinho<sup>1</sup>, Wardsson Lustrino Borges<sup>2</sup>, Rayane da Mota Rios<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amapá, Professor, Mazagão - AP, flaviocosta@unifap.br; <sup>2</sup>Embrapa Amapá;

<sup>3</sup>Universidade do Estado do Amapá.

**Palavras-chave:** melancia; soma de bases; biofertilizante.

A melancia (*Citrullus lanatus*) tem sua produção afetada negativamente quando ocorre fornecimento inadequado de um ou mais elementos essenciais ao seu desenvolvimento vegetativo e/ou produtivo, principalmente em solos deficientes em nitrogênio (N), potássio (K<sup>+</sup>), cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>) e fósforo (P), em decorrência de distúrbios metabólicos (COSTA, 2015).

A fertilidade do solo está relacionada, dentre outros fatores, a disponibilidade de elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas e equidade entre a soma de bases trocáveis (SB) e a capacidade de troca catiônica do solo (CTC). A SB dos solos brasileiros é constituída, basicamente, por Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>; e quando deficientes causam problemas para o desenvolvimento das culturas, principalmente na região Norte do país, pela predominância de solos ácidos e de baixa fertilidade.

O suprimento dos nutrientes ao solo é, em sua grande maioria, realizado por meio de adubação química; no entanto os sistemas convencionais de cultivo associados aos fertilizantes sintéticos reduz drasticamente a qualidade biológica dos solos. Nesse contexto o uso de fontes orgânicas para fertilização agrícola é uma alternativa para a nutrição das plantas e manutenção da qualidade físico-química e biológica dos solos (CUNHA et al., 2012).

Objetivou-se, neste estudo, avaliar a concentração de bases trocáveis (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>) e a fitomassa seca da melancia Crimson Sweet cultivada em LATOSSOLO AMARELO sob efeito da aplicação de biofertilizante.

O trabalho foi conduzido em condição de casa de vegetação, na Embrapa Amapá, Macapá, AP, com a cultivar Crimson Sweet, até 25 dias após a emergência das plântulas (fase inicial), em vasos de 8 dm<sup>3</sup>, dos quais 7 dm<sup>3</sup> foram preenchidos com solo, caracterizado pelos seguintes atributos físicos e químicos: classe textural = franco argilosa (areia, silte e argila = 40,75, 22,83 e 36,42 %, respectivamente); D = 1,01 kg dm<sup>-3</sup>; Dp = 2,60 kg dm<sup>-3</sup>; porosidade total = 61 %; água disponível = 14,66 %; pH (H<sub>2</sub>O) = 4,6; CE = 0,13 dS m<sup>-1</sup>; P = 1,11 mg dm<sup>-3</sup>; V = 18,2 %; em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>: Ca<sup>2+</sup> = 0,28; Mg<sup>2+</sup> = 1,82; K<sup>+</sup> = 0,04; Al<sup>3+</sup> = 1,0; H<sup>+</sup> = 8,62; SB = 2,14 e CTC (pH 7,0) = 11,76.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco concentrações de biofertilizante (0, 5, 10, 15 e 20 ml dm<sup>-3</sup> de solo) e a testemunha (sem biofertilização e sem cultivo) com quatro repetições. O biofertilizante foi produzido seguindo recomendações de Stuchi (2015), e após sua maturação o composto apresentou os seguintes atributos químicos: pH (H<sub>2</sub>O) = 7,3; CE = 10,25 dS m<sup>-1</sup>; em mg L<sup>-1</sup>: P = 1.092,5; Ca<sup>2+</sup> = 256,4; Mg<sup>2+</sup> = 155,5 e K<sup>+</sup> = 894,6. A cada dois dias foi realizada a irrigação até o solo retornar à capacidade de campo. O volume drenado dos vasos foi coletado e reposto ao solo no evento seguinte de irrigação, afim de repor os nutrientes lixiviados.

Ao final do ensaio foram analisados a fitomassa seca total da planta (raízes + caule + folhas), os teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> e a soma das bases trocáveis no solo, de acordo com Silva (2012).

Os dados coletados foram analisados estatisticamente pelo teste F e os resultados significativos (p < 0,05) comparados pelo teste de Tukey a 5 % de Probabilidade.



A fitomassa seca total da planta (FST) respondeu significativamente ( $p < 0,05$ ) às concentrações de biofertilizante aplicadas ao solo (0, 5, 10, 15 e 20 ml  $\text{dm}^{-3}$  - T0, T5, T10, T15 e T20, respectivamente), em que o T10 (0,250 g) diferiu estatisticamente de T0 (0,085 g) pelo teste de Tukey, constatando incremento de 194,1 % em fitomassa.

Os teores no solo de potássio ( $\text{K}^+$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e a soma de bases trocáveis (SB) foram influenciadas significativamente ( $p < 0,05$ ) pelos tratamentos aplicados e a testemunha (TS). Diferentemente, a concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  no solo ( $0,51 \pm 0,14 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) não diferiu estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre os diferentes tratamentos avaliados.

A concentração de  $\text{K}^+$  no solo ( $0,063 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) promovida pela aplicação de T20 diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos resultados evidenciados por T0, T5 e T10 (0,025; 0,028 e 0,033  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente), mas não divergiu significativamente ( $p > 0,05$ ) do T15 e da TS (DMS = 0,029  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). Pode-se considerar o resultado como satisfatório, já que ao final do ensaio os solos que receberam as fertilizações T15 e T20 mantiveram níveis de  $\text{K}^+$  semelhantes às condições iniciais, antes de receber os tratamentos, mesmo após parte do nutriente ser absorvido pela melancia na fase inicial de seu ciclo.

Os níveis de  $\text{Mg}^{2+}$  no solo decresceram significativamente ( $p < 0,01$ ) em todas as parcelas que receberam biofertilizante quando comparados à TS (1,82  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , DMS = 0,49  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ).

A maior SB do solo foi encontrada na TS (2,24  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), tendo diferido estatisticamente ( $p < 0,01$ ) dos demais tratamentos, que por sua vez não diferiram entre si ( $1,39 \pm 0,208 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). Nota-se que a reposição de bases trocáveis no solo, pelo biofertilizante, foi menor que as quantidades absorvidas pelas plantas, com exceção do  $\text{K}^+$ , constatando-se a necessidade de enriquecer o composto orgânico com matérias primas ricas em  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  para conter a redução da SB e evitar deficiências desses elementos à cultura.

Alves et al. (2009), analisando o efeito de dois biofertilizantes (Puro e Agrobio) sobre a fertilidade do solo, observaram comportamentos semelhantes aos evidenciados nesse experimento; os autores encontraram aumento no teor de  $\text{K}^+$  e redução de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  no solo em relação à concentração constatada antes da aplicação dos tratamentos. Os mesmos autores enfatizam que a aplicação isolada de biofertilizantes não é suficiente para elevar a fertilidade do solo aos níveis exigidos pela cultura do pimentão. Contrariamente, Oliveira et al. (2013) afirmam que a fertilização orgânica é capaz de promover crescimento e produção satisfatória da melancia em decorrência da falta de adubação química.

O biofertilizante proporcionou maior acúmulo de fitomassa seca às plantas, elevou o teor de  $\text{K}^+$  no solo e disponibilizou concentrações insuficientes de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  para elevar a soma de bases no solo.

## Referências

- ALVES, G.S.; NASCIMENTO, J.A.M.; SANTOS, D.; ALVES, S.S.V.; SILVA, J.A. Fertilidade do solo cultivado com pimentão sob aplicação de diferentes tipos biofertilizantes. **Revista Verde**. n. 4, p. 33-41, 2009.
- COSTA, C.C. **Sintomas de deficiências de macronutrientes em melancia**. 2015, 48f. Dissertação – UNESP, Jaboticabal, SP, 2015.
- CUNHA, E.D.Q.; STONE, L.F.; FERREIRA, E.D.B.; DIDONET, A.D.; MOREIRA, J.A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. n.1, p. 56-63, 2012.



SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

STUCHI, J.F. **Biofertilizante - Um adubo líquido de qualidade que você pode fazer**. 1.ed. Macapá: Embrapa Amapá, 2015. 16p.

OLIVEIRA, W.; MATIAS, S.; SILVA, R.; SILVA, R.; ALIXANDRE, T.; NÓBREGA, J. Crescimento e produção de melancia Crimson Sweet com adubação mineral e orgânica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. n. 2, p. 77-82, 2013.

## CRESCIMENTO INICIAL DE MELANCIEIRA SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE BIOFERTILIZANTE

Melissa Sousa Sobrinho, Flávio da Silva Costa, Janivan Fernandes Suassuna, Kalyne Sonale Arruda de Brito

Universidade Federal do Amapá - Campus Mazagão, Professora, Mazagão - AP, [mss@unifap.br](mailto:mss@unifap.br).

**Palavras-chave:** análise de crescimento; melancia; adubação orgânica.

A melanciaira [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai], espécie botânica da família Cucurbitaceae, já era cultivada há, pelo menos, 4.000 anos e teve os egípcios como os responsáveis pelo início da sua domesticação (ver BONFIM et al., 2013). A produção mundial da espécie em 2011 foi estimada em 103 milhões de toneladas, tendo o Brasil como o quarto maior produtor, porém o 39º colocado no ranking de produtividade (FAOSTAT, 2016). Neste contexto, a Região Norte figura como terceira maior produtora no País, porém o Estado do Amapá não atinge 1 % desta produção (IBGE, 2013).

Apesar de o Amapá possuir condições climáticas favoráveis para a produção de melancia ao longo de todo o ano, o baixo avanço tecnológico agrícola para o Estado impossibilita tal continuidade (IBGE, 2013). A derrubada e a queima da vegetação nativa para cultivar, com posterior abandono devido à diminuição da produtividade pelo esgotamento de nutrientes do solo; a modesta utilização dos recursos hídricos para irrigação; o uso incorreto de fertilizantes sintéticos, que são lixiviados pela elevada e frequente precipitação pluviométrica e que contaminam os rios e alteram negativamente as propriedades físico-química-biológicas dos solos, apresentam-se como características da ação agrícola no Amapá (MPAP, 2016).

Surgindo como alternativa para a melhoria da produtividade, o uso de biofertilizantes permite a prática da agricultura orgânica, dando o aporte nutricional exigido pelas plantas, tornando-as menos predispostas à ação de pragas e patógenos, além de reduzir os custos com insumos químicos e incentivar o uso de insumos orgânicos produzidos na propriedade do agricultor, contribuindo, ainda, para o menor consumo das reservas naturais (STUCHI, 2015).

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento inicial de melanciaira sob diferentes concentrações de biofertilizante.

O trabalho foi desenvolvido em ambiente protegido nas dependências da Embrapa Amapá (Macapá-AP), entre os meses de Julho e Agosto de 2016. Foram semeadas três sementes da cultivar de melanciaira 'Crimson Sweet' em vasos de 8 dm<sup>3</sup>, dos quais 7 dm<sup>3</sup> foram preenchidos com solo, caracterizado pelos seguintes atributos físicos e químicos: classe textural = franco argilosa (areia, silte e argila = 40,75; 22,83 e 36,42 %, respectivamente); D = 1,01 g cm<sup>-3</sup>; Dp = 2,60 g cm<sup>-3</sup> e porosidade total = 61 %; água disponível = 14,66 %; pH (H<sub>2</sub>O) = 4,6; CE = 0,13 dS m<sup>-1</sup>; P = 1,11 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 0,28 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 1,82 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,04 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup> = 9,62 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 2,14 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC (pH 7,0) = 11,76 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 18,2 %. Decorridos cinco dias após a emergência, realizou-se o desbaste, deixando-se apenas uma plântula por vaso, que foi avaliada até findados 28 dias de sua semeadura. Os tratamentos testados foram constituídos de cinco concentrações de biofertilizante (0, 5, 10, 15 e 20 mL dm<sup>-3</sup> de solo). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada tratamento. O biofertilizante foi preparado seguindo recomendações

de Stuchi (2015) e foi aplicado sete dias após a semeadura. Após maturação, o composto orgânico apresentou os seguintes atributos químicos: pH ( $H_2O$ ) = 7,3; CE = 10,25 dS  $m^{-1}$ ; P = 1092,5 mg  $L^{-1}$ ;  $Ca^{2+}$  = 256,4 mg  $L^{-1}$ ;  $Mg^{2+}$  = 155,5 mg  $L^{-1}$  e  $K^+$  = 894,6 mg  $L^{-1}$ . Durante a condução do experimento, as unidades experimentais foram irrigadas a cada dois dias com o volume drenado da irrigação anterior e água do sistema de abastecimento local, totalizando 500 mL. Ao final do ensaio, foram mensuradas, nas 20 plantas de melanciaira, o comprimento do ramo principal (mensurado com régua milimetrada e expresso em cm), diâmetro do caule (com uso de paquímetro digital, a 1 cm do solo e expresso em mm), o número de folhas (incluindo cotilédones) e a fitomassa fresca das folhas, do ramo principal e das raízes (em balança digital). Após secagem em estufa a 65 °C até atingir peso constante, o material vegetal foi pesado novamente, obtendo-se fitomassa seca de cada uma das partes das plantas.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (teste F até 5 % de probabilidade), aplicando-se o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para a comparação das médias de tratamentos nos casos de significância pelo teste 'F'.

As plantas de melanciaira apresentaram mudanças morfométricas de acordo com a variação de concentração do biofertilizante no solo (0, 5, 10, 15 e 20 ml  $dm^{-3}$  - T0, T5, T10, T15 e T20, respectivamente).

O comprimento do ramo principal da planta (CRP) diferiu estatisticamente ( $p = 0,0095$ ) em função das concentrações de biofertilizante, tendo a aplicação de T10 evidenciado o maior CRP (18,28 cm). Diferentemente, o diâmetro do ramo principal (DRP) e o número de folhas (NF) não sofreram influência significativa ( $p = 0,0960$  e  $0,1123$ , respectivamente) com os níveis crescentes de biofertilizante no solo, evidenciando média de  $2,28 \pm 0,5$  mm de DRP e  $2,4 \pm 0,9$  folhas.

As fitomassas frescas das raízes (FFR), do ramo principal (FFRP), das folhas (FFF), da parte aérea (FFPA) e total (FFT) foram influenciadas estatisticamente ( $p < 0,05$ ) pelas concentrações crescentes de biofertilizante, em que o T10 proporcionou ganhos em fitomassa fresca nos órgãos da planta em relação ao controle (T0) na razão de 153,6; 312,3; 328,0; 320,8 e 281,2 % para FFR (0,153 g), FFRP (0,253 g), FFF (0,243 g), FFPA (0,496 g) e FFT (0,649 g), respectivamente.

Diferentemente do que foi observado para a fitomassa fresca, a fitomassa seca de raiz ( $0,034 \pm 0,011$  g) e de caule ( $0,036 \pm 0,014$  g) não diferiram significativamente ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos aplicados. No entanto, a fitomassa seca das folhas (FSF), da parte aérea (FSPA) e total (FST) responderam significativamente ( $p < 0,05$ ) às concentrações de biofertilizante aplicadas, tendo o T10 evidenciado os maiores ganhos em massa (0,150; 0,208 e 0,250 g de FSF, FSPA e FST, respectivamente) e diferido estatisticamente de T0, pelo teste de Tukey, em todas as variáveis citadas.

Os resultados obtidos no estudo ressaltam a necessidade de se determinar a quantidade exata de biofertilizante a ser utilizada para obter o máximo rendimento da planta, já que a aplicação de T10 promoveu os maiores incrementos dentre as variáveis mensuradas com resultados significativos ( $p < 0,05$ ) e as maiores concentrações de biofertilizante testadas (T15 e T20) não diferiram estatisticamente de T10. Corroborando os resultados, Benício et al. (2012) constataram, no desenvolvimento inicial da melanciaira 'Crimson Sweet', que a aplicação de 60 % da máxima concentração de biofertilizante aplicada via foliar (6 %) na fertilização das plantas promoveu os maiores ganhos em crescimento e biomassa. Ressaltaram ainda que aplicações superiores à recomendada inibiram o desenvolvimento das plantas.

## Referências

BENÍCIO, L.P.F.; LIMA, S.O.; SANTOS, V.M.; SOUSA, S.A. Formação de mudas de melancia (*Citrullus lanatus*) sob efeito de diferentes concentrações de biofertilizante. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. n. 2, p. 51-59, 2012.

BONFIM, I. G. A.; CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; ARAGÃO, F. A. S. **Polinização em melancias com e sem semente**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013.

FAOSTAT. Database. **Crops database**. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> > . Acesso em: 03 abril 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes - 2013**. Rio de Janeiro, IBGE, v. 40, p. 1-102, 2013.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO AMAPÁ. **Promotoria do Meio Ambiente**. Disponível em: < [www.mpap.mp.br/meio-ambiente/111-noticias-prodemac](http://www.mpap.mp.br/meio-ambiente/111-noticias-prodemac) > . Acesso em: 03 abril 2016.

STUCHI, J.F. **Biofertilizante**. Um adubo líquido de qualidade que você pode fazer. 1ed. Macapá: Embrapa Amapá, 2015. 16p.

## N-MINERAL DO SOLO EM CULTURAS DE ROTAÇÃO NA RENOVAÇÃO DO CANAVIAL SOB PLANTIO CONVENCIONAL E DIRETO

Saulo Augusto Quassi de Castro, Mariane Natera, Rafael Otto

<sup>1</sup>Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Mestrando, Piracicaba - SP, [saulo.castro@usp.br](mailto:saulo.castro@usp.br).

**Palavras-chave:** soja; amendoim; *Crotalaria juncea*; renovação do canavial.

Diversas modificações ocorreram na cana-de-açúcar em relação ao sistema de manejo da cultura. A colheita foi uma das transformações permanecendo resíduo vegetal sobre o solo que possibilitou o plantio da cana-de-açúcar sob sistema direto. O uso constante de maquinários pesados durante a colheita, gera questionamentos sobre a efetividade desse sistema na cana-de-açúcar. A produção de cana-de-açúcar adentra em áreas com solos são de baixa fertilidade. Devido a esse fator, a longevidade da cana-de-açúcar é baixa, necessitando reforma do canavial a cada 5-6 anos. Atitudes devem ser tomadas para aumentar a qualidade do solo, proporcionando maior longevidade e produtividade da cana-de-açúcar. Plantas oleaginosas representam uma oportunidade de recompor a produtividade da terra tendo diversos benefícios para o cultivo da cana-de-açúcar. Alguns benefícios que pode ser citados são: fixação biológica de nitrogênio (FBN) e ciclagem de nutrientes. Na renovação do canavial adubos verdes também são utilizados como, a *Crotalaria juncea*. De acordo com a reciclagem do nutriente, a cobertura vegetal pode substituir a adubação nitrogenada até o 2º corte da cana-de-açúcar (AMBROSANO et al., 2013).

Objetivou-se com o trabalho avaliar o teor de N mineral ( $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}_3^-$  e  $\text{N-NO}_2^-$ ) no solo e a produção de biomassa de em área cultivada com *C. juncea*, soja e amendoim durante o período de renovação do canavial em sistema de plantio direto e convencional.

O experimento foi instalado no município de Sales Oliveira, SP em área de cana-de-açúcar, na renovação do canavial. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. A área experimental foi dividida em PD e em PC. O delineamento experimental adotado foi o de em blocos casualizados com 4 tratamentos e 4 repetições, totalizando 16 parcelas experimentais em cada área. Os tratamentos implantados foram, Controle (área em pousio); Amendoim-branco cv. IAC-503; Crotalaria-juncea cv. IAC-KR1 e Soja cv. BMX Potência RR. As parcelas mediam 45 m de comprimento e 15 m de largura.

O teor de N mineral no solo foi avaliado no plantio das culturas de rotação, durante o ciclo das culturas de rotação (40 dias após o plantio (DAP), 70 DAP) e no final do ciclo da cultura (110 DAP – soja, 130 DAP – crotalaria e amendoim). O solo foi coletado na linha da cultura em 3 camadas, 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm. Utilizou-se 5 g de solo para determinar o Nmineral, a qual foi transferida para tubo falcon, adicionou-se 25 ml de KCl 2 M (relação 1:5 m/v) e 0,1 g de carvão ativado e agitou em mesa agitadora horizontal por 1 h a 180 rpm para posterior filtragem com papel filtro quantitativo filtragem lenta, previamente lixiviado (BURESH et al., 1982). Concomitante foi realizado a determinação da umidade da amostra (secagem de uma subamostra em estufa, a 110 °C por 24 h). O teor de N mineral do solo foi determinado pelo método colorimétrico descrito em Mulvaney (1996) para concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  e em Miranda et al. (2001) para  $\text{N-NO}_2^- + \text{N-NO}_3^-$ . A produtividade de grãos (amendoim e soja) foi obtida com a colheita mecanizada integral da parcela. A quantidade de

MS produzida e de acúmulo de MS foram realizadas no final do ciclo de cada cultura coletando-se 10 plantas aleatoriamente dentro de cada parcela e secando a 65 °C por 72h. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5 %.

A C. juncea, tanto no plantio direto como no plantio convencional, apresentou valores semelhantes de N mineral total nas camadas de 0-10 e 20-40 cm aos 40 e 70 DAP. Na camada de 10-20 cm houve alteração no teor de N mineral total aos 70 DAP, aumentando 2 mg kg<sup>-1</sup> no PC e diminuindo 4 mg kg<sup>-1</sup> no PD. Essa diferença pode estar relacionada com a profundidade de plantio da semente, alocada nessa camada no PC, visando favorecer a germinação, o desenvolvimento da semente e a nodulação. Já no PD a semente foi posicionada em camada superior devido solo mais estruturado e com maior densidade, dificultando a germinação da crotalaria, a qual apresenta pouca reserva, e necessitando maior absorção de nutriente para desenvolver e transpassar a barreira de solo e a camada de palha da cana-de-açúcar. A coleta aos 130 DAP apresentou os menores valores de N mineral total no solo devido a época de coleta de solo, frutificação da crotalaria, momento em que há translocação dos nutrientes e alta absorção desses para formação dos frutos.

A soja apresentou menor valor de N mineral na camada 10-20 cm aos 70 DAP, não apresentando diferença estatística entre as outras camadas. Aos 110 DAP os valores de N mineral não diferiram dos valores obtidos aos 40 DAP em todas as camadas, podendo ser explicado pelo aumento da nitrificação e mineralização próximo à colheita em PD, devido ao início da senescência das plantas e decomposição das raízes e nódulos no solo (SIQUEIRA NETO et al., 2010). No PC o decaimento no teor de N mineral total na camada 20-40 cm foi maior, apresentando queda de 3 mg kg<sup>-1</sup> aos 70 DAP, devido ao maior desenvolvimento do sistema radicular e maior absorção de nutrientes para suportar o estresse hídrico existente nesse período.

O amendoim, no PD, não demonstrou variação no teor de N mineral ao longo das três coletas, com valores médios, aos 130 DAP de 9,47, 9,28 e 10,5 mg kg<sup>-1</sup> nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. No PC houve decaimento de 2 mg kg<sup>-1</sup> no teor de N mineral aos 70 DAP na camada de 20-40 cm. No final do ciclo o N mineral apresentou queda média de 2,5 mg kg<sup>-1</sup> nas três camadas analisadas, fato explicado por o amendoim apresentar ciclo longo, necessitar de grande quantidade de nutriente para enchimento dos grãos e demorar entrar em senescência, absorvendo nutriente do solo até o momento de arranquio.

O pousio, no PD, apresentou decaimento no teor de N mineral nas três camadas aos 70 DAP. Aos 130 DAP os valores foram semelhantes aos 40 DAP nas duas primeiras camadas, devido mineralização do material vegetal presente na área. Na camada 20-40 cm houve decaimento no valor devido imobilização do N pelo microbiota. No PC houve queda nos valores de N mineral total nas duas primeiras coletas devido imobilização do N pelo microorganismos do solo, contudo, ao atingir relação C:N semelhante ao do material vegetal e iniciar decomposição dos resíduos vegetais, houve aumento do N mineral do solo, concretizado com os maiores valores aos 130 DAP.

A produtividade média do amendoim e da soja foi, respectivamente, de 2,8 e 2,6 t ha<sup>-1</sup> no PD e 3 e 2,2 t ha<sup>-1</sup> no PC. A produção de massa seca foi de 20, 3 e 3 t ha<sup>-1</sup> respectivamente para C. juncea, soja e amendoim em PD e 19, 4,7 e 2,5 t ha<sup>-1</sup> para as mesmas culturas em PC.

O sistema de manejo não influenciou na produtividade dos grãos e na produção de matéria seca da crotalaria. Porém influenciou na produção de MS das oleaginosas, maior no PC. Soja e amendoim apresentaram valores inferiores de N mineral no solo no PC, porém este sistema favoreceu os teores de N mineral em *Crotalaria juncea* e no pousio.

## Referências

AMBROSANO, E. J.; FOLTRAN, D. E.; CAMARGO, M. S.; ROSSI, F.; SCHAMMASS, E. A.; SILVA, E. C.; AMBROSANO, G. M. B.; DIAS, F. L. F. Acúmulo de biomassa e nutrientes por adubos verdes e produtividade da cana- planta cultivada em sucessão, em duas localidades de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, vol. 8, n. 1, p. 199-209, 2013.

BURESH, R.J.; AUSTIN, E.R.; CRASWELL, E.T. **Analytical methods in <sup>15</sup>N research**. Fertilizer Research 3: 37-62, 1982.

MIRANDA, K.M.; ESPEY, M.G.; WINK, D.A. A rapid simple spectrophotometric method for simultaneous detection of nitrate and nitrite. **Biology and Chemistry**, Amsterdam, v. 5, p. 62-71, 2001.

MULVANEY, R. L. Nitrogen – inorganic forms. In: SPARKS, D.L.; PAGE, A. L. ; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T.; SUMMER, M. E. **Methods of soil analysis**. Madison : Soil Science Society of America, 1996. Pt. 3: Chemical methods, chap. 38, p. 1123-1184



## LIBERAÇÃO DE FORMAS DE FÓSFORO DOS RESÍDUOS DE PLANTAS DE COBERTURA EM PLANTIO DIRETO AGROECOLÓGICO

Rodolfo Assis de Oliveira<sup>1</sup>, Jucinei José Comin<sup>1</sup>, Tales Tiecher<sup>2</sup>, Claudinei Kürtz<sup>3</sup>, Gustavo Brunetto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Doutorando, Florianópolis - SC, [rodolfo.assis@posgrad.ufsc.br](mailto:rodolfo.assis@posgrad.ufsc.br);

<sup>2</sup>Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões; <sup>3</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; <sup>4</sup>Universidade Federal de Santa Maria.

**Palavras-chave:** adubação verde; ciclagem de P; *Allium cepa*.

A concentração média de P total em plantas varia de 0,05 até 0,50 %, sendo que os teores de P associados com o RNA e lipídeos podem variar num fator de até cinco vezes, enquanto o P inorgânico solúvel pode variar até 50 vezes (BIELESKI, 1973), isso ocorre porque o vacúolo das células de plantas superiores atua como um reservatório de P inorgânico solúvel não metabólico, responsável pelo fornecimento de 85-95 % do total de P inorgânico às plantas. No vacúolo, quase todo o P é encontrado em formas solúveis inorgânicas e parte em formas orgânicas solúveis, principalmente na forma de monoésteres. Já as formas de P orgânico diésteres são encontradas principalmente nos ácidos nucleicos (DNA e RNA) e fosfolipídios não solúveis em água. Assim, além do teor de P total no tecido das plantas é importante conhecer também as formas de P que a planta acumula em seus tecidos, pois isso determinará a velocidade de liberação do P dos tecidos vegetais para os próximos cultivos. Para esse propósito pode ser empregado uma técnica de fracionamento químico sequencial que separa o P do tecido vegetal em seis grandes grupos: (i) inorgânico solúvel, (ii) orgânico solúvel, (iii) lipídico, (iv) DNA, (v) RNA e a (vi) fração residual.

Em cultivos de cebola (*Allium cepa* L.) sob sistema plantio direto de hortaliças, os resíduos de plantas de cobertura são depositados nas entrelinhas de plantio, principalmente, no final do inverno e início da primavera. Assim, tem-se maior proteção da superfície do solo contra o impacto das gotas de chuva, o que aumenta a estabilidade dos agregados e reduz a erosão hídrica, além de suprimir a incidência de plantas espontâneas e aumentar o armazenamento de água no perfil do solo. Parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas de cobertura são acumulados no sistema radicular ou na parte aérea, reduzindo a probabilidade de lixiviação no perfil do solo ou as perdas por adsorção específica de alta energia pela fração coloidal do solo (e.g. fosfato), o que aumenta o tempo de permanência desses elementos no solo, favorecendo a absorção deles pelo cultivo subsequente. No entanto, existem poucos estudos sobre a dinâmica de formas de P acumulados nas espécies de plantas de cobertura solteiras ou consorciadas, bem como a taxa de liberação de formas de P no solo ao longo de decomposição dos resíduos.

O objetivo do trabalho foi avaliar a liberação de formas de P de resíduos de plantas de cobertura, solteiras e consorciadas, em sistema plantio direto agroecológico de cebola.

O experimento foi conduzido no período de julho a novembro de 2013, na área experimental da Empresa de Pesquisa e Extensão Agropecuária do estado de Santa Catarina (Epagri), em Ituporanga, região do Alto Vale do Itajaí - SC. Os tratamentos constituíram-se da semeadura de plantas de cobertura solteiras e consorciadas: (1) testemunha com vegetação espontânea; (2) 100 % aveia preta (*Avena sativa* L.); (3) 100 % centeio (*Secale cereale* L.); (4) 100 % nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.); (5) consórcio de nabo-forrageiro + centeio; e (6) nabo-forrageiro + aveia preta.

Em julho todas as espécies de inverno dos tratamentos foram acamadas com o auxílio de um rolo-faca, sendo os resíduos depositados sobre a superfície do solo antes do cultivo da cebola (*Allium cepa* L.). Posteriormente, com o uso de uma plantadeira adaptada para a cebola no sistema plantio direto foram abertas linhas com espaçamento de 0,50 m entrelinhas. As mudas de cebola (cv. 'Empasc 352' - Bola Precoce) foram transplantadas manualmente nas linhas, com espaçamento entre plantas de 0,10 m. Em seguida as bolsas de decomposição foram depositadas diretamente sobre a superfície do solo, nas entrelinhas de plantio da cebola. Foram depositadas 24 bolsas de cada tratamento, totalizando 144 bolsas. No momento da deposição das bolsas de decomposição sobre o solo (tempo 0) e aos 15 e 45 dias após a deposição das bolsas de decomposição, as bolsas foram coletadas e reservadas.

A matéria seca dos resíduos foi submetida ao fracionamento químico de P, conforme metodologia proposta por Casali et al. (2011). As frações de P obtidas foram: P solúvel total em ácido (Pst), P solúvel inorgânico (Psi), P solúvel orgânico (Pso) (por diferença entre Pst e Psi), P lipídico (Plip), P associado ao RNA (P-RNA), P associado ao DNA (P-DNA) e P residual (Pres).

Os dados dos teores de P obtidos pelo fracionamento químico das amostras de tecido das plantas de cobertura foram submetidos a análise de variância e quando os efeitos foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A distribuição das formas de P no tecido vegetal no tempo 0, seguiu a seguinte ordem de importância para todos os tratamentos:  $\text{Psi} > \text{Pso} \approx \text{Plip} \approx \text{P-RNA} > \text{P-DNA} \approx \text{Pres}$ . A forma Psi apresentou, na média geral, um teor de  $3068 \pm 566 \text{ mg kg}^{-1}$ , representando aproximadamente  $73 \pm 14 \%$  do teor total de P. O acúmulo de P ocorre porque as plantas normalmente possuem mais de um mecanismo de absorção do nutriente, principalmente em ambientes com alta disponibilidade de Pi (MARTINEZ et al., 2005).

Comparativamente ao tempo 0 (0 DAD), a diminuição do teor de P total presente no tecido das plantas de cobertura sempre foi acompanhado da diminuição do teor de Psi aos 15 e 45 dias após disposição das plantas de cobertura. O teor das frações de Pso, Plip e P-DNA flutuou ao longo do tempo de acordo com a espécie de planta de cobertura. Por outro lado, é possível também verificar um incremento nas frações Pres, P-RNA e P-DNA na última amostragem em todos os tratamentos o aumento da concentração de P-RNA e Pres com o tempo foi consistente em todos os tratamentos. Isso demonstra que nos primeiros estágios de decomposição dos resíduos vegetais ocorre basicamente a liberação do Psi contido no vacúolo das plantas, enquanto as frações mais recalcitrantes como Pres e P-RNA tendem a aumentar sua proporção nos resíduos que dependem da mineralização para a liberação de P.

O P-RNA é considerada uma fração de recalcitrância elevada. O aumento do teor de P-RNA ao longo do tempo pode ter acontecido por causa da imobilização de P pela biomassa microbiana, assim como a formação de subprodutos oriundos da decomposição microbiana, dentre os quais formas orgânicas de P como o ácido teicoico, que é um polissacarídeo ácido encontrado na parede celular das bactérias, obtidos principalmente com o cultivo de espécies de plantas de cobertura como as leguminosas, além de o P-RNA estar contido na biomassa microbiana que realiza a decomposição do resíduo, o que faz aumentar esses teores com o tempo.

Os teores de P-RNA nos consórcios não apresentaram aumento para P-RNA do tempo 0 para 15 dias após disposição das plantas de cobertura, diferindo dos tratamentos solteiros e vegetação

espontânea, os quais todos aumentaram P-RNA de 0 para 15 dias após disposição das plantas de cobertura. Essas diferenças podem ser decorrentes das novas condições estabelecidas com o consórcio, o que parece ter ocasionado a redução da mineralização dos resíduos vegetais pelos microrganismos em comparação aos tratamentos solteiros.

A liberação do P contido no tecido de plantas de cobertura não depende apenas do teor total do nutriente no tecido, mas também a forma de acúmulo e qualidade do resíduo em decomposição.

Os consórcios de nabo-forrageiro + centeio e nabo-forrageiro + aveia preta apresentaram maior liberação de P-RNA aos 45 dias da deposição dos resíduos em comparação aos tratamentos solteiros.

## Referências

BIELESKI, R. L. Phosphate Pools, Phosphate Transport, and Phosphate Availability. **Annu Rev Plant Physiol**, n. 24, p. 225-252, 1973.

CASALI, C.A.; KAMINSKI, J.; PICCIN, R.; ARBUGERI, F. E.; DONEDA, A. Mineralização das formas de fósforo do tecido de plantas de cobertura. **Inf Agron – INPI**, n. 135, p. 21–24, 2011.

MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F.; RODRIGUES, L. A.; SACRAMENTO, L. V. S. Phosphate forms in plant and their internal buffering in five soybean cultivars. **Rev Bras Cienc Solo**, n. 29, p. 249-257, 2005.

## FÓSFORO DISPONÍVEL DO SOLO SOB DIFERENTES TECNOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO SUDOESTE DO PARANÁ

Flávia Lima Moreira, Carlos Alberto Casali, Bruna Larissa Feix

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos, Graduanda em Engenharia Florestal, Dois Vizinhos - PR, f\_moreira\_florestas@hotmail.com.

**Palavras-chave:** áreas degradadas; qualidade do solo; fósforo no solo.

A região Sudoeste do Paraná tem como setor primário a base da sua economia. Contudo, esse setor possui uma interdependência dos recursos naturais, o que exige que o desenvolvimento do setor ocorra paralelamente à preservação ambiental, bem como à recuperação de áreas manejadas inadequadamente. Em ecossistemas naturais, quando há alterações na composição da vegetação, sendo estas oriundas das práticas de manejo associadas as atividades de exploração agropecuária ou florestal, podem trazer consequências não só em relação à biodiversidade, mas também a degradação causada aos solos e a conservação, uma vez que, essas alterações de maneira inevitável podem causar perda de fertilidade e consequentemente de capacidade produtiva do solo (CHAVES et al., 2012).

De acordo com essas afirmações, estudos estão sendo realizados na tentativa de solucionar os problemas causados pela degradação de áreas naturais, destacando trabalhos envolvendo composição florística, nucleação, banco de sementes do solo e estrutura de comunidades existentes nestas áreas (MARTINS et al., 2008). Contudo, ainda são escassos os trabalhos realizados em relação ao efeito dessas técnicas sobre parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de solo, mesmo sabendo que estes atributos podem ser afetados diretamente pelas formas de uso e manejo do solo.

Nesse sentido, em trabalhos que busquem avaliar técnicas de restauração de áreas degradadas é fundamental a quantificação de parâmetros de solo, principalmente daqueles envolvidos com o desenvolvimento das espécies vegetais, como a ciclagem de nutrientes. Assim, visando selecionar a mais adequada tecnologia de restauração ecológica em emprego no Sudoeste do Paraná, torna-se essencial avaliar o efeito das diferentes técnicas empregadas sobre a melhoria do sistema solo. Para tanto, é necessário monitorar indicadores sensíveis às alterações do ambiente, e a avaliação das formas de P do solo pode auxiliar a estabelecer critérios, uma vez que este elemento é de grande importância para o desenvolvimento de espécies vegetais, como também por ser um elemento de baixa disponibilidade e mobilidade em solos altamente intemperizados. O presente estudo tem por objetivo avaliar o fósforo disponível do solo sob diferentes tecnologias de restauração ecológica no Sudoeste do Paraná.

As técnicas de restauração ecológicas encontram-se dentro da área experimental da fazenda do Câmpus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O clima predominante é do tipo Cfa, segundo classificação de Köppen (1928), com solo tipo LATOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2009) e a formação florestal predominante é um ecótono entre as Florestas Ombrófila Mista e a Estacional Semidecidual, gerando uma biodiversidade diferenciada. Esta área era utilizada para atividades agropecuárias e posteriormente foi abandonada. No ano de 2010, foi realizada a implantação dos tratamentos: regeneração passiva (RP), plantio de árvores em área total sob linhas de preenchimento e diversidade (plantio em área total - PAT) e nucleação (NC). O delineado utilizado foi de 12 parcelas de 40 x 54 m totalizando (2160 m<sup>2</sup>), distribuídas em quatro blocos casualizados,

com espaçamento de três metros de largura entre parcelas. A amostragem de solo foi realizada em junho de 2014, quando a área estava com aproximadamente três anos de implantação dos tratamentos, em seis pontos por parcela, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Após, elas foram secadas ao ar, moídas e peneiradas em malha de 2,0 mm. Para as análises de fósforo disponível, no laboratório as seis subamostras foram unidas em uma única amostra composta, totalizando 32 amostras. Amostras de 0,5 g de solo seco foram submetidas à extração com resina trocadora de ânions em lâminas (AR 103 QDP 434) e o P foi determinado segundo Murphy e Riley (1962). Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro pelo *software* estatístico Assistat.

Para a camada do solo de 0-5 cm, o teor de PiRTA variou de 8 a 12 mg kg<sup>-1</sup>, teores considerados baixo e médio, respectivamente, conforme o manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC (CQFS, 2004), sendo que não houve diferença significativa entre as tecnologias de restauração ecológica, bem como não diferiu do solo sob floresta nativa. Para a camada de 5-10 cm, os teores de P disponível foram menores que na camada superior e variaram de 7 a 9 mg kg<sup>-1</sup>, teores considerados baixos, conforme o manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC (CQFS, 2004), também não havendo diferença significativa. Como o solo do presente estudo é LATOSSOLO VERMELHO altamente intemperizado e o P possui baixa mobilidade no perfil, nota-se que os teores são maiores na camada de 5 centímetros. Tiecher (2011) e Casali (2012) também verificaram que o fósforo do solo sob Floresta Ombrófila Mista concentra-se nos primeiros 5 cm. Conclui-se que a tecnologia de restauração ecológica não interfere no teor de fósforo disponível em solos do Sudoeste do Paraná.

## Referências

- CHAVES, A.A.A.; LACERDA, M.P.C.; GOEDERT, W.J.; RAMOS, M.L.G.; KATO, E. Indicadores de qualidade de Latossolo Vermelho sob diferentes usos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 446-454, 2012.
- CASALI, C.A. **Sistemas de culturas sob diferentes manejos por longa duração alteram as formas de fósforo do solo?** 2012. 149 f. Tese (Doutorado), Curso de Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal, de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, SBRS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.
- TIECHER, T. **Dinâmica do fósforo em solo muito argiloso sob diferentes preparos de solo e culturas de inverno**. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado), Curso de Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- MARTINS, S.V.; ALMEIDA, D.P.; FERNANDES, L.V.; RIBEIRO, T.M. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1081-1088, 2008.

## USO CONTINUADO DE CAMA DE AVIÁRIO NO SOLO: EFEITO NA PRODUÇÃO VEGETAL E EM ATRIBUTOS DO SOLO

Antonio Costa<sup>1</sup>, Graziela Moraes de Cezare Barbosa<sup>1</sup>, Marco Aurélio Teixeira Costa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Pesquisador, Londrina - PR, [antcosta@iapar.br](mailto:antcosta@iapar.br);

<sup>2</sup>Universidade Federal do Tocantins.

**Palavras-chave:** resíduo; valor fertilizante; rotação de cultura.

A utilização dos dejetos oriundos da criação de animais em confinamento está diretamente ligada à questão ambiental e ao seu descarte em solos agrícolas. No Brasil esta preocupação tem ocorrido em função da sua utilização como fertilizante nos solos, em áreas onde a concentração de animais está, muitas vezes, acima da capacidade suporte do solo. Por esse motivo, várias pesquisas estão sendo conduzidas para verificar a utilização de resíduos da produção animal como potencial fertilizante às culturas de grãos e pastagens (KONZEN, 2003). A aplicação contínua dos resíduos animais no solo pode causar desequilíbrios entre nutrientes (N, P, K), toxidez de alguns metais pesados (Cu e Zn) e lixiviação de nitratos que pode atingir o lençol freático, sendo essas as principais preocupações dos órgãos ambientais e dos pesquisadores ligados ao problema. O objetivo desse estudo foi verificar a produção de grãos de cereais e a massa seca da parte aérea de plantas de cobertura com aplicações sucessivas de cama de aviário e as alterações ocorridas em atributos químicos do solo.

O experimento utilizando cama de aviário foi instalado em sistema de plantio direto, em 2006, na Estação Experimental de Pesquisa do IAPAR, no município de Umuarama, PR (23° 47' 55" S - 53° 18' 48" W). O solo é classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico (EMBRAPA, 2006). Os tratamentos foram constituídos por testemunha sem aplicação de resíduos (T0), aplicação de adubação mineral recomendada para a cultura a ser cultivada (TM), cama de aviário, aplicada semestralmente, a partir da safra de soja de 2006, em doses correspondentes a: 1 (CA1), 2 (CA2) e 4 (CA4) t ha<sup>-1</sup> aplicação<sup>-1</sup>, totalizando 17, 34 e 68 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, ao final de dez anos, em 2016, um tratamento combinando o fertilizante mineral e a cama de aviário na dose de 1 t ha<sup>-1</sup> (TMCA1). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Foram realizadas as colheitas de grãos de soja em 2007, 2009, 2011, 2013 e 2015; de milho em 2008, 2010, 2012, 2014 e 2016 e de trigo, em 2009. No inverno foram avaliadas a massa seca da parte aérea de aveia em 2007, 2010, 2014, e 2015; aveia+ervilhaca em 2008 e aveia + nabo forrageiro em 2013. Amostras de solo foram coletadas anualmente após a safra de verão, nas profundidades de 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 m. As amostras foram secas a 65 °C em estufa com circulação forçada de ar, trituras e passadas em peneira de 2 mm e analisadas segundo Pavan et al. (1992). Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão usando o *software* SISVAR 4.6 (FERREIRA, 2000).

A produção acumulada, em kg ha<sup>-1</sup>, de grãos de soja, milho e trigo, nos 11 cultivos realizados no período, aumentou linearmente com as doses de cama de aviário aplicadas ( $Y = 34042 + 337,09 X$ ,  $R^2 = 0,919$ ), portanto, aumento de 67 % para a maior dose acumulada de cama de aviário aplicada no período, 68 t ha<sup>-1</sup>, em relação ao tratamento testemunha, T0. A aplicação de fertilizante mineral (TM), conforme recomendação para a cultura, aumentou a produção de grãos em 30 %, em relação a T0 estimada pela na equação acima. A produção acumulada, em kg ha<sup>-1</sup>, de massa seca da parte das plantas de cobertura cultivadas no período, aumentou linearmente com as doses de cama aplicadas



( $Y = 32405 + 522,07 X$ ,  $R^2 = 0,913$ ), portanto, aumento na massa seca produzida no período estimado em 103 %, em relação a T0, para a maior dose de cama de aviário aplicada. O tratamento TM produziu 44 173 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, 36 % mais que o estimado para o tratamento T0. Portanto, os constituintes nutrientes da cama de aviário apresentaram valor fertilizante que proporcionaram o aumento da produção vegetal avaliada pela produção de grãos e massa seca da parte aérea e pode substituir ou combinar com o uso de fertilizante mineral na agricultura.

Os resultados de atributos do solo confirmam a contribuição da cama de aviário no aumento de nutrientes no solo e, por consequência na planta, com aumento da produção vegetal. Nas amostras de solo avaliadas em 2015, na profundidade de 0,0-0,10 m, o teor de P mais elevado foi determinado no tratamento CA4 (114,03a mg dm<sup>-3</sup>), seguido do TM (61,03b mg dm<sup>-3</sup>); o tratamento T0 apresentou o menor valor de P (7,05d mg dm<sup>-3</sup>). Letras diferentes que seguem os números, nos parênteses, indicam diferença pelo teste de t. Os valores mais elevados de soma de bases foram observados nos tratamentos CA4 (4,30a mg dm<sup>-3</sup>) e CA2 (3,89ab mg dm<sup>-3</sup>); o menor valor ocorreu quando se aplicou fertilizante mineral (2,80 c mg dm<sup>-3</sup>). No período avaliado, apesar do maior aporte de massa seca ao sistema pelos tratamentos que receberam cama de aviário e fertilizantes, não se observou alteração no teor de carbono. Na avaliação realizada em 2015 na profundidade de 0,0-0,10 m, os tratamentos TM e T0 apresentaram teores de carbono de 7,93a e 8,18a mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente; no CA4 esse valor foi de 8,84a. Esses valores de carbono são muito baixos e não se observou diferença significativa entre eles.

O uso de cama de aviário aumentou a produção de grãos dos cereais e a da massa seca da parte aérea das plantas de cobertura, ficando demonstrado seu valor fertilizante. Elevou os teores de fósforo e de soma de bases no solo. O uso continuado desse resíduo por dez anos não aumentou o teor de carbono no solo.

## Referências

- KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos suínos e cama de aves**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 10p. Embrapa milho e Sorgo. (Circular Técnica, 31).
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 412p.
- FERREIRA, D. F. Análises Estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: **REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA**. São Carlos, 2000. Anais. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 2000. p. 255-258.
- PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F. M.; ZEMPULSKI, H. C. e MIYAZAWA, M. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina, Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), 1992, 39p. (Circular, 36).



## PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E TEORES DE P E K EM SOLO ADUBADO COM DEJETOS ANIMAIS: ANÁLISE DE OITO SAFRAS

Luiz Antônio Zanão Júnior<sup>1</sup>, Graziela Moraes de Cezare Barbosa<sup>1</sup>, Natália Pereira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Pesquisador, Santa Tereza do Oeste - PR, [lzanao@iapar.br](mailto:lzanao@iapar.br);

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

**Palavras-chave:** dejetos líquido de suínos; cama de aviário; adubação.

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de suínos e aves. Todavia, essa intensificação resulta na produção de uma grande quantidade de dejetos de animais, aumentando os riscos de contaminação do ambiente. Uma alternativa economicamente viável de destinação destes dejetos é sua utilização como fertilizante, devido ao seu alto conteúdo de nutrientes como fósforo, potássio e nitrogênio (BARBOSA et al., 2009). A adição frequente desses dejetos pode aumentar os teores de nutrientes no solo.

Alguns trabalhos mostram a eficiência agrônômica dos dejetos de animais em comparação com a adubação mineral em apenas uma safra. No entanto, os dejetos apresentam efeito residual no solo, por conter formas orgânicas de nutrientes que podem ser mineralizadas. Seria interessante a avaliação da utilização desses dejetos em uma mesma área por mais de uma safra para avaliar sua eficiência agrônômica e o acúmulo de nutrientes no solo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de grãos e disponibilidade de fósforo (P) e potássio (K) no solo com a utilização dos dejetos de animais e adubação mineral em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico no Oeste do Paraná, durante oito safras.

O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná, em Santa Tereza do Oeste - PR, por cinco anos consecutivos sob sistema plantio direto. O solo possuía fertilidade considerada adequada, com altos teores de P e K. Foi iniciado na safra de inverno de 2011, com a semeadura da aveia preta sem aplicação de fertilizantes, para uniformizar a área. Na safra de verão de 2011/2012 foi cultivada soja, com aplicação dos tratamentos no dia da semeadura, assim como em todos os cultivos seguintes. Na sequência foram cultivados aveia branca granífera, milho, aveia preta forrageira (produção de palha), soja, trigo, feijão e crame e milho (verão 2015/2016). Apenas, na cultura do crame não houve aplicação dos tratamentos para avaliar pontualmente o efeito residual das adubações anteriores.

Os tratamentos sempre foram aplicados nas mesmas parcelas. Foram gerados pelo esquema fatorial (2 x 3) + 1, sendo dois dejetos (líquido de suínos e cama de aviário) e três doses de cada, em DBC, com três repetições. As doses dos dejetos foram calculadas para fornecer metade, uma e duas vezes o equivalente ao  $P_2O_5$  e ao N fornecidos pela adubação mineral para leguminosas e para gramíneas, respectivamente. O tratamento adicional utilizado foi a adubação mineral, calculada de acordo com a análise do solo e necessidade de cada cultura.

Foram avaliadas e somadas as produtividades de grãos ( $kg\ ha^{-1}$  a 13 % de umidade) em cada safra (soja + aveia branca + milho + soja + trigo + feijão + crame + milho).

Após a colheita do crame foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm para avaliação dos teores de P e K disponíveis (Mehlich-1).

Os dados foram submetidos à análise de variância e o efeito do tipo e das doses dos dejetos foi

avaliado pelo teste de Tukey a 5 %. O tratamento adicional (adubação mineral) foi comparado por meio de análise de contraste com a adubação com os dejetos.

Os teores de P e K no solo foram maiores quando foi realizada adubação com dejetos de animais, em comparação com a adubação mineral. Com a utilização do dejetos líquido de suínos houve aumento médio de 529 % nos teores de P e de 151 % no caso da cama de aviário. Esses valores tratam-se da média do aumento dos teores de P nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. Na profundidade de 20-40 cm, houve aumento do teor de P de 7 mg dm<sup>-3</sup> (adubação mineral) para 33 mg dm<sup>-3</sup> de P (adubação com dejetos líquido de suínos), mostrando que houve mobilização do P no perfil do solo com a utilização desse dejetos.

Quanto maior a dose dos dejetos, também, maiores foram os teores de P e K acumulados no solo em todas as profundidades avaliadas.

A aplicação de dejetos líquido de suínos proporcionou maiores teores de P no solo do que a aplicação da cama de aviário. Este resultado pode ser atribuído ao seu índice de eficiência mais elevado, em relação ao da cama de aviário conforme relatado por Comissão...(2004). Esses valores no acréscimo do teor de P no solo, comparados à adubação mineral, indicam aspecto positivo da adubação com dejetos de animais, principalmente no caso do dejetos líquido de suínos, pois o teor de P é um atributo químico muito importante nos solos tropicais. A eficiência da adubação fosfatada mineral é pequena nesse caso.

O teor de K no solo aumentou significativamente com a aplicação dos dejetos de animais. O aumento médio no teor de K no solo foi na ordem de 143 %, com a aplicação dos dejetos, sendo 177 % para a cama de aviário e 108 % para o dejetos líquido de suínos. O K é liberado no solo rapidamente dos dejetos de animais porque neles encontra-se na forma prontamente disponível para as plantas, não precisando sofrer processo de mineralização.

Maiores teores de K no solo com aplicação de cama de aviário devem-se ao fato de que, em geral, ela possui maiores teores desse elemento que o dejetos líquido de suínos.

A taxa de incremento do K no solo foi menor que a do P. Isso reflete a maior exportação de K na colheita, uma vez que esse nutriente é o segundo mais exportado pelas culturas. A retirada de K do sistema é bem superior que a de P.

A adubação com dejetos de animais elevou significativamente a produtividade de grãos (40470,7 kg ha<sup>-1</sup>) em relação à adubação mineral (38582,2 kg ha<sup>-1</sup>) ao final de oito safras. Segundo Rodrigues et al. (2009), a matéria orgânica de origem animal, quando fornecida em doses adequadas, causa um efeito positivo no rendimento das culturas, justamente pelo seu conteúdo complexo de nutrientes. Elevando a disponibilidade de nutrientes no solo ela pode aumentar a produtividade das culturas.

O dejetos líquido de suínos proporcionou maior produtividade de grãos em relação à cama de aviário, possivelmente por ter disponibilizado maiores quantidades de P e N ao sistema, principalmente o primeiro em profundidade. A diferença média de produtividade foi de 1384 kg ha<sup>-1</sup> de grãos entre os dois dejetos.

Em relação à dose utilizada, as que foram recomendadas para fornecer o equivalente ao P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fornecido pela adubação mineral para as leguminosas e ao N para as gramíneas proporcionaram a maior produtividade de grãos. Dessa forma, ao utilizar adubação com dejetos de animais torna-se necessário estipular a dose a ser aplicada de acordo com a necessidade da cultura, da análise do solo e dos teores de nutrientes do dejetos a ser utilizado.

A produtividade de grãos e disponibilidade de P e K no solo foram maiores com a utilização dos dejetos de animais (dejeito líquido de suínos e cama de aviário ) em comparação à adubação mineral em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico no Oeste do Paraná. O dejeito líquido de suínos proporcionou maior produtividade de grãos, maiores teores de P e menores teores de K no solo que a cama de aviário. A melhor dose de aplicação dos dejetos de animais foi a que forneceu a quantidade de nutrientes necessária para a cultura.

## Referências

BARBOSA, G.M.C.; CAVIGLIONE, J.H.; ANDRADE, D.S.; COSTA, A. Produção de massa seca de aveia branca em solo com aplicação de resíduos animais. **Synergismus Scyentifica UTFPR**, v.4, p.1-3, 2009.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. CQFS RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre**: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.

RODRIGUES, P.N.F.; ROLIM, M.M.; BEZERRA NETO, E.; PEDROSA, E.M.; OLIVEIRA, V.S. Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, v.13, n.1, p. 94-99, 2009.

## FERTILIZAÇÃO FOSFATADA COM ADUBO ORGÂNICO NA CULTURA DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)

Marcos Sanabria Franco, Carlos Leguizamón Rojas, Cesar Caballero, Guido Samudio Cardozo, Victor Ramirez Peralta

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción, Graduando, San Lorenzo - RS, [marcosfabiansanabria@gmail.com](mailto:marcosfabiansanabria@gmail.com).

**Palavras-chave:** mandioca; adubação fosfatada; esterco bovino.

A mandioca se constitui na fonte alimentar básica na dieta da família paraguaia. Além disso, é utilizada para a alimentação animal e para obtenção de amido por processamento industrial. Este rubro se produz principalmente nas pequenas propriedades, tendo um rendimento médio no país de 15 Mg ha<sup>-1</sup> (SIMA/DC/MAG 2014). Uma das razões do baixo rendimento é a limitação na fertilidade do solo, especialmente a baixa presença de matéria orgânica e ao baixo nível de fósforo extraível nos solos da região oriental do país.

O experimento se realizou no Distrito de Caaguazú, Paraguai, num *Rhodic Paleudult* (LÓPEZ et al., 1995), com textura arenosa, ligeiramente ácido (5,70), sem presença de acidez trocável, baixas concentrações de matéria orgânica (6,9 g kg<sup>-1</sup>), de fósforo extraível (2,76 mg kg<sup>-1</sup>) e de bases trocáveis, cálcio (0,80), magnésio (0,28), potássio (0,07) e sódio (0,02), todos em cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>. O desenho experimental foi de parcelas subdivididas, disposto no campo em blocos completos ao acaso. Nas parcelas se distribuíram três doses de esterco bovino (0, 15 y 30 t ha<sup>-1</sup>) y nas subparcelas cinco doses de fósforo (0, 35, 70, 105 y 140 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Em todas as unidades experimentais se aplicaram 60 kg ha<sup>-1</sup> de N y 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. O tamanho de cada unidade experimental foi de 15 m<sup>2</sup>, contendo a área útil 12 plantas de mandioca, com um espaçamento de 1 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas. As variáveis avaliadas foram altura da planta e rendimento total aos 10 meses de implantação. Os resultados foram submetidos a análise de variância ao 5 % de probabilidade do erro e análise de regressão.

Na altura da planta observaram-se efeitos significativos da aplicação de esterco bovino e das doses de fósforo e a não existência de interação entre as mesmas. Nesta variável obteve-se uma resposta lineal à adição de esterco ( $y = 0,139x + 1,4807$ ,  $R^2 = 0,97$ ), indicando um acréscimo de 0,139 m por Mg ha<sup>-1</sup> de adição de esterco, para a faixa de doses estudada. Com respeito à dose de fósforo também os dados de incremento da altura ajustaram-se a equação lineal ( $y = 0,0009x + 1,6992$ ,  $R^2 = 0,81$ ).

No rendimento da mandioca verificou-se efeito significativo pela adição de esterco bovino e não assim pela adição de doses de fósforo e nem interação entre as mesmas. O rendimento da mandioca aumentou linealmente com a aplicação de esterco bovino ( $y = 5,362x + 40,871$ ,  $R^2 = 0,99$ ), passando de 46, 27 Mg ha<sup>-1</sup> na testemunha a 57,0 Mg ha<sup>-1</sup> com a maior dose (30 t ha<sup>-1</sup>). Estes resultados são similares como os obtidos por Rós et al. (2013) que em solos com baixa concentração de matéria orgânica, também encontraram aumento significativo no rendimento da mandioca com incorporação de resíduos orgânicos; ademais se ajusta ao mencionado por Peñalva e Calegari (1998) "a matéria orgânica do solo é um dos fatores críticos que afeta a sustentabilidade de qualquer sistema produtivo". Por outro lado, as doses de fósforo aplicadas não incidiram no rendimento, obtendo-se uma média experimental de 51,59 Mg ha<sup>-1</sup>, muito superior à média nacional 19 Mg ha<sup>-1</sup>. Neste sentido Ramirez (1989) afirma que em solos muito deficientes em fósforo e matéria orgânica, a aplicação de fertilizante

fosfatado produz pouco efeito, no rendimento da mandioca.

A aplicação de esterco bovino aumenta o crescimento vegetativo e o rendimento da mandioca. A adição de fertilização fosfatada não incrementa o rendimento, inclusive ao ser realizado com uma primeira aplicação de hasta 30 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, em solos arenosos com baixa concentração de matéria orgânica e baixo nível de fósforo disponível.

Agradecimento: Ao Projeto “Manejo da fertilidade do solo para a produção de alimentos”, apoiado pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CONACYT) – Paraguay.

## Referências

- LÓPEZ GOROSTIAGA, O. et al. **Estudio de Reconocimiento de Suelos, Capacidad de Uso de la tierra y Propuesta de Ordenamiento Territorial preliminar para la Región Oriental del Paraguay**. Proyecto de Racionalización de uso de la Tierra. Asunción, Paraguay. SSERNMA/Banco Mundial. 1995. 246 p.
- MAG - Ministerio de Agricultura y Ganadería. **Sistema de Producción Sostenible para los Departamentos de Caazapá y Guaira**. Cooperación Técnica Alemana. Asunción Paraguay, 2004. 154 p.
- PEÑALVA, M; CALEGARI, A. **Importancia agroecológica y especies con potencial de uso Uruguay**. Canelones, Uruguay. MGP (JUNUFRA)- GTZ. 1998. 89 p.
- RAMÍREZ, R. Relación entre el fósforo del suelo con la respuesta de la yuca a la fertilización fosfatada. **Agronomía Tropical**. Cojedes, Venezuela. Disponible en: [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/Agronomia%20Tropical/at3913/Arti/ramirez\\_r4.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at3913/Arti/ramirez_r4.htm). 3p. Consultado el 20 nov. 2015. v.39 n.1-3 p.115-130. 1989.
- RÓS, AB; SILVA HIRATA, AD; NARITA, N. Produção de raízes de mandioca e propriedades química e física do solo em função de adubação com esterco de galinha. **Pesq. Agropec. Trop. Brasil**. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v43n3/a01.pdf>. Consultado el 24 de abril 2016. v.43 n.3 p.247-254. 2013
- SIMA (Servicio de Información de Mercados Agropecuarios) DC (Dirección de Comercialización) MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). **Situación de los Mercados de Productos Fruti-hortícolas en el Paraguay**. Asunción, Paraguay. 2014. Disponible en: [http://mag.gov.py/Comercializacion/MAY\\_2014.pdf](http://mag.gov.py/Comercializacion/MAY_2014.pdf). Consultado el 15 de mayo 2016.



**Sessão**

**Corretivos e Fertilizantes**







## DOSES DE SILICATO DE POTÁSSIO NO MANEJO DE BRUSONE NO TRIGO

Jéssica Carvalho Borges Neves, Daniel Rufino Amaral, Adelar José Fabian

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Graduanda,  
Uberaba - MG, [jessicacbneves@gmail.com](mailto:jessicacbneves@gmail.com).

**Palavras-chave:** fitopatologia; silício; brusone.

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é base fundamental para alimentação humana. Domesticado pelo homem, enfrenta uma série de problemas para o seu desenvolvimento. Entre os problemas, a brusone, doença fúngica de panícula, consiste em grande desafio para seu cultivo, seja na região sul do Brasil seja nas novas áreas de plantio, no cerrado brasileiro. O principal método de controle da doença é químico, porém, sem muita eficiência. Portanto, faz-se necessário a busca por novos métodos de manejo, os quais representem maior eficiência no manejo da doença. Como alternativa de método de manejo pode-se citar o uso de silício (Si). Segundo Marschner (1995), o silício pode conferir resistência ao ataque de pragas e doenças. Em gramíneas, o silício tem facilidade de redistribuir dentro dos tecidos vegetais, sendo objeto de estudo como um produto alternativo no controle de doenças em relação a produtos químicos tradicionais. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de Silicato de Potássio no manejo da Brusone do trigo. O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, no setor de horticultura em Uberaba – Minas Gerais. O solo é caracterizado por ser um LATOSSOLO VERMELHO (LV) Distrófico com textura franco argilosa arenosa, com 21 % de argila, 71 % de areia e 8 % de silte na camada de 0, 0-20 m. O plantio do trigo foi realizado em 29 de maio de 2016, utilizando a cultivar BRS 264, fazendo uma adubação de plantio com 200 kg de N ha<sup>-1</sup> de 00-25-20 e uma adubação de cobertura com 4,0 kg de N ha<sup>-1</sup>. A irrigação foi realizada através de aspersores, com turno de rega de dois em dois dias. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 parcelas de 3 m x 2 m cada uma. Os tratamentos utilizados foram: testemunha (sem aplicação de qualquer produto); um fungicida comercial (tebuconazol + trifloxistrobina - 0,75 L ha<sup>-1</sup>); silicato de potássio (nome comercial Supa Sílica) em 4 diferentes doses - 0,5 L ha<sup>-1</sup>, 1,0 L ha<sup>-1</sup>, 2,0 L ha<sup>-1</sup> e 4,0 L ha<sup>-1</sup>, sendo que a dose recomendada é de 0,5 L ha<sup>-1</sup>. Foram realizadas quatro aplicações, a primeira no pré-emborrachamento (17/06/2016), a segunda (27/06/2016), a terceira (08/07/2016) e a quarta (18/07/2016), sempre com intervalos de dez dias entre cada aplicação. Para realizar as análises de severidade e incidência foram coletadas aleatoriamente 100 panículas de cada parcela e avaliadas separadamente, de acordo com a escala de Maciel (2013). Os dados foram submetidos ao teste de F a 5 % de significância no programa Sisvar. Posteriormente procedeu-se uma análise de regressão para as doses avaliadas. Observou-se que as diferentes doses influenciaram positivamente na diminuição da severidade e da incidência da brusone. A menor incidência de brusone foi verificada com a aplicação da dose de 4,0 L ha<sup>-1</sup>, com 25,75 %, enquanto para testemunha a incidência foi em média de 30,75 %. A incidência observada para o fungicida padrão foi de 16,5 %. Quando a avaliação se baseou na severidade da doença nas espigas de trigo, pode-se observar que as médias de severidade encontradas para a melhor dose de Silicato (4,0 L ha<sup>-1</sup>), para testemunha sem qualquer aplicação e para o tratamento com fungicida foi de 9,5 %, 30,5 % e 5,0 %, respectivamente. Existem inúmeros relatos do efeito de silício contra doenças de plantas, principalmente em gramíneas e cucurbitáceas. Nesses relatos

a principal explicação para o efeito positivo do silício baseou-se na medição da resposta de defesa contra os fitopatógenos. No patossistema Arroz-Brusone, Rodrigues et al. (2005), identificaram a presença de fitoalexinas para a defesa do hospedeiro, produzidas pela indução por silício. Conclui-se que a utilização de silicato de potássio representa uma alternativa viável ao produto químico para o controle da brusone em espigas de trigo, nas condições do atual trabalho. Porém, é necessário que novos estudos sejam realizados, para reafirmar os resultados encontrados, bem como elucidar a causa do controle encontrado.

## Referências

MACIEL, J. L. N.; DANELLI, A. L. D.; BORETTO, C.; FORCELINI, C. A. Escala diagramática para avaliação de brusone na espiga de trigo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, n. 3, p. 162- 166, 2013.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic, 1995. 889 p.

RODRIGUES, F.A.; JURICK, W.M.; DATNOFF, L.E.; JONES, J.B.; ROLLINS, J.A. Silicon influences cytological and molecular events in compatible rice-Magnaporthe grisea interactions. *Physiological and Molecular Plant Pathology* v.66, p.144-159, 2005.

## DIFERENTES FONTES E DOSES DE FÓSFORO NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*)

Alisson Alves, Eliakin Frederico Rafain, David Peres da Rosa, Nicael Tedesco dos Santos, Junior Verardi

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão, Estudante, Sertão - RS, [alisson.alvesagro@gmail.com](mailto:alisson.alvesagro@gmail.com).

**Palavras-chave:** Rizostar; disponibilidade de fósforo; adubação fosfatada.

A agricultura brasileira passa por um momento em que a produtividade, eficiência, lucratividade e a sustentabilidade dos processos produtivos são aspectos de maior relevância, sendo a fertilidade dos solos, bem como a utilização de fertilizantes um dos maiores fatores ligados à esta tendência. Dentre os elementos de maior relevância, tanto em exigência pelas plantas quanto em disponibilidade, há o fósforo, considerado um elemento essencial no metabolismo das plantas, o uso eficiente deste, além de proporcionar maior produtividade, pode reduzir os custos de produção.

Os solos tropicais caracterizam-se pelo alto grau de intemperismo e baixos teores de fósforo na forma disponível as plantas, sendo esse o nutriente mais limitante na produção agrícola, restringindo o crescimento de plantas (ROCHA et al., 2005). No solo esse elemento sofre interações na disponibilidade por fatores relacionados à fração argila do solo, teores de ferro e alumínio, também tendo relação direta com o pH da solução. Nesse contexto, uma das origens do fósforo são as rochas fosfáticas, as quais são um recurso finito, e têm sido intensivamente explorada para a produção de fertilizantes fosfatados, o que desencadeia uma necessidade de otimização no uso deste nutriente a fim de perdurar as reservas. Nessa problemática surgem alguns produtos novos, com elevada solubilidade, dentre eles há o Rizostar®, um fertilizante mineral misto microgranulado, com formulação 10 - 40 - 00, tendo como diferencial aplicações em baixas dosagens, podendo chegar a uma redução de até 80 % da dose quando comparado aos fertilizantes convencionais, sendo aplicado em contato direto com a semente, por possuir tecnologia de proteção do fósforo, que impede e bloqueia a ação de cátions do solo que podem interferir e insolubilizar o nutriente.

A utilização de diferentes fontes de fósforo na agricultura, como super fosfato triplo, termofosfato e fosfatos reativos, demonstram que quanto maior a solubilidade do fertilizante, maior a produção de matéria seca e a eficiência no aproveitamento (SILVA et al., 2009). Estudos dentro deste contexto são escassos nas referências nacionais e internacionais, bem como, sobre a redução de doses e fertilizantes de alta disponibilidade com tecnologias de proteção do fósforo contra fixação.

O objetivo deste trabalho foi testar diferentes doses de Rizostar® com equivalentes em formulações convencionais de MAP e NPK, no desenvolvimento morfológico da cultura da soja.

O experimento foi instalado no ano agrícola 2015/2016 na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão, em solo classificado como NITOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2006), a cultivar de soja possuía ciclo de maturação 5.5, com hábito de crescimento indeterminado, recomendada para a região e semeada seguindo seu zoneamento agrícola. Os tratos culturais foram realizados conforme manejo corrente da cultura.

O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso, com parcelas de 4,2 x 12 m, sendo bloqueamento de acordo com a faixa de pH do solo, com 4 blocos. As faixas de pH do solo foram: 5,44 – 5,71, 5,19 – 5,42, 4,98 – 5,18 e 4,61 – 4,95. Os tratamentos constaram de 3 doses base de

Rizostar®, 20, 30 e 40 kg ha<sup>-1</sup>, e respectivos equivalentes de Fosfato monoamônico e fertilizante mineral formulado 2 – 28 – 20, partindo-se da informação da relação 1:5 para com o fosfato monoamônico, ajustando-se todas as demais doses. Ajustes das dosagens foram realizados com cloreto de potássio e uréia a lanço. As dosagens e respectivos tratamentos foram: Dose 1: 20 kg ha<sup>-1</sup> de Rizostar, 100 kg ha<sup>-1</sup> de MAP, 185 kg ha<sup>-1</sup> de NPK; Dose 2: 30 kg ha<sup>-1</sup> de Rizostar, 150 kg ha<sup>-1</sup> de MAP, 280 kg ha<sup>-1</sup> de NPK; Dose 3: 40 kg ha<sup>-1</sup> de Rizostar, 200 kg ha<sup>-1</sup> de MAP, 370 kg ha<sup>-1</sup> de NPK.

Para qualificação dos diferentes tratamentos na cultura em estudo, foram avaliados os seguintes parâmetros morfológicos: Altura de planta, massa seca de raízes, número de entrenós e peso de mil grãos. A altura foi realizada em três estádios: início da floração, formação de legume e grão cheio, para tal foi utilizadas plantas dispostas em 2 metros lineares em cada parcela. A massa seca de raízes foi obtida através da coleta de 4 plantas por parcela, excluindo-se as linhas externas, estas foram lavadas e secas em estufa por 72 horas com temperatura de 65 °C, e número de entrenós foram coletadas na floração plena, contando os mesmos da base até o último trifólio. O peso de mil grãos foi realizado pesando-se 4 amostras de 100 grãos de cada parcela.

Para avaliação dos dados foi realizado a análise estatística, que constou de análise da variância pelo teste F e teste de comparação de medias através do teste de Tukey ao nível de significância de 5 %, através do *software* estatístico Assisat 7.7 Beta.

Nos diferentes estágios de desenvolvimento da cultura da soja, não houve efeito das fontes e doses de fósforo no quesito altura de planta, obtendo média de 0,362, 0,598 e 0,635 metros respectivamente nos três estágios. A mesma tendência ocorreu no número de entrenós e massa seca de raízes, que apresentaram uma média de 17,1 entrenós por planta e 2313,2 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca. Tais dados corroboram com estudos de Bento et al. (2015) os quais concluíram que tais parâmetros não foram influenciados por diferentes doses e fontes de fósforo na cultura da soja, sendo 20, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas fontes MAP, MAP revestido com Policote\_B e testemunha sem aplicação.

O peso de mil grãos assim como os demais parâmetros não diferiu entre os tratamentos, apresentado média de 171,8 gramas, corroborando ao estudo de Gonçalves Jr. et al. (2010) que encontram este mesmo comportamento no peso de mil grãos da soja submetido a diferentes doses de fósforo. No presente estudo, o bloqueamento interferiu neste parâmetro, observou-se comportamento linear deste em relação as faixas de pH do solo, quanto menor esta, menor o peso de mil grãos, tal fato deve-se à característica de acidez do solo, diminuindo a disponibilidade do fósforo pela precipitação em fosfatos de ferro e alumínio. Estudos de Ventimiglia et al. (1999) apontam para um maior peso de grãos de acordo com a maior disponibilidade de fósforo, que direciona que nas dosagens do Rizostar® há mesmo efeito que em elevadas dosagens de MAP e NPK.

O estudo demonstra que as dosagens de 20, 30 e 40 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante microgranulado Rizostar® há mesmo efeito nos parâmetros morfológicos da cultura da soja (*Glycine max*) em comparação aos fertilizantes convencionais MAP e NPK.

## Referências

BENTO, R. U.; GUIMARÃES, D.; OLIVEIRA, L. G. G.; MENDES, R. T.; PELÁ, A.; REIS JR, R. A. **Eficiência agrônômica e produtividade da soja em resposta à fontes e doses de fósforo.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: EMBRAPA, 2006, 412 p.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; NACKE, H.; MARENGONI, N. G.; CARVALHO, E. A. de; COELHO, G. F. Produtividade

e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 660-666, 2010.

ROCHA, A. T.; DUDA, G. P.; NASCIMENTO, C. W. A.; RIBEIRO, M. R. Fracionamento de fósforo e avaliação de extratores de P-disponível em solos da ilha de Fernando de Noronha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 178-184, 2005.

SILVA, F. N. D.; FURTINI NETO, A. E.; CARNEIRO, L. F.; MAGALHÃES, C. A. D. S.; CARNEIRO, D. N. M. Soybean growth and yield under different doses and sources of phosphorus on distinct soils. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1220-1227, 2009.

VENTIMIGLIA, L. A.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; PIRES, J. L. F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 195-199, 1999.

## EFEITO DE DOSES DE CINZAS DA QUEIMA DA BIOMASSA FLORESTAL NA COMPACTAÇÃO DA CULTURA DO TRIGO

Luiz Gustavo Fernandes Julião, Whelyton Eduardo Candido, Dioni Martineli, Gilberto Kurt, Maurício Vicente Alves

Universidade do Oeste de Santa Catarina, Professor, Xanxerê - SC, [luiz.juliao@unoesc.edu.br](mailto:luiz.juliao@unoesc.edu.br).

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*; resíduo sólido; resistência à penetração.

O uso de cinza proveniente da queima de materiais vegetais é uma, dentre várias, estratégia para conservação do solo, da água, de materiais genéticos e do meio ambiente como um todo, na obtenção de uma agricultura sustentável, como uma resposta para sociedade (ALVES; SKORONSKI, 2011). Quanto à física do solo, Gonçalves e Moro (1995) demonstraram que os usos de resíduos podem melhorar a estrutura dos solos, aumentando a agregação das partículas do solo. Uma das formas de caracterização física do solo é o seu grau de compactação, que pode ser realizado através do ensaio de resistência de penetração.

O trigo (*Triticum aestivum*) é o segundo cereal mais plantado no mundo, e em diversos países é a fonte de aproximadamente metade das calorias e proteínas consumidas pela população. (WANG et al., 2012).

Dessa forma, o estudo teve como objetivo avaliar a resistência do solo à penetração cultivado com trigo sob doses diferentes de cinzas provenientes da queima de biomassa florestal. O trabalho foi realizado no setor de produção vegetal da Escola Agrícola La Salle, Xanxerê – SC. De acordo com a Embrapa (2013), o solo é classificado como NITOSSOLO VERMELHO Distroférrico latossólico. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 5 repetições e 6 tratamentos, cada parcela tinha área de 9 m<sup>2</sup> e área total do experimento de 270 m<sup>2</sup>. As doses de cinza aplicadas foram: 0 (testemunha); 3,5; 7; 14; 28 e 56 t ha<sup>-1</sup> (base seca). A aplicação se deu à lanço em superfície sem incorporação do mesmo no dia 22 de julho de 2015. A determinação de resistência do solo à penetração foi realizada no dia 18 de agosto de 2015, com o penetrômetro de impacto modelo PLG1020/Falker, em um ponto de cada bloco entre a terceira e quarta linha, a profundidade foi a cada 1 cm até a camada de 40 cm, totalizando 1480 pontos. O penetrômetro com cone de diâmetro de 12,83 mm foi introduzido perpendicularmente à superfície do solo. Após o ensaio de resistência de penetração, os dados foram realizados comparando-se os tratamentos por profundidade. Aplicou-se o teste de Tukey em nível de 5 % de probabilidade para comparação de médias, através do *software* estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

Os resultados indicam que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, mas a dose de 14 t ha<sup>-1</sup> apresentou valores superiores de resistência à penetração a partir dos 15 cm de profundidade. A dose de 56 t. ha<sup>-1</sup> mostrou ter um efeito maior na compactação do solo nas primeiras camadas de solo avaliadas (0 – 20 cm). A dose de 3,5 t ha<sup>-1</sup> alterou a posição quanta resistência, nas diferentes profundidades, estando com menores pressões nas camadas de 0 – 15 cm e depois os seus valores aumentam até a profundidade de 35 cm. Comparando os valores de resistência do solo à penetração em todas as profundidades, verificou-se que a máxima resistência foi encontrada na profundidade 10 – 15 cm, para a dose de 14 t ha<sup>-1</sup>, um valor de 5,182 Mpa, um valor, que segundo Taylor et al., 1966, trabalhando quatro tipos de solos com estrutura deformada, consideram como

resistência mecânica do solo impeditiva ao crescimento e desenvolvimento de raízes, o valor de 2,0 MPa. Isso sugere que o solo esteja compactado em subsuperfície resultante das operações de preparo de solo, aparecendo normalmente entre 10 cm e 20 cm de profundidade.

Contudo, outros estudos devem ser realizados para verificar o efeito de doses de cinzas diferentes das quais foram utilizadas nesse experimento na compactação do solo cultivado com trigo.

## Referências

ALVES, M.V.; SKORONSKI, E. Aplicação de cinzas de combustão de biomassa vegetal proveniente em solos agrícolas. In: II **CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**. 2011. Vitória – ES, Anais, 4p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2013. 306p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GONÇALVES, J.L. DE M.; MORO, L. **Uso da “cinza” de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis***. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba, n.48/49, p.28 – 37, 1995.

TAYLOR, H.M. et al. Soil strength-root penetration for medium- to coarse-textured soil materials. **Soil Sci.** Madison., v.102, p.18-22, 1966.

WANG, J.; MAO, H.; ZHAO, H.; HUANG, D.; WANG, Z. Different increases in maize and wheat grain zinc concentrations caused by soil and foliar applications of zinc in Loess Plateau, China. **Field Crops Res.** v. 135, p. 89-9, 2012.



## EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA UREIA TRATADA COM INIBIDORES DE UREASE E DE NITRIFICAÇÃO EM ARROZ IRRIGADO

Thaís Antolini Veçozzi<sup>1</sup>, Rogério Oliveira de Sousa<sup>1</sup>, Walkyria Bueno Scivittaro<sup>2</sup>, Victor Raul Cieza Tarrillo<sup>1</sup>, Cristiano Weinert<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Doutoranda, Pelotas - RS, [thais\\_antolini@hotmail.com](mailto:thais_antolini@hotmail.com);

<sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado.

**Palavras-chave:** adubação; produtividade; solo alagado.

A maioria dos solos agrícolas necessita de suprimento extra de nitrogênio (N) às plantas, na forma de fertilizantes, principalmente quando se deseja atingir altos níveis de produtividade. Em resposta à adubação, a planta aumenta a área foliar, promovendo maior eficiência de interceptação da radiação solar e taxa fotossintética e, conseqüentemente, maior produtividade. No entanto, os fertilizantes nitrogenados possuem, de forma geral, baixa eficiência agronômica. Em sistemas alagados esse efeito decorre de perdas de N do solo, especialmente via os processos de nitrificação/desnitrificação e volatilização de  $\text{NH}_3$  (BUTTERBACH-BAHL et al., 2013).

Os manejos do solo e da cultura que priorizam reduzir ou retardar estes processos são capazes de elevar a eficiência no uso do N. O uso de fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada (*enhanced-efficiency fertilizers*) é uma forma utilizada para reduzir as perdas de N no solo. Esses insumos incluem fertilizantes estabilizados, com aditivos ou elementos capazes de inibir ou retardar processos metabólicos e microbianos, como inibidores de urease e de nitrificação; fertilizantes de liberação lenta ou controlada, recobertos com diferentes tipos de materiais, como polímeros e resinas capazes de prolongar o tempo de liberação de N para o solo (TRENKEL, 2010).

A ureia + NBPT é resultado da ureia tratada com NBPT que é inibidor de urease. Na ureia + NBPT + DCD além do inibidor de urease, é adicionado DCD, produto capaz de inibir ou retardar a nitrificação. A fonte ureia + S constitui-se na ureia recoberta com S (37 % N e 16 % S), com princípio inibidor da urease pela redução do pH do solo. Ureia + Cu e B é um fertilizante composto de ureia recoberta com Cu e B (44,6 % N, 0,15 % Cu e 0,4 % B), elementos com propriedades inibidoras de urease.

O desempenho agronômico desses produtos ainda é pouco conhecido para o arroz irrigado nas condições de cultivo da região Sul do Brasil.

Pelo exposto, realizou-se um experimento com o objetivo de avaliar a eficiência agronômica da ureia tratada com inibidores de urease e de nitrificação no cultivo de arroz irrigado.

O experimento foi realizado sob condições de campo, em PLANOSSOLO HÁPLICO, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. O experimento compreendeu 6 tratamentos, delineados em blocos ao acaso, com 4 repetições: T1: testemunha com omissão da adubação nitrogenada em cobertura; T2: ureia, parcelada em duas aplicações (45 kg ha<sup>-1</sup> no estágio de quatro folhas (V4) e 45 kg ha<sup>-1</sup> no estágio de iniciação da panícula (R0)); T3: ureia tratada com o inibidor de urease NBPT, parcelada em duas aplicações (45 kg ha<sup>-1</sup> em V4 e 45 kg ha<sup>-1</sup> em R0); T4: ureia tratada com os inibidores de urease NBPT e de nitrificação DCD, parcelada em duas aplicações (45 kg ha<sup>-1</sup> em V4 e 45 kg ha<sup>-1</sup> em R0); T5: ureia recoberta com S, parcelada em duas aplicações (45 kg ha<sup>-1</sup> em V4 e 45 kg ha<sup>-1</sup> em R0); e T6: ureia recoberta com Cu e B, parcelada em duas aplicações (45 kg ha<sup>-1</sup> em V4 e 45 kg ha<sup>-1</sup> em R0). A primeira cobertura com nitrogênio foi aplicada em

solo seco, antecedendo o início da irrigação do arroz, por inundação do solo. Já a segunda cobertura com N foi aplicada sobre a lâmina de água.

Em pré-semeadura, aplicaram-se a lanço e incorporaram-se em área total 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 5-25-25. Portanto, todos os tratamentos receberam 15 kg N ha<sup>-1</sup> na base. A cultivar de arroz irrigado, de ciclo precoce, Puitá Inta-CL foi semeada utilizando espaçamento entrelinhas de 17,5 cm e densidade de 100 kg ha<sup>-1</sup> de sementes.

O controle de plantas daninhas e demais tratamentos culturais seguiram as indicações da pesquisa para a cultura de arroz irrigado (SOSBAI, 2014). A colheita do arroz foi procedida no estágio de maturação de colheita, quando se determinou a produtividade de grãos (13 % de umidade). A eficiência agrônômica no uso de N (EAUN) foi obtida pela diferença entre a produtividade de grãos dos tratamentos com aplicação de N em cobertura e a testemunha, dividida pela dose de N aplicada em cobertura (90 kg ha<sup>-1</sup>). Os resultados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste Tukey, ao nível de 5 %.

A produtividade de grãos de arroz nos tratamentos com aplicação de N em cobertura foi semelhante entre si, correspondendo a 8.571 kg ha<sup>-1</sup> na ureia, 9.538 kg ha<sup>-1</sup> na ureia + NBPT, 9.214 kg ha<sup>-1</sup> na ureia + NPBT + DCD, 9.664 kg ha<sup>-1</sup> na ureia + S e 9.278 na ureia + Cu e B. O desempenho produtivo do arroz adubado com ureia não diferiu daquele da testemunha sem aplicação de N em cobertura, que foi de 6.488 kg ha<sup>-1</sup>.

A ureia tratada com o inibidor de urease na forma de NPBT não promoveu aumento na produtividade do arroz, relativamente ao fertilizante na forma original, confirmando observações de Grohs et al. (2011), que trabalharam com arroz irrigado. Do mesmo modo, as ureias recobertas com S e com Cu e B também não beneficiaram a produtividade do arroz, em relação à ureia. Desempenho semelhante foi observado no trabalho de Santos et al. (2015), ao avaliarem o desempenho de ureia tratada com S e com Cu e B.

A EAUN foi de 23,2 kg grãos kg<sup>-1</sup> de N, para a ureia; 33,9 kg grãos kg<sup>-1</sup>, para a ureia + NBPT; 30,4 kg grãos kg<sup>-1</sup>, para a ureia + NBPT + DCD; 35,3 kg grãos kg<sup>-1</sup>, para a ureia + S e 30,7 kg grãos kg<sup>-1</sup>, para a ureia + B e Cu. Devido à semelhança na produtividade de grãos do arroz proporcionada pelos manejos com N em cobertura e da dose aplicada de N ser a mesma, os valores de EAUN foram estatisticamente semelhantes.

Portanto, não houve diferença entre as fontes nitrogenadas avaliadas, independente da capacidade de inibir ou retardar processos microbianos. Linquist et al. (2013), aplicaram a meta-análise aos dados de 106 trabalhos com inibidores de urease e de nitrificação em arroz irrigado, constatando não haver superioridade entre estas fontes comparadas entre si, ainda que combinadas no mesmo fertilizante.

A ureia tratada ou não com inibidores de urease e de nitrificação proporciona produtividade de grãos e apresenta eficiência agrônômica semelhante no cultivo de arroz irrigado.

## Referências

BUTTERBACH-BAHL, K.; BAGGS, E. M.; DANNENMANN, M.; KIESE, R.; ZECHMEISTER-BOLTENSTERN, S. Nitrous oxide emissions from soils: how well do we understand the processes and their controls? *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Science*, v. 368, p. 1-13, 2013.

GROHS, M.; MARCHESAN, E.; SUZBACH, D. S.; MASSONI, P. F. S.; SARTORI, G. M. S.; FERREIRA, R. B. Resposta do arroz irrigado ao uso de inibidor de urease em plantio direto e convencional. *Ciência Agrotecnologia*, v. 35, n. 2, p. 336-345, 2011.

LINQUIST, B. A.; LIUB, L.; van KESSEL, C.; van JAN, G. Enhanced efficiency nitrogen fertilizers for rice systems: Meta-analysis of yield and nitrogen uptake. **Fields Crop Research**, v. 154, p. 246-254, 2013.

SANTOS, A. B.; SILVA M. A. S.; SANTOS T. G.; SILVA, E. L. Fonte e dose de nitrogênio baseada no uso do clorofilômetro em arroz irrigado. In: **Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**, 9., 2015, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. p. 439-442.

TRENKEL, M. E. **Slow- and- controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture**. Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2010. 160 p.

## PH DE SOLOS SUBMETIDOS A DOSES DE CINZA VEGETAL E CULTIVADOS COM CAPIM-MARANDU

Maria Débora Loiola Bezerra, Edna Maria Bonfim-Silva

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Doutoranda em Agricultura Tropical, Cuiabá - MT, [mariadeboraeng@gmail.com](mailto:mariadeboraeng@gmail.com).

**Palavras-chave:** corretivo alternativo; Latossolo Vermelho; Argissolo Vermelho-Amarelo.

A cinza é proveniente da queima da madeira para produção de energia em diversos setores da indústria. Conforme a origem, esse resíduo poderá ser fonte de macro e micronutrientes, substituindo até a calagem para correção da acidez do solo diminuindo o uso de insumos e, consequentemente aumentará a lucratividade da produção. Outra vantagem do uso da cinza na agricultura é a destinação adequada para esse resíduo.

A aplicação da cinza vegetal no solo aumenta a capacidade de troca de cátions, a saturação por bases e diminui a concentração de alumínio trocável no solo (BOUGNOM et al., 2009), elevando o pH do solo. Ressaltando que esta propriedade química do solo é responsável pela disponibilidade de nutrientes para as plantas, se não estiver na faixa adequada, de 5,5 a 6,5, diminui a eficiência nutricional prejudicando a produção das culturas (MALAVOLTA, 2006).

Assim objetivou-se avaliar a cinza vegetal como corretivo da acidez do LATOSSOLO VERMELHO e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO cultivados com capim-marandu.

O experimento, conduzido em casa de vegetação, teve delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 6, correspondendo a duas classes de solos (LATOSSOLO VERMELHO Distrófico e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico) e seis doses de cinza vegetal (0; 3; 6; 9; 12 e 15 g dm<sup>-3</sup>), com seis repetições. As unidades experimentais foram representadas por vasos com volume de solo de 5 dm<sup>3</sup> cultivado com a gramínea forrageira, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Os solos foram coletados na camada de 0-0,2 m, em área sob vegetação de Cerrado, ambos na região de Rondonópolis - MT. A análise química e granulométrica do LATOSSOLO VERMELHO Distrófico apresentou pH(CaCl<sub>2</sub>) = 4,1; P = 1,1 mg dm<sup>-3</sup>; K = 47 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 1,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H = 4,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 6,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; MO = 19,7 g kg<sup>-1</sup>; V = 6,9 %; m = 70,4 %; areia = 575 g kg<sup>-1</sup>; silte = 50 g kg<sup>-1</sup>; argila = 375 g kg<sup>-1</sup>. A análise química e granulométrica do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico apresentou pH(CaCl<sub>2</sub>) = 4,9; P = 4,8 mg dm<sup>-3</sup>; K = 25 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 1,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H = 1,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 3,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; MO = 6,2 g kg<sup>-1</sup>; V = 50,9 %; m = 5,7 %; areia = 830 g kg<sup>-1</sup>; silte = 50 g kg<sup>-1</sup>; argila = 120 g kg<sup>-1</sup>.

A cinza vegetal era proveniente de atividade do setor de cerâmica e foi analisada como fertilizante. A caracterização química da cinza vegetal apresentou pH = 7,85; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 1,42 %; K<sub>2</sub>O = 0,32 %; Zn = 0,0 %; Cu = 0,01 %; Mn CNA+Água (citrato neutro de amônio e água) = 0,0 %; B (água) = 0,0 %; Ca = 0,9 %; S = 1,6 %.

A correção do solo não foi realizada por meio da calagem em virtude da cinza vegetal possuir poder corretivo para elevação do pH do solo. A reação do solo com a cinza vegetal ocorreu por um período de 30 dias.

A semeadura foi realizada após o período de incubação permanecendo cinco plantas por vaso.

E a umidade do solo foi mantida a 80 % da capacidade máxima de retenção de água no solo por meio de pesagens diárias de todas as parcelas experimentais.

A cinza vegetal não possui nitrogênio na sua composição, em razão de no processo de incineração da madeira ocorrer a perda desse nutriente por volatilização. Portanto realizou-se a adubação nitrogenada para o estabelecimento da cultura e após cada corte, na dose de 200 mg dm<sup>-3</sup> utilizando-se uréia como fonte.

As leituras do pH do solo, em solução CaCl<sub>2</sub>, foram realizadas por meio do medidor de pH e ocorreram antes da semeadura e após cada corte do capim-marandu, em intervalos de 30 dias (totalizando três cortes).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e quando significativos, os fatores qualitativos (classes de solos) submetidos ao teste de Tukey e os fatores quantitativos (doses de cinza vegetal) submetidos à análise de regressão, ambos a 5 % de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR.

Por ocasião da semeadura, o pH dos solos ajustaram-se ao modelo linear de regressão aumentando de 4,34 e 7,41 %, para LATOSSOLO VERMELHO e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, respectivamente, comparando a maior dose de cinza vegetal (15 g dm<sup>-3</sup>) com ausência da aplicação do resíduo.

Verificou-se o desempenho da cinza vegetal como corretivo do solo elevando o pH de ambas classes de solo em estudo. Assim como, Prado et al. (2002) observaram que os valores de pH aumentaram proporcionalmente às doses de cinza adicionadas, atribuindo as elevações de pH principalmente à liberação de carbonato de potássio pela reação da cinza no solo.

No primeiro e terceiro corte não houve diferença significativa entre as doses de cinza vegetal e as classes de solos.

No segundo corte, apenas o pH do LATOSSOLO VERMELHO ajustou-se ao modelo linear de regressão com decréscimo de 8,77 % nas unidades de pH do solo relacionando a ausência de aplicação desse resíduo com a dose de cinza vegetal de 15 g dm<sup>-3</sup>.

O decréscimo no valor de pH do LATOSSOLO VERMELHO por ocasião do segundo corte pode estar relacionado à solubilização da cinza no solo e à taxa a que os nutrientes se tornam disponíveis para as plantas, diferente do que acontece com os calcários (DEMEYER et al., 2001). A cinza vegetal possui em sua composição óxidos e hidróxidos que são muito solúveis que os carbonatos, componente do calcário, resultando num aumento do pH mais rápido, porém por um curto período de tempo (STEENARI et al., 1999).

Considerando a não significância do pH do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO em função das doses de cinza vegetal, deve-se a maior capacidade de troca de cátions (CTC) deste solo, que conseqüentemente confere maior poder tampão. Sharifi et al. (2013) observaram, do mesmo modo, que a cinza vegetal reagiu mais rápido em solo com maior poder tampão.

Conclui-se que a aplicação da cinza de vegetal aumentou o pH do LATOSSOLO VERMELHO e do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO.

## Referências

BOUGNOM, B. P.; MAIR, J.; ETOA, F. X.; INSM, H. Compost with wood ash addition: A risk or a chance for ameliorating acid tropical soils. **Geoderma**, Amsterdam, v.153, p.402-407, 2009.

DEMEYER, A.; NKANA, J. C. V.; VERLOO, M. G. Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. **Bioresource Technology**, v.77, p.287-295, 2001.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Ed. Agronômica Ceres, 2006, 638p.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.129-135, 2002.

SHARIFI, M.; CHEEMA, M.; MCVICAR, K.; LEBLANC, L.; FILLMORE, S. Evaluation of liming properties and potassium bioavailability of three Atlantic Canada wood ash sources. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.93, p.1209-1216, 2013.

STEENARI, B. M.; KARLSSON, L. G.; LINDQVIST, O. Evaluation of the leaching characteristics of wood ash and the influence of ash agglomeration. **Biomass and Bioenergy**, v.16, p.119-136, 1999.

## APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSAGEM DE PÓ DE ROCHA SOBRE A PRODUÇÃO DE SOJA (*Glycine max*)

Kent Hoshiba<sup>1</sup>, Juan Manuel Macchi Becker<sup>2</sup>, Diego Augusto Fatecha<sup>1</sup>, Jéssica Caroline Coppo<sup>1</sup>,  
Alfredo José Alves Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Mestrando, Marechal Cândido Rondon - PR, [hoshibaken@yahoo.com](mailto:hoshibaken@yahoo.com); <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción.

**Palavras-chave:** rocha mineral; adubação; desempenho.

No Paraguai durante a safra 2013/2014, foram semeados mais de 3.000.000 hectares de soja, tornando-se por vários anos como o principal item de exportação agrícola e representou 80 % da produção nacional, classificando como sexto maior produtor e quarto maior exportador, com 8,10 e 6,70 milhões de toneladas, respectivamente. Seu aumento no consumo mundial e disponibilidade limitada de terra para o cultivo em expansão, levaram a realizarem pesquisas para maximizar a produção por unidade de área, em que os fertilizantes químicos representam uma grande parte do custo total da produção, variando de 30 a 35 % do total. Isso leva à busca de outras alternativas que são mais acessíveis que podem estar disponíveis no mercado para o produtor, proeminente entre elas o pó de rocha, que tem uma composição química muito complexa e variada e sendo fontes de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e outros nutrientes. É um produto de elaboração nova, que podem apresentar um custo relativamente menos do que os fertilizantes químicos tradicionais e, ao mesmo tempo, ser considerado como uma opção válida para a produção orgânica em diferentes culturas tanto em pequena e grande escala. No entanto, a eficiência na utilização do pó de rocha como uma fonte de nutrientes para o solo é questionada devido à baixa solubilidade de estes minerais, e a necessidade de grandes quantidades para o solo para obter respostas positivas (DA SILVA, 2007).

O objetivo foi determinar os efeitos de diferentes doses de pó de rocha sobre a produção de soja e alguns parâmetros químicos do solo.

O experimento foi conduzido durante os meses de janeiro a maio de 2014 no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Nacional de Assunção (UNA), localizado no município de São Lorenzo, do Departamento Central, Paraguai, num solo classificado como *Rhodic Paleudult* (SOIL TAXONOMY, 1992) O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos (0, 200, 400, 600, 800 e 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de pó de rocha) e quatro repetições; cada parcela de 2 x 5 m, utilizou-se espaçamento de 0,45 m entre linhas. Os fertilizantes aplicados em sulcos a 0,10 m de profundidade e 0,10 m de distância das plantas. A semeadura foi feita manualmente na primeira quinzena de janeiro, utilizada a variedade Vmax; 20 dias depois da semeadura (DDS) procedeu-se com o desbaste, deixando 18 plantas por metro linear. A colheita foi feita manualmente na primeira quinzena de maio, foram avaliados a altura da planta no R1 e R6, número de nós e número de vagens, peso de mil sementes e peso total de grãos no R9. Além disso, foram avaliados os valores iniciais e finais de pH, fósforo, potássio e sódio no solo amostrados de 0-10 cm de profundidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativas ( $P > 0,05$ ) submetidas ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

A altura e número de nós por planta nos estádios R1 e R6 não foram significativamente diferentes entre os tratamentos; o valor mais elevado foi obtido com o tratamento T5 com 90,1 cm e o menor valor no T2, que chegou a 84,4 cm de altura; da mesma forma para as variáveis de produção de



grãos, peso de mil sementes e número de vagens, a aplicação de diferentes doses de pó de rocha não foi significativamente diferentes; o rendimento mais baixo e mais alto foi obtido no T4 (2.559 kg ha<sup>-1</sup>) e T5 (2.965 kg ha<sup>-1</sup>), inferior e semelhante à testemunha que apresentou um rendimento de 2.891 kg ha<sup>-1</sup>. A pouca variação nos parâmetros de valores obtidos no R1 pode ser um resultado da lenta liberação de nutrientes contidos no pó de rocha para a solução do solo, devido a sua baixa solubilidade do mineral (BRANDÃO, 2012).

Knapik e Angelo (2007), compararam os efeitos de fertilizantes convencionais e pó de rocha no crescimento de mudas de *Prunus sellowii*, avaliaram a altura das plantas aos 120 DDS, e os maiores valores foram obtidos com adubação convencional, e os valores mais baixos corresponderam a testemunha e pó de rocha, ambos sem diferenças estatísticas.

Os resultados obtidos pela análise de variância mostram que não houve diferença significativa entre os tratamentos com diferentes doses de pó de rocha e o balanço nos valores de pH, P, K e Na. Coincidindo com os parâmetros de crescimento e rendimento, as doses com que aumentam o pH e de fósforo foi obtido no T5, o teor de potássio e de sódio mantiveram valores semelhantes.

Da Silva et al. (2012) estudaram o efeito do pó de rocha aplicando em *Eucalyptus benthamii* e na fertilidade do solo; além do fertilizante convencional, foi aplicada 0, 20, 50 e 100 t ha<sup>-1</sup> de pó de rocha. Em todos os tratamentos mencionados houve um aumento no pH do solo, mas sem diferenças estatística, no entanto, é importante notar que os tratamentos com pó de rocha tinham valores mais elevados para o pH do solo em comparação com fertilizantes convencionais. Theodoro e Leonardos (2006) avaliaram o potencial do pó de rocha de origem vulcânica, em um solo arenoso, e observaram aumento do pH do solo, Ca, Mg, P e K após o primeiro ano, mantendo-se com maiores níveis comparados com a testemunha, mesmo após cinco anos.

Com a utilização de diferentes doses de pó de rocha, não foi observada diferença significativa nas variáveis de altura de plantas e número de nós por planta

As variáveis de rendimento, tais como o número de vagens, peso de mil sementes e peso de grãos não foram significativamente afetados pelas diferentes doses de pó de rocha aplicado, nenhum aumento na produção.

Com a aplicação de diferentes doses de pó de rocha, não foram observadas variações significativas no pH, fósforo, potássio e sódio.

## Referências

- BRANDÃO, J. 2012. **Pó de rocha como fonte de nutrientes no contexto da agroecologia**. Disponível em: <http://www.bdt.d.ufscar.br>. Acesso em: 18 agos. 2016.
- DA SILVA, A. 2007. **Efeito da aplicação de pó de basalto nas propriedades químicas do solo, na nutrição e produtividade do feijoeiro e na absorção de nutrientes por *Eucalyptus benthamii***. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br>. Acesso em: 18 agos. 2016.
- DA SILVA, A; ALMEIDA, J; SCHMITT, C; COELHO, C. 2012. **Avaliação dos efeitos da aplicação de basalto moído na fertilidade do solo e nutrição de *Eucalyptus benthamii***. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/view/26300>. Acesso em: 18 agos. 2016.
- KNAPIK, J. G., & ANGELO, A. C. 2007. Crescimento de mudas de *Prunus sellowii* Koehne em resposta a adubações com NPK e pó de basalto. **Floresta**, n 2, p. 257-264, 2007.
- Soil Survey Staff. 1992. **Keys to Soil Taxonomy**, 5th edition, SMSS technical monograph No. 19. Blacksburg, Virginia; Pocahontas Press, Inc. 556 pages.
- THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. 2006. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 18 agos. 2016.

## USO DE CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISIONADA NO MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DE GRANDES TERRITÓRIOS

Maola Monique Faria<sup>1</sup>, Pedro Henrique Araújo Almeida<sup>2</sup>, Micael Booth<sup>3</sup>, Márcio Rocha Francelino<sup>2</sup>, Elpídio Inácio Fernandes Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Roraima, Pesquisadora, Boa Vista - RR, [maolageo@gmail.com](mailto:maolageo@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa; <sup>3</sup>Universidade Federal de Rural do Rio de Janeiro.

**Palavras-chave:** recursos naturais; sensoriamento remoto; Acre.

O mapeamento do uso e cobertura do solo é de suma importância para o planejamento de manejo e conservação dos recursos naturais. O emprego de técnicas de mapeamento precisas, rápidas e econômicas, tais como as envolvidas no âmbito do sensoriamento remoto são excelentes aliadas.

Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a utilização de técnica de classificação não supervisionada para o mapeamento de uso e ocupação do solo de grandes territórios.

A área de estudo foi o Estado do Acre, área total de 164.221,36 km<sup>2</sup>, na região sudoeste da Amazônia. Utilizou-se 340 imagens Rapideye obtidas entre os meses de maio e agosto de 2011 cedidas pelo Ministério do Meio Ambiente.

Com o objetivo de diminuir o tempo de processamento da classificação não-supervisionada, utilizando a interface do Model Builder existente no *software ArcGIS 10.1*, montou-se uma sequência de modelos para a classificação autônoma das cenas. Após a classificação, com o objetivo de eliminar possíveis erros e as áreas de nuvem e sombra de nuvem, o operador realizou revisão de todos os arquivos gerados. Quando estes eram detectados eram corrigidos com base na imagem original e a partir de imagens existentes na base de dados on-line do *ArcGIS 10.1 – Basemap*, ao identificar erros em relação a limites e denominação das feições este os editava de forma a melhor representar o tipo de uso observado nas cenas.

Apesar do estado estar localizado na região Amazônica, considerada hoje como área da expansão da fronteira agrícola, neste as áreas com atividades ligadas à agricultura ainda se fazem presente em apenas 7,78 % da área deste enquanto 91,63 % ainda é coberto por floresta. Oliveira et al. (2009) afirmaram que o desmatamento no Acre cresce nas regiões de colonização agrícola mais recente, onde a região de Rio Branco se destaca.

Considerando que as áreas com floresta englobam as em regeneração, pode-se afirmar ao confrontar os dados aqui apresentados com os existentes no Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) que estas encontram-se em expansão visto que em 2004 estas representavam 13,1 % (2155,8 km<sup>2</sup>) do estado (ZEE – AC, 2006).

O aumento das áreas em regeneração é confirmado ao analisarmos a diminuição da área ocupada pela agropecuária no estado. Em 2004 essa ocupava 8,81 % enquanto em 2011 essas passaram a ocupar 7,78 % do total da área estadual.

Em relação à metodologia empregada para a obtenção do mapa de uso e cobertura do solo, observou-se que as rotinas empregadas otimizaram o gasto de tempo, visto que para classificar cada cena gastou-se em média 20 horas para o processamento de cada cena Rapideye. Se caso fosse realizar o mesmo processo a partir da classificação supervisionada ou até mesmo da interpretação visual das mesmas este tempo seria bem maior. Tal fato provavelmente inviabilizaria a execução deste projeto.

A floresta, no estado do Acre, ainda se configura como sendo o uso e cobertura do solo mais expressivo.

O emprego da metodologia apresentada para fins da obtenção de mapas de uso e cobertura do solo para escalas médias (entre 1:25.000 e 1:250.000) otimiza o tempo gasto para a obtenção deste.

## Referências

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre**. Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II: documento Síntese – Escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA, 2006.

OLIVEIRA, S. J. M. et al. Pecuária e desmatamento: mudanças no uso do solo no noroeste brasileiro. Anais do 47º **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, p.1-13. Porto Alegre: SOBER, 2009. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/13/623.pdf>. Acesso em 08 Jun 2015.

## CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA COM USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Iago Radamés Garcia Duarte<sup>1</sup>, Adriane de Andrade Silva<sup>1</sup>, Ademir Martins Pereira Junior<sup>1</sup>,  
Regina Maria Quintão Lana<sup>1</sup>, Vinicius de Oliveira Rezende<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia, Acadêmico de Agronomia, Monte Carmelo - MG,  
iagorgd@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa.

**Palavras-chave:** dejetos suínos; CTC; nutrientes.

Sistemas conservacionistas, como o agroflorestal, têm como particularidade a conservação e melhoria de matéria orgânica no solo, juntamente com a aplicação de água residuária de suinocultura que atuará como fonte de entrada no sistema, de matéria orgânica e nutrientes, o que pode influenciar na capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, positivamente no caso do incremento de macronutrientes e negativamente pelo excesso de sódio.

A capacidade de troca iônica dos solos representa a graduação da capacidade de liberação de vários nutrientes, favorecendo a manutenção da fertilidade por um prolongado período e reduzindo ou evitando a ocorrência de efeitos tóxicos da aplicação de fertilizantes. Se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions essenciais como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ , pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas. Por outro lado, se grande parte da CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$  este será um solo pobre. Um valor baixo de CTC indica que o solo tem pequena capacidade para reter cátions em forma trocável, facilitando as perdas por lixiviação (RONQUIM, 2010).

O objetivo foi avaliar os teores da soma de bases e a capacidade de troca de cátions, na linha de plantio e na projeção da copa de *Corymbia citriodora*, de um solo sob efeito da aplicação de água residuária de suinocultura (ARS) em um sistema agroflorestal.

O experimento foi conduzido na Fazenda Bonsucesso, em uma área de manejo intensivo de produção de pastagem em que foi implantado o sistema agroflorestal. A Fazenda está localizada no município de Uberlândia- MG, na rodovia Uberlândia-Campo Florido (MGC-455) Km 20. Os tratamentos foram determinados visando avaliação dos efeitos da aplicação de ARS (0, 200, 400, 600 e 800  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ), parceladas em três aplicações (junho, julho e agosto de 2015), em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO de textura arenosa avaliados na projeção da copa e na linha de plantio do *Corymbia citriodora*. Foram avaliados os atributos químicos do solo de acordo com metodologia Embrapa (2011) na camada de 0-20 cm de profundidade 30 dias após a última aplicação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições.

Em ambos os pontos de coleta a soma de bases apresentou um comportamento linear em função das doses de ARS, sendo que os teores observados na linha são significativamente superiores do que os observados para a projeção da copa pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

Observa-se que na projeção da copa os teores observados foram de 1,24 a 2,38  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , e na linha de plantio os teores foram de 1,34 a 3,5  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , respectivamente as doses crescentes de ARS. De acordo com a CFSEMG (COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1999), observa-se que o nível crítico indicado é de 3,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , nesse experimento somente a dose 0  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  de ARS, nas duas áreas de avaliação, e na projeção da copa nas doses de 200 e 400  $\text{m}^3$

ha<sup>-1</sup> encontram-se classificados como baixo (0,60 a 1,81 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), e os demais são classificados como médio (1,81 a 3,60 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). Esse comportamento indica que a aplicação de ARS na linha de cultivo, promoveu incrementos significativos no primeiro ano de aplicação.

Observa-se que a capacidade de troca de cátions potenciais (CTC -T) apresentou crescimento linear em ambos os pontos de coleta, e o valor observado no ponto de coleta na linha foi superior ao observado na projeção da copa. Observa-se que na projeção da copa os teores observados foram de 2,51 a 3,85 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, e na linha de plantio os teores foram de 3,00 a 5,04 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente as doses crescentes de ARS. De acordo com a CFSEMG (1999), observa-se que o nível crítico indicado é de 8,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, nesse experimento.

Já a capacidade de troca de cátions efetiva (CTC -t) apresentou crescimento linear em ambos os pontos de coleta, e o valor observado no ponto de coleta na linha foi superior ao observado na projeção da copa. Observa-se que na projeção da copa os teores observados foram de 1,31 a 2,55 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, e na linha de plantio os teores foram de 1,57 a 3,91 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente as doses crescentes de ARS. De acordo com a CFSEMG (1999), observa-se que o nível crítico indicado é de 4,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, nesse experimento.

Comparando-se os teores observados na CTC efetiva e CTC potencial observa-se que houve um potencial de incremento de CTC com a aplicação das águas residuárias, que pode ser obtido com o aumento de pH, proporcionando as plantas maior adsorção dos nutrientes disponíveis no solo.

Observa-se a grande importância do monitoramento do sódio, pois há incrementos significativos com a aplicação de ARS. Observando-se os teores na projeção da copa na dose sem aplicação de ARS o teor era de 18 mg dm<sup>-3</sup>, já na menor dosagem de ARS o incremento foi de 400 %, apresentando um teor de 90 mg dm<sup>-3</sup>. E na maior dose os teores são de 202 mg dm<sup>-3</sup>, ou seja um aumento de 1.022 %. O mesmo comportamento foi observado na linha de plantio, em que na dose sem aplicação de ARS o teor era de 27,50 mg dm<sup>-3</sup>, já na menor dosagem de ARS o incremento foi de 754 %, apresentando um teor de 235 mg dm<sup>-3</sup>. E na maior dose os teores são de 390 mg dm<sup>-3</sup>, ou seja um aumento de 1.318 %. Como o sódio representa uma das bases trocáveis, a presença em excesso desse elemento pode promover ocupação das cargas, reduzindo a eficiência de troca dos demais nutrientes (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, e K<sup>+</sup>).

Conclui-se que a aplicação de ARS altera em função das doses e a concentração da SB, CTC e Na<sup>+</sup>, é diferenciada em função do ponto de amostragem na linha de plantio, ou projeção da copa de *Corymbia citriodora*.

Agradecimentos: À FAPEMIG pelo apoio a pesquisa no estado de Minas Gerais; Ao Cnpq pelo apoio financeiro ao projeto; À Fazenda Bonsucesso pela doação do espaço para realização da pesquisa. A todos os envolvidos por acreditarem na importância dos estudos em sistemas conservacionistas e no aproveitamento de recursos agropecuários na fertilização.

## Referências

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG), **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1999, p.180

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**, EMBRAPA, Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 26 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8), 2010.

## FERTILIZANTE ORGÂNICO, ORGANOMINERAL E MINERAL EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS NO OESTE DO PARANÁ

Maria do Carmo Lana<sup>1</sup>, Tiago Madalosso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Professora Associada, Marechal Cândido Rondon - PR, [maria.lana@unioeste.br](mailto:maria.lana@unioeste.br); <sup>2</sup>Cooperativa Agroindustrial Consolata.

**Palavras-chave:** sucessão de culturas; fertilizante orgânico; organomineral.

Com clima tropical e sub tropical, no Brasil é possível o cultivo de duas ou mais safras de grãos por ano. No Oeste do Paraná, um sistema de cultivo consolidado, é a sucessão de culturas, com soja na primavera/verão e milho no outono/inverno (milho 2ª safra). No entanto, existem evidências de que o cultivo em plantio direto apenas com culturas comerciais tem resultado na degradação do solo (TAVARES FILHO et al., 2010). A elevada taxa de decomposição dos resíduos vegetais após o manejo tem dificultado a manutenção da fitomassa na superfície do solo. O uso de plantas de cobertura tem sido uma alternativa para aumentar o aporte de resíduos.

Além da rotação de culturas, o uso de esterco animal como fertilizante tem sido uma estratégia de manejo importante para a melhoria da qualidade e da fertilidade do solo. Os efeitos do uso de dejetos no solo, na planta e no ambiente, são variáveis e dependem da composição química e física dos dejetos, da dose aplicada, do modo de aplicação, da época, da frequência e do tempo de aplicação. Pesquisas têm indicado que o uso dos dejetos como fonte de nutrientes tem efeito significativo nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, e incremento na produtividade das culturas (SANTOS et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar sistemas de produção de grãos na região oeste do Paraná, englobando diferentes adubações e sucessões de culturas.

O experimento foi conduzido no município de Cafelândia - PR. O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico, com 720 g kg<sup>-1</sup> de argila. A área apresentava-se sob sistema de plantio direto consolidado e sucessão de culturas soja/milho 2ª safra há três anos.

O experimento foi delineado em blocos ao acaso com arranjo de tratamentos em parcelas subdivididas, com 4 repetições. Nas parcelas foram instaladas as sucessões de inverno (5), trigo, aveia preta, crotalária, milho 1ª safra + braquiária e milho 1ª safra e nas subparcelas os fertilizantes (3) orgânico, organomineral e mineral, totalizando 60 parcelas experimentais. A safra de verão foi cultivada com soja. Cada parcela consistiu em uma área total de 65 m<sup>2</sup>, com 13 m de comprimento por 5 m de largura. A área útil foi variável em função da cultura implantada. O experimento foi implantado em outubro de 2013, conduzido por três safras, sendo que na primeira safra, foram aplicados somente os tratamentos da subparcela.

O fertilizante orgânico foi aplicado antecedendo a semeadura das duas safras de soja (1º e 3º Cultivo), não ocorrendo aplicação no 2º Cultivo. Utilizou-se cama de frango, que foi aplicada manualmente à lanço, em superfície, na dose de 4,0 Mg ha<sup>-1</sup>, correspondendo à 103 e 99 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Os fertilizantes mineral e organomineral, foram aplicados no sulco de semeadura. No 1º e 3º Cultivo, foram utilizados os fertilizantes formulados 5-25-25 e 3-13-13 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, nas doses de 200 e 385 kg ha<sup>-1</sup>, para os tratamentos mineral e organomineral, respectivamente. Para o segundo



cultivo, foram utilizados os formulados 10-15-15 e 5-10-10 NPK, nas doses de 333 e 500 kg ha<sup>-1</sup> para os tratamentos mineral e organomineral, respectivamente. As culturas de cobertura (aveia-preta e crotalária) não foram fertilizadas no segundo cultivo.

Foram avaliados o rendimento e massa de mil grãos das culturas soja, milho e trigo. Na cultura da soja ainda avaliou-se a altura de plantas, acamamento e população de plantas. Para as plantas de cobertura, determinou-se a produção de massa seca da parte aérea.

No primeiro cultivo, o tratamento com fertilizante orgânico teve maior massa de mil grãos e maior rendimento de grãos de soja. O maior rendimento pode ser explicado pela maior carga de nutrientes aplicada, visto que na adubação orgânica, a quantidade de nutrientes adicionadas antes da cultura da soja (1º Cultivo), foi maior para atender a demanda de dois cultivos. No 3º Cultivo a massa de mil grãos da soja foi menor nos tratamentos com fertilizante orgânico e organomineral, porém não houve diferença entre os fertilizantes no rendimento de grãos.

Os fertilizantes orgânico e organomineral, influenciaram positivamente a altura de plantas nas duas safras de soja, o que também resultou em maior acamamento das plantas no 1º Cultivo. Isso é explicado pela maior dose de N adicionada com o adubo orgânico.

No terceiro cultivo, onde foi possível avaliar a interferência das culturas de cobertura, observa-se maior rendimento de grãos de soja quando esta é cultivada nas sucessões com aveia preta ou crotalária. Para a sucessão com aveia preta o rendimento superior é explicado pela maior produção de biomassa seca e ciclagem de nutrientes por esta planta de cobertura.

Quando semeada na sucessão de milho ou milho+braquiária, o rendimento de grãos de soja foi inferior. A população de plantas de soja foi menor quando semeada sobre crotalária. Apesar da menor população final e altura de plantas, o rendimento de grãos foi igual ao obtido no tratamento com aveia preta, indicando haver também benefícios pelo cultivo de espécies da mesma família em sucessão. Tanaka et al. (1992) observaram aumentos significativos de produtividade da soja pelo uso de crotalária quando comparada a outros adubos verdes, apesar da menor produção de biomassa seca desta.

A aveia preta apresentou a maior produção de biomassa seca entre as culturas de cobertura, 6430 kg ha<sup>-1</sup>, 2,25 vezes maior que a crotalária (2850 kg ha<sup>-1</sup>), que apresentou produção intermediária e a braquiária a menor produção (2186 kg ha<sup>-1</sup>). Segundo Silva et al. (2007), a aveia preta apresenta elevada capacidade de produção de biomassa seca, sendo este um dos motivos de ser amplamente utilizada como planta de cobertura no Sul do Brasil. A braquiária também possui como característica a elevada produção de biomassa seca, porém quando cultivada em consórcio com milho, essa capacidade é diminuída, principalmente pela menor luminosidade disponível para fotossíntese. Não houve diferença significativa para produção de biomassa seca das culturas de cobertura em função dos fertilizantes utilizados.

No segundo cultivo, o rendimento de grãos e massa de mil grãos foi maior na cultura do milho do que na cultura do trigo. Quando consorciado com a braquiária, o rendimento de grãos de milho foi menor, porém não houve diferença na massa de mil grãos. Não houve diferença significativa para o rendimento de grãos e massa de mil grãos e do milho e trigo entre os diferentes fertilizantes aplicados.

A aplicação de cama de frango influenciou positivamente o rendimento de grãos da cultura da soja, altura de plantas e o acamamento de plantas. A utilização de aveia preta ou crotalária como planta de cobertura no inverno proporcionou maior rendimento de grãos para a cultura da soja. A aveia



preta apresenta elevada capacidade de produção de biomassa seca em comparação com braquiária e crotalária. O consórcio de milho + braquiária reduz o rendimento de grãos de milho quando comparado ao cultivo solteiro. Utilizando a mesma dose de P e K não há diferença no rendimento de grãos de soja, milho e trigo entre os fertilizantes mineral e organomineral.

## Referências

SANTOS, HP, SPERA, ST, TOMM, GO, KOCHANN, RA, ALEXANDRE ÁVILA, A. Efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas na fertilidade do solo, após vinte anos. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 441-454, 2008.

SILVA, AA, SILVA, PRF, ARGENTA, ESG, STRIEDER, ML, RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007.

TANAKA, RT, MASCARENHAS, HAA, DIAS, OS, CAMPIDELLI, C, BULISANI, EA. Cultivo da soja após incorporação de adubo verde e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 11, p. 1477-1483, 1992.

TAVARES FILHO, J, BARBOSA, GMC, RIBON, AA. Physical properties of dystrophic Red Latosol (Oxisol) under different agricultural uses. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, p. 925-933, 2010.

## CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DE REJEITO DE PEGMATITO RICO EM FOSFATO E SEU POTENCIAL PARA ROCHAGEM

Fernanda Maria Belotti<sup>1</sup>, Ricardo Scholz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Itajubá, Professor, Itabira - MG, [fernandabelotti@unifei.edu.br](mailto:fernandabelotti@unifei.edu.br);

<sup>2</sup>Universidade Federal de Ouro Preto

**Palavras-chave:** rejeito de pegmatito; fosfato; rochagem.

Pegmatitos são rochas de grande importância econômica no estado de Minas Gerais, sendo responsáveis pela maior parte da produção de gemas coradas e fundamentais para as indústrias de cerâmicas e vidros (feldspato, caulim, quartzo); metalúrgica (berílio, tântalo, lítio, nióbio, estanho, quartzo); eletrônica (muscovita, quartzo); química (lítio, caulim, fosfato) e óptica (quartzo) (VIDAL, 2005). Apresentam também elevada importância social, uma vez que grande parte de sua exploração é feita de forma artesanal por garimpeiros.

Entretanto, a reduzida tecnologia empregada faz com que o grau de aproveitamento do potencial econômico dessas rochas seja baixo, o que gera uma significativa quantidade de rejeitos, cujo volume nas áreas de produção pode corresponder a até cinco vezes o volume do mineral extraído onde ocorre a produção de minerais industriais e a mais de mil vezes nas áreas de produção exclusiva de minerais-gemas.

Uma alternativa viável para a redução do teor de rejeitos não aproveitados na extração garimpeira é sua utilização para outros fins, como produção de fertilizantes, cerâmicas, etc.

Segundo Lopes (2010): “um motivo de preocupação no Brasil em relação à produção de fertilizantes é a alta dependência, em futuro próximo, das importações de matérias primas para a fabricação de fertilizantes minerais. A produção brasileira de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, que representou 68 % do total consumido em 1983, caiu para 35 % em 2006 e deveria atingir apenas 14 % das necessidades desses insumos em 2025”, o que motiva a realização de pesquisas que busquem definir novas fontes destes elementos minerais, como por exemplo, o aproveitamento de rejeitos de atividade mineradora e garimpeira.

Neste sentido, o objetivo do trabalho é realizar uma caracterização mineralógica dos rejeitos de extração de pegmatito e avaliar o seu potencial para rochagem, buscando garantir uma melhor utilização econômica dos pegmatitos e uma fonte alternativa para fertilização de solos.

Para a realização do estudo foram coletadas amostras de rejeito de pegmatito em diversos garimpos na região de Conselheiro Pena - MG. As amostras foram preparadas a partir do processo de cominuição (britagem e moagem), no qual foram processadas em três estágios de britagem (primário, secundário e terciário), para destorroamento do material. Em seguida, o material foi pulverizado em moinhos de bolas, a fim de reduzir o diâmetro das partículas sólidas, obtendo-se uma granulometria abaixo de 0,045 mm.

As amostras foram analisadas por Difractometria de Raios-X com a utilização de refinamento Rietveld com o objetivo de quantificar as diversas fases minerais. Dados de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) no modo Espectrometria de Energia Dispersiva de Raios-X (EDS) foram utilizados para auxiliar na identificação mineral. Para quantificação do teor de fosfato as amostras foram analisadas por Fluorescência de Raios-X.

Os resultados de análise das amostras por Fluorescência de Raios X indicaram um teor diferenciado de fosfato nas mesmas, variando entre 0,3 % a 23,5 %; sendo que três amostras apresentaram altos teores de fósforo - 19,2 %; 20,8 % e 23,5 % respectivamente.

Os principais minerais essenciais identificados nos estéreis que compõem a rocha pegmatítica apresentam teores variados e correspondem a microclina (30-65 %), quartzo (10-25 %), albita (5-15 %) e muscovita (5-10 %).

Dentre os fosfatos que ocorrem como minerais acessórios na rocha foram identificados trifilita ( $\text{LiFe}^{2+}\text{PO}_4$ ), litiofilita ( $\text{LiMn}^{2+}\text{PO}_4$ ), cirilovita ( $\text{NaFe}_{33+}(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ ), purpurita ( $(\text{Mn}^{3+}, \text{Fe}^{3+})\text{PO}_4$ ), heterosita ( $(\text{Fe}(\text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{3+})\text{PO}_4)$ ), vivianita ( $\text{Fe}_{32+}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ), fosfosiderita ( $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), apatita ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})$ ), frondelita ( $\text{Mn}_{2+}\text{Fe}_{43+}(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$ ) e rockbridgeita ( $\text{Fe}_{2+}\text{Fe}_{43+}(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$ ). O teor de tais minerais nos rejeitos varia de 2 % a 13 %. Os minerais trifilita, litiofilita e vivianita comumente apresentam nutrientes como manganês (Mn), magnésio (Mg) e cálcio (Ca) como impurezas.

Considerando o teor de fosfato e a presença de minerais fosfáticos suscetíveis ao intemperismo, aliada à presença de outros elementos nutrientes para as plantas, como cálcio, magnésio e manganês, bem como a quantidade de rejeitos gerada nas áreas de extração de pegmatito, confirma-se a viabilidade do uso de rejeito de pegmatito rico em fosfato para rochagem, contribuindo para a fertilização de solo e aumentando o grau de aproveitamento da rocha pegmatítica.

Agradecimentos à Fapemig pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa “Potencial mineral dos pegmatitos do Distrito Pegmatítico de Conselheiro Pena, Minas Gerais: caracterização de minerais industriais e aproveitamento de rejeitos”.

## Referências

LOPES, S. A. **Superfosfatos simples e outros fertilizantes fosfatados solubilizados industrialmente via rota do ácido sulfúrico**. São Paulo: Ed. Gráfica Nagy, 2010. 48p.

VIDAL, H. W. F.; NETO, N. A. J. **Minerais de Pegmatitos**. Rio de Janeiro: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005.

## BIOATIVIDADE DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DE CUPINZEIROS PRESENTES EM NEOSSOLOS SOB CAATINGA HIPERXERÓFILA

Kátia Larissa do Nascimento Silva<sup>1</sup>, Ângelo da Silva Monteiro<sup>1</sup>, Maria Aparecida de Medeiros<sup>1</sup>,  
Tâmara Claudia de Araújo Gomes<sup>2</sup>, Claudivan Costa de Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal da Educação Ciência e Tecnologia de Alagoas, Bolsista, Satuba - AL,  
claudivanc@yahoo.es; <sup>2</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros.

**Palavras-chave:** vale do catimbau; biofertilizante; cromatograma de pfeiffer.

O cupinzeiro está presente em diferentes tipos de solo tanto em ambientes naturais como em área antropizada, sendo nestas últimas a de maior incidência. A ação destes na movimentação de material da sub-superfície para parte superior do solo se faz necessário para a construção dos montículos (VALÉRIO, 2006). A presença destes no solo tem sido considerada, por alguns autores, como indicadores de degradação ambiental, embora apenas 10 % das 2.750 espécies da ordem Isoptera sejam consideradas pragas (CONSTANTINO, 1999). Entretanto, outros autores, analisando a incidência de cupinzeiro em uma escala de tempo maior, verificaram que a mesma pode contribuir sobremaneira para a restauração e renovação do solo e do ambiente natural (GHOLAMI; RIAZI, 2012). O montículo dos cupinzeiros concentra substâncias húmicas (SH) em quantidade muito superior a área do entorno (PINHEIRO et al., 2003), as quais podem apresentar similitudes funcional com as SH de origem geológica, como as leonarditas. Acredita-se que as SH de cupinzeiros provenientes de MO mais lignificadas como as derivadas da vegetação de caatinga hiperxerófica podem contribuir para a síntese de SH mais recalcitrante e, portanto, apresentar maior tempo de residência no solo quando do seu uso fertilizante. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a bioatividade de SH extraídas de cupinzeiros de áreas de Neossolos sob caatinga hiperxerófila do Parque Nacional do Vale do Catimbau, no município de Buíque-PE, por meio da determinação do testes de germinação e vigor em sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). Para tanto, foram coletadas amostras de cupinzeiro, a profundidade de 0 a 5 cm da superfície do montículo (58° 36' 21,2" S e 37° 14' 58,2" W) e de NEOSSOLO LITÓLICO, a profundidade de 0 a 20 cm, distando 2,0 m do cupinzeiro de referência. Esses materiais foram secos a sombra e passados em peneira de 2 mm de modo a obter-se Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) para em seguida serem caracterizados quimicamente. Nestas amostras foram extraídas as SH, as quais foram fracionadas em ácido húmico (AH), ácido fúlvico (AF) e humina (HU) de acordo com Swift (1996) e em cada fração foram determinados os teores de C total e N total. Extrauiu-se também SH do cupinzeiro (SHC) e de produto comercial (Humitec WG) com solução de KOH 0,1 M, na relação solo:solução 1:100 sob agitação por 16 horas, seguindo-se de filtração rápida, cujo extrato foi utilizado em testes de germinação e vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). Nas soluções de SHC, Humitec WG e na amostra de solo foram obtidos os cromatogramas de Pfeiffer, de acordo com proposta de Pinheiro (2011). As soluções de SH usadas nesta pesquisa foram estabelecidas com base apenas na concentração de SH (AH + AF) de cada fonte, cujos valores de pH foram ajustados entre os valores de 6,8 a 7,0, com água acidificada (HCl). Os tratamentos foram constituídos de duas fontes de SH (SHC e Humitec WG) em quatro concentrações (0; 6,79; 13,58 e 33,95 mg kg<sup>-1</sup>), os quais foram distribuídos em esquema fatorial 2 x 4 e dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Foram colocadas 25 sementes de alface entre papeis

germoteste acondicionado em germobox, as quais foram umedecidas com 6 ml da solução de SH, correspondentes a cada tratamento, para em seguida serem incubadas a 28 °C durante 120 horas, em ambiente escuro. Transcorrido esse tempo, foi acrescentado 1 ml da solução de 50 % de etanol em água, necessário para deter o crescimento das plantas e realizar a contagem do número de sementes germinadas e do comprimento das raízes por placa. Os resultados foram expressos como índice de germinação (IG), pela fórmula:  $\%IG = (\%G * L) / 100$ , em que, % G é % germinação da prova em branco; e L é somatório do comprimento das radículas, em cm. Os cromatogramas de Pfeiffer são formados 3 circunferências, sendo que a primeira se refere ao C ligado ao oxigênio, a segunda, ao C ligado a minerais e a terceira, a atividade de enzimas. Verificou-se uma distribuição proporcional entre as três circunferências que compõe o cromatograma da SH do cupinzeiro, denotando uma qualidade superior aos demais. A terceira circunferência da SH do solo, por apresentar extremidades abertas, indica pouca disponibilidade de nutriente no ambiente natural, enquanto que a SH do Humitec WG, com maior proporção de C enzimático, sinaliza que este material possui disponibilidade imediata de nutriente. A SHC, por sua vez, dada a conformação apresentada pela terceira circunferência, indica que este material possui reserva de nutrientes considerável. Observou-se que o cupinzeiro contém teor de SH 7,74 vezes superior ao solo da circunvizinhança. As dosagens de Humitec WG utilizadas no presente estudo, as quais foram padronizadas em função da concentração de SH do cupinzeiro, apresentaram condutividade elétrica elevada, o que prejudicou a germinação das sementes. O tratamento com SHC apresentou-se superior à testemunha quanto ao seu efeito sobre a germinação e vigor de sementes de alface. A germinação e vigor das sementes de alface foram tanto maior quanto maior a dose de SH utilizada no tratamento. Há necessidade de realização de análise agronômicas do efeito de SH em nível de campo.

## Referências

- CONSTANTINO, R. Chave ilustrada dos gêneros de cupim (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papeis Avulsos de Zoologia**. v. 40, n. 925, p. 387-448, 1999.
- GHOLAMI, A.; RIAZI, F. Impact of Termite Activity on Physical and Chemical Properties. **Journal Basic Applied Science Research**. v. 2, n. 6, p. 5581-5582, 2012.
- PINHEIRO, S. **Cartilha da Saúde do Solo** (Cromatografia de Pfeiffer). Salles Editora, 2011.
- PINHEIRO, L. B. A.; PEREIRA, M. G.; LIMA, E. et al. Atributos edáficos e de termiteiros de cupim-de-montículo (Isoptera: Termitidae) em Pinheiral-RJ. **Floresta Ambient**. v. 20, n.4, p. 510-520, 2013.
- SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: Sparks, D.L. (Ed.). **Methods of Soil Analysis**, v. 164. SSSA, Madison, 790 p., 1996.
- VALÉRIO, J.R. **Cupins de montículo em pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 33p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 160).

## USO DE DIFERENTES CORRETIVOS DA ACIDEZ E RELAÇÕES COM ATRIBUTOS FÍSICOS E CARBONO ORGÂNICO DO SOLO

Jorge da Silva Júnior, Douglas da Silva Santos, Gabriella Roquetti Guimarães Aloise, Vanessa Sofia de Oliveira, Elias Nascente Borges

Universidade Federal de Uberlândia, Doutorando, Uberlândia - MG, [jorge.jr@ufu.br](mailto:jorge.jr@ufu.br).

**Palavras-chave:** silicato; porosidade total; MOS.

No cerrado brasileiro abrange aproximadamente 23 % do território nacional, onde predominam os Latossolos, que apresentam média a baixa fertilidade, são ácidos, com alta fixação de fósforo, entretanto, com o manejo adequado, são problemas facilmente corrigíveis. Para corrigir esta acidez, normalmente é feita a calagem utilizando calcários calcíticos ou dolomíticos com objetivo de neutralizar o Al tóxico, disponibilizando cálcio e magnésio na camada arada e estimular maior desenvolvimento do sistema radicular, contribuindo com no manejo da estrutura do solo.

Algumas alternativas vêm sendo testadas para corrigir a acidez do solo, dentre elas o uso de escórias de siderúrgicas, tais como o silicato de cálcio ( $\text{CaSiO}_3$ ), e silicato de magnésio ( $\text{MgSiO}_3$ ). Que além de atuar como corretivo do solo assim como o calcário, também fornece macronutrientes e micronutrientes, e o silício (Si), é benéfico para plantas acumuladoras deste nutriente como o caso das gramíneas tropicais. Sendo os silicatos a principal fonte de silício para agricultura, e possuem efeito corretivo. O objetivo desse trabalho foi de verificar a influência do uso de corretivos silicatados nas características físicas de um LATOSSOLO VERMELHO com dois anos de cultivo de cana de açúcar em comparação os solos de uma a área de Cerrado Nativo.

O experimento foi conduzido na Fazenda Santa Fé do Cedro, localizada no município de Uberaba-MG, em uma área comercial cultivada com cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), variedade RDB86-7515, fornecedora de cana-de-açúcar à Usina Vale do Tijuco, unidade vinculada ao Grupo Companhia Mineira de Açúcar e Álcool (CMAA). Esta usina se encontra em operação desde 2010.

O delineamento experimental utilizado no experimento foi de blocos ao acaso em esquema fatorial  $3 \times 2 + 1$ . O primeiro fator foi composto por três fontes de corretivos: 1 – Agrosilício; 2 – AgroSiCa; 3 – Calcário dolomítico aplicados na dose de  $2 \text{ t ha}^{-1}$ . O segundo fator foi composto por duas profundidades (0,0-30,0 cm; e 30,0 – 60,0 cm). O tratamento adicional constou com uma área de cerrado nativo (sem correção) nas proximidades do experimento, onde as amostras de solo foram coletadas nas mesmas profundidades. As parcelas foram constituídas de amostras de solo deformadas e indeformadas retiradas nas profundidades 0-30 cm e de 30-60 cm, com quatro repetições, coletadas entre as ruas de plantio da cultura. Os atributos físicos analisados foram: densidade do solo (Ds) pelo método do balão volumétrico (BLAKE; HARTGE, 1986) e a porosidade total (Pt) com as amostras foram coletadas em anéis concêntricos com auxílio de amostrador tipo Uhland. Determinou-se o carbono orgânico total (COT) e a matéria orgânica do solo (MOS) seguindo o método da Embrapa (2009). Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância, com a aplicação do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Quando o teste F foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância. Para comparar os dados obtidos entre a área cultivada com cana de açúcar e cerrado nativo foi aplicado o teste T de Student. Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância, com a aplicação do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Quando o

Teste F significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância. Para comparar os dados obtidos entre a área cultivada com cana de açúcar e cerrado nativo o teste T de Student foi aplicado.

Analisando os dados observou-se que a Ds, Pt, o COT e a MOS não apresentaram diferenças significativas entre os tipos de corretivos testados, nem para as profundidades coletadas. No entanto, quando comparados os solos sob diferentes corretivos silicatados com os solos sem correção, de Cerrado Nativo, verificou-se diferenças na Ds e na Pt. Nos solos cultivados onde houve aplicação de calcário na profundidade de 30-60 cm, estes apresentaram um incremento na Ds, variando de 1,72 g dm<sup>-3</sup> para áreas de cultivo, até os 1,55 g dm<sup>-3</sup> dos solos de cerrado nativo. Para Klein (2008) as alterações na Ds podem afetar propriedades físico-hídricas importantes, como a Pt, a taxa de infiltração de água e a resistência do solo à penetração (RP).

A Pt dos solos sob cultivo também apresentou uma variação, mas somente na profundidade de 30-60 cm, com valores inferiores, variando de 38,3, 37,7 e 36,4 % para correções com Agrosilício, AgroSiCa e calcário, respectivamente. De acordo com Prado (2003), as alterações físico-químicas causadas pela calagem propiciam aos solos tropicais, com cargas variáveis, ambiente favorável à dispersão de argila, que obstrui os poros em camadas inferiores, modificando o movimento de água no solo, promovendo erosão. Já as áreas do Cerrado nativo apresentaram valores médios de 43,4 %, indicando um solo mais estruturado, com maior quantidade de poros.

O uso de corretivos influenciou nos atributos físicos do solo, na Pt de 30-60 cm, como também o uso do calcário alterou a Ds do solo nesta mesma profundidade, já o COT e MOS apresentaram incremento significativo nos solos do Cerrado de 0-30 cm, quando comparados às áreas que receberam corretivos. Não houve diferença entre as fontes de corretivo testadas para as variáveis analisadas.

Agradecemos o apoio financeiro da FAPEMIG no desenvolvimento desta pesquisa.

## Referências

- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In; KLUTE, A. (Ed.) **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986, p. 363-375.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Embrapa Solos. **Manual de métodos de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. revista e ampliada. Brasília, DF, 2009. 627p.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: **REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA**, 45, 2000, São Paulo. Anais..., São Paulo: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- KLEIN, V.A. **Física do solo**. Passo Fundo, Universidade de Passo Fundo, 2008.6- 212p.
- PRADO, R. M. A. Calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: revisão de literatura. **Revista Biociência**, v.9, p.7-16, 2003.



## RELAÇÃO DE CU E FE DE SOLO FERTIRRIGADO COM BIOFERTILIZANTE PROVENIENTE DE DEJETOS DA SUINOCULTURA

Fernanda Rubio<sup>1</sup>, Felipe de Oliveira<sup>2</sup>, Martín Engler<sup>2</sup>, Jhean Carlos Maran<sup>2</sup>, Fernanda de Fátima Dhein<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal do Paraná, Professora, Foz do Iguaçu - PR, [fernanda.rubio@ifpr.edu.br](mailto:fernanda.rubio@ifpr.edu.br);

<sup>2</sup>Centro Universitário Dinâmica das Cataratas.

**Palavras-chave:** digestato; fertilizante; micronutrientes.

A suinocultura é uma atividade bastante difundida no estado do Paraná, porém, além dos diversos benefícios que este ramo oferece, existe um grande potencial de poluição que pode ser gerado ao ambiente. Diante desta problemática, a granja de suínos São Pedro, localizada no município de São Miguel do Iguaçu - PR, faz o uso do biodigestor do tipo canadense, gerando energia elétrica e utilizando o biofertilizante na adubação de pastagens.

Devido a falta de informações quanto ao uso e ação de biofertilizantes em solos, este trabalho teve como objetivo estudar o solo receptor do digestato quanto as concentrações dos micronutrientes cobre (Cu) e ferro (Fe).

Foi realizado estudo comparativo entre solos constantemente adubados mineralmente e fertirrigado com digestato proveniente de digestão anaeróbica, além de solo que não recebe adubação. Os procedimentos de amostragem foram baseados na metodologia da USEPA (1989 e 1991) e Byrnes (1994) apud seção 6300 da CETESB (1999), coletando amostras na superfície, a 20 e a 40 centímetros de profundidade. Os solos foram analisados utilizando a metodologia de Pavan et al. (1992), estudados quanto a determinação dos micronutrientes Cobre (Cu) e (Fe).

Os teores de Cu encontrados foram superiores no solo da área fertirrigado, nos três perfis: 43,60 mg dm<sup>-3</sup> para a superfície, 38,00 mg dm<sup>-3</sup> a 20 cm e 21,60 mg dm<sup>-3</sup> a 40 cm de profundidade, já para o solo mineralmente adubados os valores não ultrapassaram 19 mg dm<sup>-3</sup> para os três perfis, igualmente para o solo sem nenhuma adubação, o qual obteve concentrações inferiores a 17 mg dm<sup>-3</sup> de Cu.

Os altos valores de Cu podem ser explicados por Laborsolo (2013) que coloca que o Cu é um micronutriente catiônico, na qual sua distribuição no perfil do solo depende do pH, da quantidade de matéria orgânica e do tipo de solo. Possivelmente as condições ideais para a concentração desse elemento foi fornecida pela aplicação do digestato, além disso, apesar do Cu ser um elemento que trabalha como ativador ou componente de enzimas e influência na fixação de N, além de auxiliar na resistência a doenças, o excesso de Cu faz com que as raízes percam o vigor e escureçam, paralisam o crescimento, além de que provocar a deficiência em Fe para as plantas e reduz a absorção de P.

A quantidade encontrada de Fe nas amostras de solo foram expressivamente mais acentuadas naqueles que foram fertirrigados com o biofertilizante, sendo 164,00 mg dm<sup>-3</sup> de Fe na superfície, 51,10 mg dm<sup>-3</sup> a 20 cm de profundidade e 44,70 mg dm<sup>-3</sup> a 40 cm de profundidade, já no solo mineralmente adubado a quantificação de Fe foi de 36,40 mg dm<sup>-3</sup>, 45,80 mg dm<sup>-3</sup> e 48,60 mg dm<sup>-3</sup> respectivamente para as três profundidades e no solo sem nenhum tipo de adubação os resultados seguiram 55,90 mg dm<sup>-3</sup>, 71,90 mg dm<sup>-3</sup> e 41,90 mg dm<sup>-3</sup>.

A disponibilidade do Ferro no solo é por meio de óxidos primários, sendo essencial no desenvolvimento das plantas, pois atua na fixação do nitrogênio e desenvolvimento do caule e raízes (GIRACCA; NUNES, 2015). Porém, Jucoski (2011) explica que quando em grande quantidade

pode causar o estresse oxidativo na planta, devido a formação e concentração de espécies ativas de oxigênio, diminuindo sua produtividade.

Constatou-se que o uso do biofertilizante é uma eficiente fonte nutricional para o solo, em comparação ao fertilizante mineral e ao solo sem tratamento. Mas em contrapartida, deve-se fazer o monitoramento periódico de suas propriedades, para que se mantenha sua produtividade e não cause danos ao ambiente.

## Referências

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Amostragem de Solo**. Seção 6300, 1999.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. S. **Micronutrientes**. Agrolink. Disponível em: < [http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes\\_micronutrientes.aspx](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_micronutrientes.aspx) > Acesso em 31 de maio de 2015.

JUCOSKI, G. O. **Toxicidade de ferro e metabolismo antioxidativo em *Eugenia uniflora* L.** 2011. 77p. Tese (Pós Graduação em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2011.

LABORSOLO. **Micronutrientes: conhecendo o Cobre**. Informativo Laborsolo Laboratórios, 2013. Disponível em: < <http://www.laborsolo.com.br/site/dris/micronutriente-conhecendo-o-cobre/> > Acesso em: 31 de maio de 2015.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMOULSKI, H. D.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR - Circular, 76, 1992.

## ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, NO PLANALTO CATARINENSE

Guilherme Romani de Mello<sup>1</sup>, Ricardo Henrique Ribeiro<sup>1</sup>, Guilherme Seiki Iwasaki<sup>2</sup>,  
Marcos Renan Besen<sup>3</sup>, Jonatas Thiago Piva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Graduatingo, Curitibanos - SC, *melloagronomia@gmail.com*;

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná; <sup>3</sup>Universidade Estadual de Maringá.

**Palavras-chave:** plantio direto; carbono orgânico; intensidade de pastejo.

O sequestro de carbono (C) nos solos em diferentes regiões é diretamente influenciado pelo manejo adotado, particularmente pelo aporte de resíduos e grau de revolvimento do solo. Além destes fatores, outros como temperatura e precipitação interferem na decomposição e mineralização da matéria orgânica (MO) e por consequência no sequestro de carbono (ALVAREZ et al., 2001). Regiões de clima tropical e subtropical, como o Brasil, possuem elevada capacidade em sequestrar C em relação aos climas temperados. O que controla a dinâmica do estoque de C nos sistemas agrícolas é o balanço entre a entrada via fotossíntese de CO<sub>2</sub> e a saída via mineralização da matéria orgânica do solo (MOS). Sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) promovem uma melhoria na qualidade física, química e biológica do solo, principalmente por promover maior aporte de C nas raízes das pastagens (LAL, 2002). As pastagens dentro do sistema de rotação melhoram a estrutura do solo, pela grande quantidade de raízes crescendo e se desenvolvendo, refletindo em agregados maiores e mais estáveis, aumentando com isso a proteção da MOS, refletindo em maior acúmulo de C. Cabe ressaltar que o manejo empregado a esses sistemas irá apontar a sua capacidade em atuar como fonte ou dreno de C para atmosfera. Diferentes intensidades de pastejo, maior ou menor oferta de forragem e a frequência dos pastejos são três fatores fundamentais para determinar a quantidade de resíduos sobre o solo, e dentro do perfil em profundidade, além de, influenciar na sua qualidade física e consequentemente a viabilidade em acumular C (NICOLOSO et al., 2008). O objetivo do trabalho foi verificar a relação entre diferentes ofertas de forragens e pressão de pastejo no estoque de carbono orgânico e densidade do solo no planalto Catarinense.

O estudo foi conduzido numa propriedade particular no município de Curitibanos - SC. A área possui altitude de 1000 m e o solo do local é um LATOSSOLO VERMELHO, com 550 g kg<sup>-1</sup> de argila. O clima no local é do tipo Cfb, com temperaturas no mês mais frio abaixo de 15 °C e temperaturas no mês mais quente acima de 25 °C. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, sendo que a precipitação anual varia de 1.500 a 1.700 mm. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, numa área de 8,3 ha, com 4 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos avaliados foram diferentes alturas de manejo na pastagem: 10, 20 e 30 cm, as quais foram obtidas através da aplicação de diferentes cargas animais pelo pastejo contínuo, usando três animais testes e um animal regulador. Além desses, também foi conduzida uma área sem pastejo. O cultivo da soja foi conduzido sob a palhada residual do pastejo da aveia. O experimento vem sendo conduzido desde Maio de 2014, sob os mesmos tratamentos. No ano de 2015, a cultura da aveia foi implantada em maio, sendo que 45 dias após a emergência iniciou-se o pastejo, no dia 11 de julho, permanecendo até 10 de outubro. Após o pastejo a área foi dessecada e a soja foi implantada no dia 31 de outubro. As coletas de solo para determinação de densidade e de carbono, foram realizadas no mês de outubro desse ano.

Para determinação do estoque de carbono foi coletado o solo até 1 metro de profundidade através de duas trincheiras (0,25 x 0,50 m), em cada parcela. As trincheiras foram escavadas após a semeadura da soja, no sentido transversal as linhas da cultura, nas camadas de: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-45, 45-60, 60-80 e 80-100 cm. Da mesma forma foi determinada a densidade do solo, juntamente com a coleta de carbono, seguindo o método de escavação descrito por Blake e Hartge (1986). Uma amostra de solo de cada camada foi retirada para correção da umidade. As amostras de solo foram secas ao ar, moídas e passadas em peneira de 2 mm. Uma subamostra foi retirada e moída em gral de porcelana, até passar em peneira de 250  $\mu\text{m}$ . Para a determinação da concentração de carbono orgânico, foi utilizado o método de combustão úmida. Os dados foram submetidos à anova, e as medias comparadas pelo teste de Tukey a 5 %.

O estoque de carbono sofreu influencia das intensidade de pastejo na camada 45-60 cm, onde o pastejo à 10 cm resultou no menor valor de carbono. Já ao comparar as intensidades de pastejo com o tratamento sem pastejo, esse foi significativamente superior aos demais, exceto na camada de 5-10 cm, onde foram todos semelhantes. Dessa maneira, o estoque final de carbono para os tratamentos com pastejo resultou numa média de 80,81  $\text{Mg ha}^{-1}$ , enquanto o tratamento sem pastejo foi de 121,03  $\text{Mg ha}^{-1}$ .

A maior quantidade de C no solo sem pastejo, em comparação aos demais, pode estar relacionada ao maior contato entre solo e palhada residual da pastagem de aveia e azevém. Segundo Costa Jr. et al. (2012), em LATOSSOLO VERMELHO na área de lavoura sob plantio direto, maiores valores de carbono foram acumulados em comparação com tratamento sob preparo convencional e sob pastejo. Os autores atribuem essa diferença principalmente em relação ao acumulado nas camadas mais superficiais (0-10 cm), onde houve maior quantidade de C. Resultado semelhante ao encontrado no presente estudo, onde o solo submetido ao pastejo, independentemente da intensidade, teve menor quantidade de C nas camadas, principalmente nas camadas de 0-20 cm, o que resultou em menor acúmulo total para esses tratamentos.

Não houveram diferenças significativas entre os tratamentos, independentemente da camada, para a densidade do solo. Em trabalho conduzido por Conte et al. (2011), também não houve diferenças significativas para densidade do solo sob sistemas de integração lavoura pecuária. Esses citam que a pressão aplicada pelos cascos dos animais ao solo é de pequena magnitude, não alcançando valores críticos para o crescimento das raízes das culturas, assim o solo pode recuperar sua estrutura com o próximo ciclo de desenvolvimento ou cultura estabelecida na área. Cabe ressaltar também, que a área em estudo está em fase inicial, com curta duração do experimento (3 anos), sendo que os tratamentos ainda estão se estabelecendo na área.

A área sem pastejo resultou no maior estoque de carbono. Dentre os manejos de altura, o pastejo à 20 cm é a melhor opção para conservação do sistema, garantindo maiores produções.

## Referências

ALVAREZ, R.; ALVREZ, R. A.; LORENZO, G. Carbon dioxide fluxes following tillage from a mollisol in the Argentine Rolling pampa. **Eur. J. Soil Biol.**, n.3, p.161-166, 2001.

BLAKE, G.R. & HARTGE, K.H. Bulk density. In: **Methods of Soil Analysis: Physical and Mineralogical Methods**. Ed. Madison. 2 ed. Madison, WI, 1986, p. 363- 382.

CONTE, O; FLORES, J.P.C.; CASSOL, L.C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; LEVIEN, R.; WESP, C.L. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesq. Agrop. Bras.** n.10, p.1301-1309, 2011.

COSTA JÚNIOR, C.; PÍCCOLO, M. C.; SIQUEIRA NETO, M.; CAMARGO, P. B. DE; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma cerrado. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, n.4, p.1311-1321, 2012.

LAL, R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. **Environmental pollution**, 2002, p.353-362.

NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; LANZANOVA, M.E. Balanço do carbono orgânico no solo sob integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, n.6, p.2425-2433, 2008.

## FORNECIMENTO DE CÁLCIO PARA PLANTAS DE *Eucalyptus dunnii* POR MEIO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO

Letícia Moro<sup>1</sup>, Camila Adaime Gabriel<sup>1</sup>, Marcia Aparecida Simonete<sup>2</sup>, Paulo Cezar Cassol<sup>1</sup>, Priscylla Pfleger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Doutoranda em Ciência do Solo, Lages - SC, [leticia\\_moro@hotmail.com](mailto:leticia_moro@hotmail.com); <sup>2</sup>Blumeterra Comércio e Serviços Ltda.

**Palavras-chave:** calagem; gessagem; eucalipto.

Dentre a maioria das espécies florestais, o cálcio (Ca) é o segundo nutriente mais absorvido por estas. Na ordem dos nutrientes mais acumulados em componentes exportados da área de produção pela espécie de *Eucalyptus*, o Ca ocupa o primeiro lugar, em que aproximadamente 75 % desse elemento é exportado do sítio com a colheita do tronco, e comumente têm sido encontrados povoamentos de eucalipto com baixos teores de Ca nas folhas (MARTINS et al., 2007). Portanto, ao longo de vários anos de cultivo, a exaustão de Ca no solo pode promover deficiência do nutriente para as plantas e limitar a produtividade dos próximos ciclos (SANTANA et al., 2008).

Além disso, a maioria dos solos do sul do país apresentam baixo pH, tendo conseqüentemente um alto teor de Al, o que pode prejudicar o crescimento das raízes das plantas. A fim de sanar estes dois problemas, o calcário e o gesso agrícola aparecem como possível solução, pois ambos apresentam consideráveis quantidades de Ca, além de capacidade de reduzir o Al tóxico.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de aumento de cálcio disponível no solo proveniente da aplicação de calcário e de gesso agrícola para o plantio de *Eucalyptus dunnii*.

O estudo foi realizado em casa de vegetação, nas dependências da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), na cidade de Lages - SC, sob condições de temperatura e umidade controladas.

Foi utilizado um CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico típico e mudas clonais de *Eucalyptus dunnii*. O solo foi seco, moído, peneirado em malha de 8 mm, e posteriormente foi realizada a caracterização do solo conforme Tedesco et al. (1995), apresentando pH em água 4,1, pH SMP 4,6, 7,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de alumínio, H+Al 15,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, teor médio de argila, teor médio de matéria orgânica, 0,22 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de cálcio, 0,57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de magnésio, 14,37 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo e 0,20 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de potássio.

Utilizou-se vasos com 6,2 kg de solo seco, foram estipuladas quatro doses de calcário (0; 3; 6 e 12 t ha<sup>-1</sup>) e quatro doses de gesso agrícola (0; 6,3; 12,6 e 25,2 t ha<sup>-1</sup>), com base em que o calcário possuía 29,5 % de CaO e o gesso agrícola 19,1 % de Ca.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 3 repetições, sendo 7 tratamentos, constituídos da seguinte forma: TESTEMUNHA, sem aplicação de calcário e gesso; CALCÁRIO 1: 3,0 t ha<sup>-1</sup> de calcário; CALCÁRIO 2: 6,0 t ha<sup>-1</sup> de calcário; CALCÁRIO 3: 12,0 t ha<sup>-1</sup> de calcário; GESSO 1: 6,3 t ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola; GESSO 2: 12,6 t ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola e; GESSO 3: 25,2 t ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola.

Além da aplicação de gesso e calcário, foram realizadas adubações químicas com os nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (com doses de 20, 120 e 40 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente) e micronutrientes como boro (Bo) com 10 g de bórax por planta, zinco (Zn), com 5 g de sulfato de zinco por planta e cobre (Cu) com 2 g de sulfato de cobre por planta, em mesma dosagem para

todos os tratamentos, com o intuito de que possíveis deficiências destes nutrientes não afetassem os resultados.

Todos os tratamentos foram aplicados de forma incorporada ao solo. O solo foi incubado com os tratamentos por um mês, após isto as mudas foram implantadas, e amostras de solo foram coletadas após três meses de cultivo das plantas, em cada vaso foi coletado o solo em quatro pontos, constituindo uma única amostra por vaso. Esta amostra foi seca em estufa a 65 °C, nas amostras foi realizada a análise do teor de cálcio, conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ). Havendo significância, para avaliação de efeitos individuais entre tratamentos, o Teste de Scott-Knott a 5 % de significância, com o programa estatístico com o programa estatístico ASSISTAT 7.7.

Os resultados mostram que o tratamento GESSO 3 foi o que obteve maior valor de Ca, com 14,6  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; seguido GESSO 2 que não se diferenciou estatisticamente do CALCÁRIO 3, respectivamente com 9,9 e 10,4  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; seguidos pelos GESSO 1 E CALCÁRIO 2, com 5,2 e 5,8  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , não sendo diferentemente significativos entre si; depois o CALCÁRIO 1 com 3,2  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , e por último a TESTEMUNHA, com 0,22  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Ou seja, todos tratamentos foram eficientes no aumento do teor de Ca no solo em relação à testemunha, sendo a dosagem mais alta de gesso agrícola (25,2  $\text{t ha}^{-1}$ ) foi a que promoveu maior incremento do teor de Ca no solo.

Corroborando com estes dados, segundo a CQFSRS/SC (2004) o gesso agrícola pode proporcionar um aumento dos teores de cálcio maior que o calcário, devido à sua maior solubilidade.

Ainda conforme a CQFSRS/SC (2004) até 2,0  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  os teores de Ca no solo são considerados baixos, entre 2,1 e 4,0  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , são considerados médios, e acima de 4,0  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  são considerados altos. Com base nisto, observamos que o teor de 0,22  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  inicial do solo e mantido na TESTEMUNHA era baixo, sendo que em todos os demais tratamentos houve mudança de classe de interpretação, sendo que o tratamento CALCÁRIO 1 passou a ser considerado médio, e os demais altos.

Simonete et al. (2013) testando o efeito da aplicação de calcário dolomítico e lama de cal em um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico e um NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico no Paraná, também observaram aumentos significativos do teor de Ca, sendo que no Neossolo passou de 0,3 para 2,4  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , e no Nitossolo de 9,7 para 12,1  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , com a aplicação de calcário dolomítico na dose de 5  $\text{t ha}^{-1}$ .

Rodrigues et al. (2016) avaliando a resposta à aplicação de cálcio, via calcário e gesso agrícola em Três Marias-MG, num povoamento de 18 meses do clone *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, sobre um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, concluíram que o eucalipto responde positivamente a aplicação de Ca, especialmente em solos que apresentam teores de  $\text{Ca}^{2+}$  trocável próximos de zero ou não detectáveis, como o solo deste estudo.

Conclui-se que no solo a aplicação tanto do calcário, quanto do gesso agrícola, causa a elevação dos teores trocáveis de Ca, porém, o gesso agrícola mostra-se mais eficiente.

## Referências

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC - CQFSRS/SC. **Manual de adubação e de calagem para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, SBCS/Núcleo Regional Sul, UFRGS, 2004. 400p

MARTINS, L.G.C.; BARROS, N.F.; SCATOLINI, F.M. Perda de produtividade de florestas de eucalipto em



Minas Gerais causada pela deficiência de cálcio. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 31 - Conquistas e Desafios da Ciência do Solo Brasileira, 2007, Gramado. Anais... Gramado: SBCS, 2007. v. 1. p. 168.

RODRIGUES, F.A.V., BARROS, N.F., SILVA, I.R., & NEVES, J.C.L. Produtividade de eucalipto aos 18 meses de idade, na região do Cerrado, em resposta à aplicação de cálcio, via calcário e gesso agrícola. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 67-74, 2016.

SANTANA, R.C.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; LEITE, H.G. & COMERFORD, N.B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. spe, p. :2723-2733, 2008.

SIMONETE, M.A.; CHAVES, D.M.; TEIXEIRA, C.F.A.; MORO, L.; NEVES, C.U. Fornecimento de cálcio para plantas de *Eucalyptus saligna* por meio de aplicação de resíduo industrial lama de cal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1343-1351, 2013.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)

## EFICIÊNCIA DO POLICOTE EM SEQUESTRAR ALUMÍNIO

Luciano Grillo Gil<sup>1</sup>, Mário Miyazawa<sup>1</sup>, Antonio Costa<sup>1</sup>, Iris Tiski<sup>2</sup>, Roberto dos Anjos Reis Júnior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Pesquisador, Londrina - PR, [lggil@iapar.br](mailto:lggil@iapar.br); <sup>2</sup>Wirstchat Polímeros do Brasil.

**Palavras-chave:** policote; fósforo; fertilizante de eficiência aumentada.

A agricultura possui um papel de grande relevância na cadeia alimentícia mundial, no entanto, algumas restrições impostas ao cultivo fazem com que a produção seja afetada, como solos impróprios para o plantio, pragas, doenças e o clima adverso. Dentre essas limitações, o solo é uma das que mais prejudica a produção nacional, pois os solos brasileiros possuem grande carência na disponibilização imediata do fósforo (VOLTOLINI et al., 2015). O fósforo é crucial no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. No entanto, o alumínio, cátion mais abundante na crosta terrestre, fixa-se com o fósforo indisponibilizando este elemento para a planta.

A baixa eficiência da adubação fosfatada tem sido relatada por diferentes pesquisadores. Rodrigues (1980), em estudo com 100 solos, determinou que a fixação de fósforo pode chegar até 72 % da quantidade aplicada. Esta baixa eficiência é frequente em solos tropicais, que possuem elevada acidez, alta saturação de alumínio e baixa saturação por bases. Assim, práticas para reduzir a atividade do alumínio no solo como a calagem, são empregadas para melhorar a eficiência da adubação fosfatada, permitindo que as lavouras expressem seu potencial produtivo. Várias estratégias têm sido utilizadas para aumentar a eficiência da adubação fosfatada. Dentre estas, o uso de fertilizantes de eficiência aumentada tem sido estudado com mais frequência recentemente. Aumento de eficiência da adubação fosfatada com uso do revestimento com Policote (polímeros com afinidade por Fe e Al) tem sido constatado por diferentes pesquisadores (KANEKO et al., 2010; ZANÃO; REIS JR., 2010; SANTOS et al., 2013). O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade do Policote em sequestrar o alumínio de uma solução de sulfato de alumínio.

O experimento foi conduzido no laboratório de solos, na estação experimental no IAPAR (Londrina - PR). O delineamento foi formado por um fatorial (2 x 5), inteiramente ao acaso, com cinco repetições, sendo duas fontes sequestrantes de alumínio (Água e Policote) e cinco doses (0,00; 0,25; 0,50; 1,00 e 2,00 mL). A unidade experimental foi formada por um béquer de vidro com capacidade para 100 mL, ao qual foi adicionado 10 mL de solução de Sulfato de alumínio 0,000625 M (pH = 4,3). Após a adição dos tratamentos, a unidade experimental foi homogeneizada, com posterior titulação com solução de hidróxido de sódio 0,0125 M. Com os volumes gastos na titulação, foi calculado a quantidade de alumínio livre que havia na parcela experimental. Por diferença da quantidade inicial, foi determinada a quantidade de alumínio retida pelas fontes. Os dados foram submetidos análise de variância, regressão e teste de médias.

A quantidade de alumínio em solução foi significativamente influenciada pelas doses dos aditivos (água ou Policote) homogeneizadas à solução de alumínio. Embora tenha se observado variação estatisticamente significativa na quantidade de alumínio em solução ao adicionar água, esta variação foi pequena, de 0,1832 mmol<sub>c</sub> Al, sem adição de água, a 0,1971 mmol<sub>c</sub> Al com a adição de 1,53 ml de água. Entretanto, ao adicionar o Policote, a quantidade de alumínio em solução reduziu linearmente, de 0,181 mmol<sub>c</sub> Al, sem adição de Policote, até o valor de 0,116 mmol<sub>c</sub> Al, com a dose de 2,0 mL

de Policote. Isto representou uma redução de 35,9 % do alumínio em solução. Reis Jr. et al. (2011), observou redução no teor de alumínio trocável com o uso do polímero Policote em solos de diversas regiões do país. A capacidade do Policote em sequestrar alumínio explica o aumento de eficiência da adubação fosfatada com fertilizante fosfatado revestido com Policote.

## Referências

- KANEKO, F. H.; LEAL, A.; SILVA, D. C.; REIS JR, R. A. Experimento de longa duração sobre adubação fosfatada com MAP revestido por Policote – Ano II. In: **FERTBIO, 2010**, Guarapari. Anais... Guarapari: INCAPER, 2010. CD-ROM.
- REIS JR., R. A.; MIYAZAWA, M.; FIORIN, J. ZONTZ, E.; TISKI, I.; BREDA, F.A.F. Influência do Policote sobre o pH teores de Fe e Al no solo. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 2011, Uberlândia. Anais... Uberlândia: SBCS, 2011. CD-room.
- RODRIGUES, M. R. **Fatores que afetam a fixação de fosfatos nos solos do estado de São Paulo**. Piracicaba, 1980. 88p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, R. R.; ÁVILA, M. O. T.; PEREIRA, H. M. B.; MATTIELLO, E. M.; REIS JR, R. A. Absorção de P e crescimento do milho fertilizado com superfosfato triplo revestido com Policote. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 2013, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBCS, 2013. CD-ROM.
- VOLTOLINI, G.B.; GONÇALVES, M.V.O.; PAULINO, R.N.L. Deficiência em fósforo limita a produtividade. **Revista Campo e Negócios**, Grãos, 2015. Março.
- ZANÃO JR, L. A.; REIS JR, R. A. R. Produtividade da Soja em Função de Doses e Fontes de Adubação Fosfatada In: **FERTBIO, 2010**, Guarapari. Anais... Guarapari: INCAPER, 2010. CD-ROM.

## EFEITO DO SILICATO DE CÁLCIO E RESÍDUO FOSFATADO NA DISPERSÃO DE ARGILA

Douglas da Silva Santos, Jorge da Silva Junior, Gabriella Roquetti Guimarães Aloise,  
Elias Nascentes Borges, Getúlio Aires Manfro

Universidade Federal de Uberlândia, Doutorando, Uberlândia - MG, [douglassantos.silva1980@gmail.com](mailto:douglassantos.silva1980@gmail.com).

**Palavras-chave:** silicatagem; calagem; bioma cerrado.

Solos de clima tropical são conhecidos por apresentarem alta capacidade de fixação de fósforo e saturação por alumínio, bem como baixos teores de cálcio e bases trocáveis, sendo necessária aplicação de corretivos de acidez e adubação. A calagem é uma prática essencial para a produção de culturas comerciais tenha êxito. Essa prática agrícola proporciona a neutralização da acidez do solo, o fornecimento de cálcio e magnésio, à redução da toxidez de alumínio, o aumento da disponibilidade de nutrientes e o aumento da saturação por bases do solo.

Outros corretivos, como os silicatos de cálcio e magnésio provenientes das escórias de siderurgia, são materiais que se comportam de forma semelhante ao calcário, e geralmente são materiais mais solúveis que o calcário, sendo alternativa viável para correção da acidez e aumentar a disponibilidade de nutrientes e a saturação por bases do solo em profundidade e em menor tempo que o calcário, além de fornecer silício às plantas, elemento benéfico capaz de proteger as plantas, principalmente as gramíneas, contra estresses bióticos e abióticos e também aumentar sua eficiência fotossintética.

Recentes estudos têm demonstrado a possibilidade de uso de resíduos da indústria de fertilizantes fosfatados como fluorita com óxido de silício, para correção e fornecimento de nutrientes. Pouca ou nenhuma informação está relacionada a influência do uso de silicatos e outros resíduos da indústria de fertilizantes fosfatados, quanto a alterações de características físicas do solo onde estes materiais são aplicados. Este trabalho teve como objetivo avaliar alteração da argila dispersa em água e grau de floculação no solo manejados com calcário, silicato de cálcio (Agrossilício) e fluorita com óxido de silício após dois anos de aplicação, em área cultivada com cana-de-açúcar.

O experimento foi conduzido em uma área comercial de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), variedade RDB86-7515, na Fazenda Santa Fé do Cedro, localizada no município de Uberaba-MG, fornecedora de cana-de-açúcar à Usina Vale do Tijuco, unidade vinculada ao Grupo Companhia Mineira de Açúcar e Alcool (CMAA). A Usina Vale do Tijuco está localizada no Município de Uberaba - MG. O delineamento experimental foi de blocos casualizados num esquema fatorial: 3x2+1. Sendo o primeiro fator três corretivos (calcário, agrossilício e fluorita com óxido de silício) aplicados na dose de 2t ha<sup>-1</sup> e o segundo fator duas profundidades do solo (0-30 cm; e 30 - 60cm). O tratamento adicional constava de uma área de cerrado nativo nas proximidades do experimento, onde as amostras de solo foram coletadas em duas profundidades (0-30 cm; e 30 - 60cm). As parcelas foram constituídas de amostras de solo de uma parcela total formada de 5 ruas de plantio espaçada entre linhas de 1,5 m por 10 m de comprimento totalizando 75 m<sup>2</sup> por parcela. Em cada uma das áreas foram coletadas amostras deformadas nas profundidades 0-30 cm e de 30-60 cm, com quatro repetições, para realização das análises dos atributos físicos do solo. Foram determinadas textura, argila dispersa em água (ADA) e grau de floculação (EMBRAPA, 2009).

Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância, quando o teste F significativo, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Para comparar os dados obtidos entre a área cultivada com cana de açúcar e cerrado nativo o teste T de student foi aplicado.

Não houve diferença nos teores de areia grossa, fina, silte e argila nas profundidades de 0-30 cm e 30-60 cm quando foi aplicado os corretivos calcário, Agrossilício e fluorita com óxido de silício. Em média os teores os foram: areia grossa 523 g kg<sup>-1</sup>; areia fina 271 g kg<sup>-1</sup>; silte 36 g kg<sup>-1</sup> e 148 g kg<sup>-1</sup>.

Somente os teores de silte de 0-30 cm e 30-60 cm, e argila na profundidade de 30-60 cm não foram diferentes dos teores encontrados na área de cerrado nativo. Em média os teores encontrados na área cerrado foram: areia grossa 433 g kg<sup>-1</sup>; areia fina 381 g kg<sup>-1</sup>; silte 36 g kg<sup>-1</sup> e 167 g kg<sup>-1</sup>.

Em relação aos teores de argila dispersa em água (ADA) e o grau de floculação não foram encontradas diferenças significativas em relação aos corretivos calcário, Agrossilício e fluorita com óxido de silício. Em média os teores os foram: 2,3 e 1,9 % para ADA em 0-30 e 30-60cm respectivamente e 83 e 88% grau de floculação das argilas em 0-30 e 30-60cm respectivamente.

Não houve diferença nos teores de ADA e grau de floculação da área cerrado relação as fontes calcário, agrossilício e fluorita com óxido de silício. Em média os teores os foram: 2,5 e 1,5 % para ADA em 0-30 e 30-60 cm respectivamente e 82 e 79% grau de floculação das argilas em 0-30 e 30-60 cm respectivamente.

Prado e Centurion (2001) observaram que argila dispersa em água no cultivo intenso da cana-de-açúcar não diferiu nas três camadas de solo estudadas, o que é explicado possivelmente pela mobilização profunda do solo (0-30 cm). Essa pode ser uma possível explicação porque não foram encontradas diferenças entre as fontes aplicadas.

Ainda de acordo com Prado e Centurion (2001), esperava-se que houvesse maior eluviação da argila no perfil nas áreas de cultivo com cana de açúcar comparado à vegetação nativa, portanto, mais resistência à dispersão. Entretanto, o fenômeno da eluviação não ocorreu de maneira significativa no tratamento com cana-de-açúcar, o que está em desacordo com Fuller et al. (1995) e Silva et al. (1998), que afirmam que o cultivo intenso com cana-de- açúcar ocasiona a eluviação da argila em profundidade no perfil do solo, o que, aliás, poderia ser explicado pela própria cultura, que, com seu sistema radicular fasciculado, extenso e em constante renovação, promove de maneira eficiente a agregação do solo, conforme Paladini & Mielniczuk (1991).

Não foi observada alteração na dispersão de argila e alteração no grau de floculação pela aplicação de calcário, agrossilício e fluorita com óxido de silício.

Os pesquisadores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG no desenvolvimento desta pesquisa.

## Referências

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Embrapa Solos. **Manual de métodos de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. revista e ampliada. Brasília, DF, 2009. 627p.
- FULLER, L. G.; GOH, T. B.; OSCARSON, D. W. Cultivation effects on dispersible clay of soil aggregates. **Canadian Journal of Soil Science, Ottawa**, v. 75, p. 101-107, 1995.
- PALADINI, F. L. S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p. 135-140, 1991.
- PRADO, R de M.; CENTURION, J. F. Alterações na cor e no grau de floculação de um Latossolo Vermelho Escuro sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 1, Jan., 2001.
- SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R. Caracterização de Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no

Estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 677-684, 1997.

VALLE, L. A. R. **Avaliação do potencial de uso agrícola da fluorita com óxido silício (AgroSiCa), derivado da fabricação de fertilizantes fosfatados**. 2016. 121 p. (Doutorado em agronomia) Universidade Federal de lavras, Lavras. 2016.

YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soils and study of the physical nature erosion losses.

**Journal American Society Agronomy, Madison**, v. 28, n. 5, p. 337-351, May, 1936.

## CARACTERIZAÇÃO E USO DE BIOFERTILIZANTE DE DEJETO SUÍNO NO CULTIVO DE MILHO

Kayla Walquiria Garmus<sup>1</sup>, Luiz Eduardo Broetto<sup>2</sup>, Fernanda Rubio<sup>1</sup>, Jhean Carlos Maran<sup>2</sup>, Martín Engler<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal do Paraná, Professora, Foz do Iguaçu - PR, [kayla.garmus@ifpr.edu.br](mailto:kayla.garmus@ifpr.edu.br);

<sup>2</sup>Centro Universitário Dinâmica das Cataratas.

**Palavras-chave:** digestato; adubação orgânica; sustentabilidade.

O Brasil está em quarto lugar no ranking de produção e exportação mundial de carne suína. No entanto, os resíduos produzidos por meio da criação desses animais, cria adversidades com relação a qualidade do meio ambiente. Diante disto, o mercado agropecuário busca alternativas para utilização destes resíduos, de maneira a gerar um menor risco ao meio ambiente e por consequência, auxiliam na redução de custos do próprio produtor. Dentre os produtos decorrentes do gerenciamento de resíduos, o biofertilizante que é o efluente gerado pela biodigestão anaeróbia em um biodigestor, é considerado um produto de grande importância para a agricultura. Já que pode ser utilizado como adubo se suas características forem adequadas a cultura que se deseja cultivar.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo, avaliar a caracterização e uso do biofertilizante suíno proveniente do processo de biodigestão anaeróbica em biodigestor no cultivo de milho (*Zea mays*).

O estudo experimental foi desenvolvido na Casa de Vegetação do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, entre os meses de Setembro e Outubro do ano de 2015, na cidade de Foz do Iguaçu.

O biofertilizante foi coletado na propriedade da Granja São Pedro - Colombari, situada na Comunidade Linha Marfim, no Município de São Miguel do Iguaçu - PR. A Granja São Pedro tem como foco econômico a suinocultura em terminação, onde atualmente possui 5000 suínos que produzem cerca de 45 m<sup>3</sup> dia<sup>-1</sup> de efluentes líquidos, que são direcionados a dois biodigestores de lagoa coberta, que operam em série. Além da produção de Biogás, que é utilizada para a produção de energia elétrica, a propriedade também produz biofertilizante a partir do processo de tratamento do efluente, tal qual, foi coletada para a realização desta análise experimental.

Para a coleta do biofertilizante foi utilizado recipientes de 1 L totalmente limpos e esterilizados. O biofertilizante foi retirado na saída do biodigestor com auxílio de um balde de 5 L e enviados para análise laboratorial por EAA/Chama.

Os resultados obtidos na determinação química do biofertilizante utilizado nesta pesquisa experimental estão foram: nitrogênio: 161,25 g kg<sup>-1</sup>, fósforo: 7,32 g kg<sup>-1</sup>, potássio: 55,40 g kg<sup>-1</sup>, magnésio: 15,95 g kg<sup>-1</sup>, enxofre: 7,0 g kg<sup>-1</sup>; ferro: 713,00 mg kg<sup>-1</sup>, cobre: 875,00 mg kg<sup>-1</sup>, zinco: 394,50 mg kg<sup>-1</sup>, manganês: 374,50 mg kg<sup>-1</sup> e boro: 80,53 mg kg<sup>-1</sup>

Considerando a produtividade de grãos no cultivo de milho, segundo Coelho (2007), os macronutrientes que compõe o biofertilizante, apresentam valores abaixo do necessário a cultura, se tratando de extração de nutrientes, com uma produtividade média de 10,15 t ha<sup>-1</sup> e 9,17 t ha<sup>-1</sup>. Porém, ao comparar os valores obtidos na caracterização do biofertilizante com produtividades inferiores, onde utiliza-se para medida de comparação uma produtividade de grãos esperada de 5,80 t ha<sup>-1</sup> apenas o nitrogênio e o cálcio se apresentaram satisfatórios.

A presença de Ca em um adubo orgânico é uma característica favorável, haja visto que o Ca



é um macroelemento responsável pela formação das paredes celulares, e elemento importante para proporcionar a resistência dos tecidos vegetais. O Ca também é essencial para neutralizar os efeitos prejudiciais de elementos tóxicos na planta e para favorecer a absorção de nutrientes por meio do sistema radicular. Em condições que existe deficiência de Ca, há significativa redução no desenvolvimento das plantas (MALAVOLTA, 1980).

De acordo com a Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), para a utilização de biofertilizantes de suínos deve ser respeitado os limites de Cu e Zn no solo que é de 450 mg kg<sup>-1</sup> para Zn e 250 mg kg<sup>-1</sup> para Cu (CORREA, 2011). No entanto, verificou-se que a concentração de Cu no biofertilizante excedeu cerca de 350 % do estabelecido pelo CONAMA.

Apesar do Cu ser um elemento que auxilia na ativação e constituição de enzimas e influência na fixação de nitrogênio, além de auxiliar na resistência a doenças, o excesso de Cu causa danos no desenvolvimento vegetal, fazendo com que as raízes percam o vigor e escureçam, paralisando o crescimento, além de que provocar a deficiência em Ferro para as plantas e reduzir a absorção de fósforo (LABORSOLO, 2013).

Já para o Zn, o biofertilizante apresentou concentrações dentro do limite admissível para o solo, para tanto, de acordo com Coutinho et al. (1992) o milho tem um boa resposta quanto a aplicação de Zn no solo, sendo que a planta consegue ganho na produtividade e na produção de matéria seca. Para Filho (2007), são recomendados doses de aplicação de Zn no solo de 2,0 a 4,0 kg ha<sup>-1</sup>, para o estudo a dose utilizada atende este parâmetro, numa quantidade equivalente a 3,94 kg ha<sup>-1</sup>.

Verificou-se um alto teor de Cobre (Cu), que ultrapassa os limites admissíveis para o solo. No entanto, pode-se concluir que o biofertilizante é uma alternativa viável para a adubação, visto possuir macro e micronutrientes que pode complementar na nutrição das plantas.

## Referências

COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Embrapa – Milho e Sorgo. Circular Técnica, 96. Sete Lagoas, MG. Dezembro, 2007.

CORREA, J. C.; NICOLOSO, R. da S.; MENEZES, J. F. S.; BENITES, V. de M. **Critérios técnicos para recomendação de biofertilizante de origem animal em sistemas de produção agrícolas e florestais**. Comunicado técnico nº 489. Concórdia, SC. Julho, 2011.

FILHO, D. F. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007.

LABORSOLO. **Micronutrientes: conhecendo o Cobre**. Disponível em: < <http://www.laborsolo.com.br/site/dris/micronutriente-conhecendo-o-cobre/> > . Acesso em: 15 de novembro de 2015.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição mineral de Plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980.

## VALORAÇÃO DO LODO DE ESGOTO VISANDO RECICLAGEM AGRÍCOLA E FLORESTAL

Jorge Makhoulouta Alonso, Alan Henrique Marques de Abreu, Elton Luis da Silva Abel,  
Gerhard Valkinir Cabreira, Paulo Sérgio dos Santos Leles

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, *j\_makh@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** biossólido; resíduos sólidos; adubação orgânica.

Dentre os maiores desafios ambientais enfrentados por grandes centros urbanos pode se citar a coleta e tratamento do esgoto sanitário. Apenas 55 % do esgoto gerado no Brasil é coletado, sendo que somente 28 % recebe o devido tratamento (IBGE, 2010). Além disso, onde há melhores condições de saneamento, como na região Sudeste, a disposição final do resíduo sólido do tratamento de esgotos é tema preocupante, já que tal material é disposto quase integralmente em aterros sanitários.

Em sua composição o lodo de esgoto possui elevados teores de nutrientes e matéria orgânica que poderiam ser reaproveitados, aumentando a produtividade das culturas e diminuindo a dependência de fertilizantes químicos. A reciclagem agrícola e florestal do lodo é uma alternativa ambientalmente viável de destinação desse resíduo, sendo bastante difundida em alguns países, enquanto no Brasil é incipiente.

Dependendo da composição do lodo a sua aplicação no solo pode reduzir ou mesmo substituir o uso de fertilizantes químicos, implicando em economia para o produtor. Dessa forma é importante conhecer o valor agregado em nutrientes e matéria orgânica no lodo de esgoto, visando sensibilizar tanto os geradores de lodo, quanto os recebedores, sobre a importância e a necessidade de reciclagem deste material.

O objetivo deste trabalho foi calcular o valor agregado em nutrientes e matéria orgânica contido em lodos de esgoto de estações de tratamento da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro.

Foram analisadas amostras de oito lotes de lodo, oriundos de quatro estações de tratamento de esgoto (ETE) localizadas na região metropolitana do Rio de Janeiro - RJ. Essas ETES recebem e tratam apenas esgotos domésticos e são administradas pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro, CEDAE. Para a caracterização dos diferentes lotes de lodo foram coletadas amostras para análise conforme os parâmetros dispostos na Resolução nº 375/2006 do CONAMA (BRASIL, 2006).

A valoração econômica do lodo de esgoto foi feita por meio do método de mercado de bens substitutos, que utiliza como comparação preços de produtos cujos mercados já estão consolidados, sendo realizada com base nas concentrações de N, P, K e matéria orgânica contidas nos diferentes lotes de lodo de esgoto. Os insumos cotados como fontes destes nutrientes foram superfosfato simples, sulfato de amônio e cloreto de potássio, fertilizantes químicos amplamente disponíveis e adotados na adubação de culturas agrícolas e florestais. Os custos dos fertilizantes foram extraídos dos dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), referentes ao período de janeiro de 2016.

O valor de cada nutriente foi estimado considerando suas concentrações em cada fertilizante e o preço desses adubos, dessa forma o valor por kg observado para os diferentes nutrientes foi de R\$ 6,05 kg<sup>-1</sup> para o N, R\$ 12,65 kg<sup>-1</sup> para o P e R\$ 3,12 kg<sup>-1</sup> para o K. Para a matéria orgânica foi considerado o valor de R\$ 0,20 kg<sup>-1</sup>.

Para o cálculo do valor agregado em nutrientes e matéria orgânica nos diferentes lodos de

esgoto, utilizou-se uma equação que levou em consideração o preço dos nutrientes e o teor deles no lodo de esgoto.

Os lotes de lodo de esgoto analisados apresentaram níveis elevados de N, sendo este o macronutriente em maior abundância no material, variando de 14,20 a 42,33 g kg<sup>-1</sup> de lodo de esgoto. O teor de P nos lotes de lodo analisados esteve entre 5,22 e 17,23 g kg<sup>-1</sup>. Para o K os teores ficaram entre 1,82 e 5,00 g kg<sup>-1</sup>. Quanto a matéria orgânica, os teores foram pouco variáveis entre os diferentes lotes de lodo, permanecendo entre 51,6 a 57,9 %. A composição química dos lodos avaliados no presente trabalho se encontra dentro do padrão observado em ETEs de outros estados do Brasil (SAMPAIO, 2010)

Considerando os teores de nutrientes e matéria orgânica observados nos diferentes lotes de lodo de esgoto avaliados, constatou-se que o valor agregado dos mesmos variou entre R\$ 287,65 e R\$ 585,63 por tonelada, resultando no valor médio de R\$ 416,33 por tonelada. Observou-se que o N foi o componente que mais contribuiu para a valoração do lodo de esgoto, correspondendo em média a 46 % do valor agregado do material. O P correspondeu em média a 25 % do valor agregado do lodo de esgoto, já a matéria orgânica a 27 %. Em função do baixo teor encontrado na composição do lodo de esgoto, o K correspondeu em média a apenas 2 % do valor agregado.

São gerados diariamente nas ETEs do estado do Rio de Janeiro 365 toneladas de lodo de esgoto, em um ano a produção de lodo no estado atinge 133.225 toneladas (PERS/RJ, 2014). Fazendo-se uma extrapolação dos teores médios observados neste trabalho é possível estimar que o valor agregado em matéria orgânica e nutrientes nos lodos produzidos no estado alcance R\$ 54.200.661,59 por ano.

Embora possua elevado valor agregado, o destino mais comum para o lodo de esgoto ainda é o descarte em aterros sanitários, o que além de imobilizar grande quantidade de nutrientes e matéria orgânica, gera altos custos. Como exemplo, o aterro sanitário de Seropédica, provável destino dos lodos da região metropolitana do Rio de Janeiro após o fechamento do aterro público de Gericinó, cobra em média R\$ 160,00 t<sup>-1</sup> para disposição final de lodo de esgoto (BIELSCHOWSKY, 2014), sem incluir os custos com transporte, que são pagos pela unidade geradora. Com isso, considerando que todo lodo produzido no estado fosse disposto dessa forma, seriam gastos aproximadamente R\$ 21.316.000,00 por ano para descarte desse material. Neste cenário, estariam sendo pagos mais de 21 milhões de reais para descartar um material que possui mais R\$ 54 milhões de valor agregado em matéria orgânica e nutrientes, panorama que representa bem o que está sendo praticado atualmente, não só no Rio de Janeiro, como em todo o Brasil.

Sendo assim é possível concluir que há necessidade de promover uma destinação mais sustentável do lodo de esgoto. A aplicação em culturas agrícolas e florestais é uma alternativa bastante viável, tanto tecnicamente, quanto economicamente, já que o lodo de esgoto possui elevado teor de nutrientes e matéria orgânica, os quais apresentam alto valor agregado.

## Referências

- BIELSCHOWSKY, M.C. **Modelo de Gerenciamento de Lodo de Estação de Tratamento de Esgotos: Aplicação do Caso da Bacia da Baía de Guanabara**. 2014, 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução – CONAMA. **Resolução no 375/2006**. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 167, p. 141-146, 30 ago 2006.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Preços dos Insumos Agropecuários: **Fertilizantes**. Documento online. Brasília, Distrito Federal. Disponível em: < <http://consultaweb.conab.gov.br> > . Acesso em 09 de ago. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, 218p., 2010. Disponível em CD.

PERS/RJ. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro: Relatório Simples 2013**. Secretaria Estadual do Ambiente (SEA), Governo do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 139p., 2014.

SAMPAIO, A. O. Adequação das estações de tratamento de esgotos sanitários à resolução número 375 do CONAMA In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A. M. M. **Uso agrícola de lodo de esgoto**: avaliação após a resolução nº 375 do CONAMA. Botucatu: FEPAF, 2010., p. 265-278.



**Sessão**

**Manejo e Conservação  
do Solo e da Água**





## RESISTÊNCIA MECÂNICA À PENETRAÇÃO DO SOLO EM QUATRO DIFERENTES COBERTURAS DE TERRA

Caio Vinicius Ferreira Marmontel<sup>1</sup>, José Luiz de Carvalho<sup>2</sup>, Valdemir Antonio Rodrigues<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista, Doutorando, Botucatu, SP, [caioo\\_marmontel@hotmail.com](mailto:caioo_marmontel@hotmail.com);

<sup>2</sup>Instituto Florestal.

**Palavras-chave:** água; compactação do solo; penetrógrafo.

As práticas de uso e manejo incorreto originam o problema de compactação do solo que abrange todo o mundo e inclusive o Brasil, causando sérios danos econômicos e ambientais, que afetam a produtividade em diversas áreas agrícolas (SILVA FILHO et al., 2003). O parâmetro de resistência mecânica à penetração é importante conhecê-lo para caracterizar o uso e manejo do solo, visando diminuir os danos físicos, químicos e biológicos do solo (DARONCO et al., 2011). Dessa forma, o objetivo foi analisar o comportamento da resistência mecânica do solo à penetração em seis camadas do solo a quatro diferentes coberturas de terra. O trabalho foi conduzido no Parque Estadual Serra do Mar - Núcleo Cunha, próximo a cidade de Cunha no Estado de São Paulo, em dezembro de 2015. O solo do local do estudo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO fase rasa, atualmente LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Câmbico (EMBRAPA, 2009), originário de rocha resistente ao intemperismo, orientadas e de difícil decomposição. O clima do Núcleo Cunha, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwb, ou seja, clima temperado chuvoso e moderadamente quente, com predomínio de chuvas em verões moderadamente quentes. As determinações de resistência do solo foram realizadas em três lisímetros (10 m x 10 m x 2 m de profundidade) que possui três diferentes coberturas de terra, respectivamente, gramínea, pinus e eucalipto com idade de 23 anos cada um e outra cobertura de terra utilizado no trabalho foi a mata nativa secundária (Mata Atlântica) com aproximadamente 50 anos. A resistência do solo foi efetuada pela introdução do penetrógrafo (modelo DIK 5520, serial nº 0456) que possui uma haste de ponta cônica de 60 cm e de acordo com Carter (1967), a força de penetração é detectada por uma mola que trabalha em duas direções coaxialmente, sendo que a deflexão da mola é transferida para um gráfico por meio de uma caneta presa em um “braço” que acompanha o movimento da mola enquanto a haste penetra no solo. Foram realizadas cinco repetições de resistência do solo em seis diferentes camadas, sendo de 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm e 60 cm de profundidade nas respectivas coberturas de terra. Para a penetração é aplicado uma força manual que em seguida o instrumento registra os valores em kgf cm<sup>-2</sup> em forma de gráfico nas diferentes camadas do solo. Os valores obtidos em kgf cm<sup>-2</sup> são multiplicados por uma constante de 0,098 para transformar em MPa (FERREIRA et al., 2007). Os dados da resistência mecânica do solo à penetração das profundidades do solo das quatro coberturas de terra, foram submetidos à análise de variância e, em caso de efeito significativo de acordo com o teste F (5 % de probabilidade), foram realizados a análise de regressão para cada cobertura de terra. A resistência média do solo à penetração variou de 0,24 a 1,45 MPa no solo com eucalipto, aumentando a intensidade gradativamente a cada camada mais profunda do solo. No solo com pinus, a resistência média variou de 0,27 a 1,72 MPa, sendo a mais compactada a 60 cm de profundidade. O solo com gramínea apresentou uma resistência variando de 0,03 a 1,18 MPa, sendo a mais compacta a 40 cm de profundidade. A mata nativa teve resistência entre as camadas de 0,19 a 1,7 MPa, no qual teve



aumento gradativamente a cada camada mais profunda do solo, sendo a menos compacta a 10 cm e mais compacta a 60 cm. No estudo realizado, os valores das coberturas da gramínea nas camadas de 10, 20, 30 e 60 cm tiveram melhor qualidade estrutural do solo, enquanto nas camadas de 40 e 50 cm o eucalipto foi que teve a melhor qualidade. O pinus teve pior qualidade estrutural nas camadas de 10, 20 e 60 cm, enquanto a mata nativa teve na camada de 30, 40 e 50 cm a pior qualidade estrutural entre as coberturas. A resistência mecânica do solo das quatro coberturas de terra houve aumento lineares de acordo com a profundidade. O eucalipto e a mata nativa aumentaram gradativamente sua compactação do solo de acordo com sua profundidade, ou seja, na camada de 10 cm apresentou menor resistência a penetração e a profundidade de 60 cm, teve a maior resistência. Na cobertura de pinus e gramínea não teve um aumento gradativamente entre as profundidades. Os comportamentos da resistência mecânica do solo à penetração nas quatro diferentes coberturas de terra apresentaram uma boa qualidade estrutural do solo.

## Referências

- CARTER, L. M. Portable recording penetrometer measures soil strength profiles. **Agricultural Engineering**, St. Joseph v. 48, n. 6, p. 348-349, 1967.
- DARONCO, C.; NAVARRO, E. C.; RODRIGUES, V. A.; CARVALHO, J. L. Resistência mecânica do solo à penetração em três espécies cultivadas. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XIX**, 2011, Maceió. Anais... Porto Alegre: ABRH, 2011, p. 1-5.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI. 2009. 412 p.
- FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 177-185, jan./fev. 2007.
- SILVA FILHO, E. P.; CARNEIRO, E. X. P.; CARNEIRO, C. **Avaliação da compactação de solos em área de pastagem no município de Porto Velho – RO – Amazônia Ocidental**. Porto Velho: EDUFRO, 2003. 12 p.

## TAXA DE APORTE DE SEDIMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO IGUAÇU - PR

Matheus Fonseca Durães<sup>1</sup>, José Alexandre Pinto Coelho Filho<sup>2</sup>, Vinícius Augusto de Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Professor, Curitiba, PR, [dures@ufpr.br](mailto:dures@ufpr.br); <sup>2</sup>Serviço Geológico do Brasil;

<sup>3</sup>Universidade Federal de Lavras.

**Palavras-chave:** solos; geoprocessamento; RUSLE.

A erosão do solo é um dos processos de degradação ambiental mais impactantes, no qual seu mapeamento e avaliação consiste em uma importante ferramenta para atividades de manejo e gestão dos recursos naturais em bacias hidrográficas, permitindo aos gestores implementar políticas de uso e ocupação do solo de forma sustentável. Dessa forma, mudanças na cobertura do solo, biomassa e do regime hidrológico em bacias hidrográficas tende a ocorrer, afetando o processo erosivo, como sugerem Lee e Lee (2010) e Mello et al. (2015), podendo provocar alterações na morfologia fluvial (GUERRERO et al., 2013).

Segundo Pandey, Chowdary e Mal (2007), para um adequado manejo da bacia hidrográfica, visando à sustentabilidade dos recursos naturais, é necessário que se tenha informações espacializadas sobre o potencial erosivo dos solos e a produção e o transporte de sedimentos. Contudo, modelar o processo erosivo do solo é uma tarefa complexa em função das diversas interações dos fatores ativos e passivos que influenciam este processo.

Todavia, a avaliação quantitativa da erosão pode contribuir para a elaboração de possíveis estratégias para a gestão de bacias hidrográficas no contexto do desenvolvimento sustentável. Assim, modelos de simulação de erosão, especialmente modelos distribuídos, são úteis para avaliar diferentes estratégias de uso do solo e melhorar o seu manejo nessas bacias hidrográficas (BESKOW et al., 2009).

O presente trabalho teve por objetivo a aplicação da Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE) (RENARD et al., 1991) em ambiente SIG, na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Iguaçu (BHARI), localizada no Estado do Paraná / Brasil, afim de avaliar a vulnerabilidade à erosão hídrica bem como a concentração dos sólidos dissolvidos em suspensão para estimar a descarga sólida e a taxa de aporte de sedimentos, permitindo identificar áreas mais suscetíveis à erosão hídrica. Os resultados mostraram que mais de 23,52 % da BHARI apresentou perdas de solo abaixo de 2,5 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, significando baixo potencial atual de erosão. Em relação a descarga sólida, a bacia apresentou valores variando de baixo a muito alta, levando também a elevados valores para a taxa de aporte de sedimentos. A identificação de áreas de risco associadas à erosão acelerada, realizadas neste estudo, fornecem subsídios importantes para medidas associadas ao manejo, conservação e planejamento do uso do solo nesta bacia, a qual é altamente relevante para predição de desenvolvimento de cenários variados para o Estado do Paraná por seu potencial hidroelétrico.

### Referências

BESKOW, S.; MELLO, C. R.; NORTON, L. D.; Curi, N.; Viola, M. R.; Avanzi, J. C. Soil erosion prediction in the Grande river basin, Brazil using distributed modeling. *Catena*. v. 79, p. 49-59, 2009.

LEE, G.; LEE, K. Determining the sediment delivery ratio using the sediment-rating curve and a geographical

information system-embedded soil erosion model on a basin scale. **Journal of Hydrologic Engineering**. v. 15, p. 834-843, 2010.

MELLO, C. R.; ÁVILA, L. F.; VIOLA, M. R.; CURI, N.; NORTON, L. D. Assessing the climate change impacts on the rainfall erosivity throughout the twenty-first century in the Grande River Basin (GRB) headwaters, Southeastern Brazil. **Environmental Earth Sciences**. v. 73, p. 8683-8698, 2015.

PANDEY, A.; CHOWDARY, V. M.; MAL, B. C. Identification of critical erosion prone areas in the small agricultural watershed using USLE, GIS and remote sensing. **Water Resources Management**. v. 21, p. 729-746, 2007.

RENARD, K. G.; FOSTER, G. R.; WEESIES, G. A.; PORTER, P. J. RUSLE: revised universal soil loss equation. **Journal of Soil and Water Conservation**. v. 46, p. 30-33, 1991.

## TESTE DE ADAPTAÇÃO DA COMPOSTAGEM LAMINAR AO SISTEMA PLANTIO DIRETO

Renato Yagi<sup>1</sup>, Solange Rodrigues de Paula<sup>2</sup>, Dácio Antônio Benassi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Pesquisador, Ponta Grossa - PR, [ryagi@iapar.br](mailto:ryagi@iapar.br);

<sup>2</sup>Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais.

**Palavras-chave:** adubação orgânica; cama de aviário; adubos verdes.

No senso técnico comum, a compostagem de resíduos orgânicos é uma técnica que permite acelerar a humificação da matéria orgânica, gerando adubo orgânico de melhor qualidade nutricional com aspectos físico-químicos mais interessantes para solos intemperizados com baixa CTC. Em contrapartida, a compostagem laminar em canteiros de hortaliças é uma alternativa recomendada para a construção da fertilidade do solo na chamada transição agroecológica, podendo acarretar em economia de mão-de-obra, controle de plantas daninhas e aproveitamento do chorume gerado como fonte de nutrientes para as plantas (Schwengber et al., 2007). O princípio da compostagem laminar, a mistura de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo a ser cultivado, representa o princípio da pesquisa que norteia este trabalho. Assim, o objetivo deste trabalho foi adaptar a técnica da compostagem laminar com a incorporação de cama de aviário com restos culturais de inverno sobre as produtividades de milho silagem planta inteira. O experimento foi realizado na Estação Experimental da Lapa, pertencente ao Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), no município de mesmo nome e localizado nas coordenadas 25° 46' 11" S; 49° 42' 57" W, altitude de 908 m. Foi empregado delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de 2 culturas de cobertura de inverno, aveia preta IPR 61 Ibiporã (30 kg ha<sup>-1</sup>) e aveia preta IPR 61 Ibiporã com ervilhaca peluda (25 kg ha<sup>-1</sup>) e 4 doses de cama de aviário (0; 7,5; 15,5 e 22,5 Mg ha<sup>-1</sup>). O solo, um CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico de textura franco arenosa (354 g kg<sup>-1</sup> de argila; 406 g kg<sup>-1</sup> areia), foi analisado quimicamente (PAVAN et al., 1992) e apresentou as seguintes características: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,3; P (Mehlich-1) = 30,7 mg dm<sup>-3</sup>; C = 23 g dm<sup>-3</sup>; K = 0,59 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 3,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 18,94 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V % = 72 %. Um solo com teores muito altos de P e teores altos de K segundo Oliveira (2003), adaptado por Yagi e Fidalski (2011) para a cultura de milho silagem. As parcelas apresentavam 22,5 m<sup>2</sup> cada, referente ao cultivo de 4 linhas de 7 m de milho espaçadas por 0,9 m, que com desconto das 2 linhas externas e de 1 m de cada extremidade como bordaduras, resultaram em 10,8 m<sup>2</sup> de área avaliada. Após 22 dias, semeou-se milho AG 5011 com posterior desbaste para população de plantas de 55.000 plantas ha<sup>-1</sup>. No pleno florescimento da ervilhaca peluda, quando a aveia preta já estava em estágio de granação, foram aplicadas as respectivas doses de cama de aviário sobre as plantas em pé. Imediatamente em seguida, utilizou-se roçadeira horizontal (triton) comumente utilizada na Região dos Campos Gerais do Paraná, no intuito de se triturar os resíduos e incorporar as quantidades de cama de aviário aplicadas sobre estes, sem mobilização do solo. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) das culturas de inverno em cada dose de cama de aviário sobre a produtividade de massa verde do milho silagem, porém houve efeito ( $P < 0,05$ ) das doses de cama de aviário com ambos resíduos culturais, havendo aumentos lineares da produtividade de massa verde independentemente do resíduo da(s) cultura(s) de inverno, alcançando em média 40,22 Mg ha<sup>-1</sup>, 67 % de aumento em relação à testemunha sem aplicação do adubo. Respostas maiores

com as doses de cama de aviário foram obtidas quando estas foram incorporadas com aveia preta + ervilhaca peluda, notadamente pelos maiores coeficientes angulares (b) das equações de regressão linear, de 865 para este tratamento contra 598 para as doses do adubo com resíduos de aveia preta. O aporte de N por um consórcio entre aveia preta e ervilhaca peluda pode reduzir em 40 kg ha<sup>-1</sup> a recomendação de adubação nitrogenada para a cultura do milho cultivada na sequência (FONTOURA; BAYER, 2009). Além da própria leguminosa fornecer mais N e outros nutrientes em sua composição, fatalmente o aporte de N pela leguminosa também pode ter colaborado ainda mais para a liberação do N pela cama de aviário, provocando efeito priming em favor de maior mineralização líquida de N orgânico. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre as coberturas de inverno sobre a produtividade de massa seca do milho silagem apenas para a dose de 22,5 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, sendo que as culturas de aveia preta+ervilhaca peluda apresentaram maior produtividade ( $P < 0,05$ ), com 2,3 Mg ha<sup>-1</sup> (23 %) a mais em relação à mesma dose de esterco combinada com resíduos de aveia preta somente. Houve efeito ( $P < 0,05$ ) da interação doses de cama de aviário x cultura de inverno apenas quando as culturas foram aveia preta+ervilhaca peluda, gerando aumentos lineares da produtividade de massa seca de 5,1 Mg ha<sup>-1</sup> (104 %) na dose de 22,5 Mg ha<sup>-1</sup> quando comparado à testemunha, obtendo-se uma produtividade de 10,0 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca de milho silagem planta inteira para esta dose máxima de esterco. Apenas com resíduos de aveia preta, foram obtidos 378 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca na média de todas as doses de cama de aviário, fato este devido provavelmente à imobilização orgânica promovida pela mistura de resíduo com relação C/N larga.

## Referências

- SCHWENGBER, J.E.; SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M.M. **Compostagem laminar – uma alternativa para o manejo de resíduos orgânicos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2007. 4p.
- FONTOURA, S.M.; BAYER, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas. Vol. 33, p. 1721-1732, 2009.
- YAGI, R.; FIDALSKI, J. Manejo e fertilidade do solo para o cultivo de milho silagem no Sudoeste do Paraná. In: KIYOTA, N; VIEIRA, J.A.N.; YAGI, R.; LUGÃO, S.M.B. (Org.). **Silagem de milho na atividade leiteira do Sudoeste do Paraná. Do manejo de solo e de seus nutrientes à ensilagem de planta inteira e grãos úmidos**. 1ed. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2011, v. 1, p. 20-45.

## DIVERSIDADE DA FAUNA EPÍGEA ASSOCIADA A DIFERENTES ESPÉCIES DA MATA ATLÂNTICA

Wilbert Valkinir Cabreira, Sandra Santana Lima, Raissa Nascimento dos Santos, Rafaela Martins da Silva, Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Bolsista, Seropédica - RJ, [wilbertvalkinir@gmail.com](mailto:wilbertvalkinir@gmail.com).

**Palavras-chave:** invertebrados do solo; armadilhas; serapilheira.

A qualidade da serapilheira é fator determinante da decomposição dos resíduos adicionados e também dependente do tipo de vegetação encontrada em um ecossistema (TOLEDO, 2003). Os organismos da fauna têm papel importante na identificação da qualidade do solo, por atuarem nos processos de transformação da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e interações de troca com a maioria das espécies de plantas, especialmente as de importância agrícola (ZATORRE, 2008). Embora a decomposição da matéria orgânica e liberação dos nutrientes contidos nesta ocorra principalmente pela ação do nível trófico basal da teia alimentar do solo, esse processo é profundamente afetado pelos animais do solo de níveis tróficos superiores (WARDLE, 1999). Este estudo teve como objetivo identificar os principais organismos da fauna epígea associados no processo de decomposição de serapilheira de espécies florestais.

O estudo foi realizado no Jardim Botânico da UFRRJ, localizada no município de Seropédica, RJ, local que conserva espécies florestais características da Mata Atlântica. Foram selecionadas as espécies arbóreas Pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), Ingá-ferradura (*Inga sessilis*), Camboatá (*Cupania oblongifolia*) e Sapucaia (*Lecythis pisonis*). A amostragem foi realizada no mês de outubro de 2015, sendo instaladas armadilhas do tipo “pitfall”, que consistem em recipientes plásticos com 10 cm de diâmetro e 10 cm de altura. Com auxílio de uma cavadeira, em cada unidade amostral foi aberto um pequeno orifício no solo para instalação da armadilha, sendo essa enterrada até que sua abertura ficasse nivelada com a superfície do solo. Para a conservação da fauna foi utilizado formaldeído a 1 % (200 mL). Foram instaladas cinco armadilhas distribuídas sistematicamente sob a copa das árvores das espécies selecionadas. As armadilhas permaneceram nas áreas por sete dias e após esse período, sendo posteriormente retiradas. A identificação dos organismos da fauna foi realizada com auxílio de lupa binocular, sendo identificados ao nível de grandes grupos taxonômicos (ordem, classe ou família). Para avaliação da atividade da fauna epígea, o número de indivíduos coletados foi calculado para número de indivíduos armadilha dia ( $\text{ind arm}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ). Adicionalmente, foram calculados os índices de diversidade de Shannon ( $H = -\sum p_i \log p_i$ ; em que  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  = densidade de cada grupo,  $N = \sum n_i$  = S da densidade de todos os grupos), equitabilidade:  $e = H/\log R$ ; onde:  $R$  = riqueza e riqueza média.

Foram coletados 2067 indivíduos pertencentes a 22 grupos taxonômicos, no qual a maior quantidade de indivíduos foi verificada na área de Sapucaia (33,18 %). Esses valores são inferiores ao encontrados por Machado et al. (2015), que caracterizaram a fauna edáfica em diferentes estágios sucessionais da Floresta Atlântica e observaram, o total de 7787 indivíduos distribuídos em 28 grupos taxonômicos. Os principais grupos responsáveis pela maior quantidade de indivíduos na área de Sapucaia foram Formicidae e Coleoptera que juntos corresponderam a 47,52 % de indivíduos nesta área. Na área de Sapucaia foram também observados os maiores valores de indivíduos ao dia (13,72), Shannon (3,61) e Pielou (0,85). Os maiores valores de riqueza média (12) e riqueza total (21) foram

verificados na área de Ingá. Analisando a diversidade de invertebrados em um fragmento de Floresta Atlântica, Pereira et al. (2013) verificaram que os índices de Shannon e Pielou foram superiores no interior do fragmento quando comparados a área de borda. No entanto, se comparado aos da área de Sapucaia, foram inferiores. Os principais grupos identificados em todas as áreas foram Formicidae, Coleoptera, Entomobryomorpha, Poduromorpha e Acari os quais apresentaram respectivamente valores de 14,95, 11,62, 9,87, 5,34 e 5,32 indivíduos  $\text{dia}^{-1}$ . O grupo Formicidae foi o mais representativo tanto na área de Pau-brasil quanto nas áreas de Sapucaia e Camboatá apresentando respectivamente valores 2,49, 5,34, 4,66 indivíduos  $\text{dia}^{-1}$ . Já na área de Ingá, Coleoptera foi o grupo mais representativo com 4,94 indivíduos ao dia registrados. De acordo com Korasaki et al. (2013), Formicidae constitui o grupo dominante na maioria dos ecossistemas terrestres, em número de indivíduos, biomassa e funções ecológicas.

A Sapucaia favoreceu o desenvolvimento da comunidade da fauna epígea, por meio da maior densidade e diversidade de organismos.

## Referências

- KORASAKI, V.; MORAIS, J. W. de; BRAGA, R. F. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (Eds.). **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras: Editora da UFLA, 2013; p. 79-128.
- MACHADO, D. L.; PEREIRA, M. G.; CORREIRA, M. E. F.; DINIZ, A. R.; MENEZES, C. E. G. Fauna Edáfica na Dinâmica sucessional da Mata Atlântica em floresta estacional semidecidual na Bacia do rio Paraíba do Sul-RJ. **Ciência Florestal**, v.25, n. 1, p. 91-106, 2015.
- PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos.; AMORIM, T. A. de.; MENEZES, C. E. G. Decomposição da serapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados do solo em um fragmento de floresta atlântica. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1317-1327, 2013.
- TOLEDO, L.O. **Aporte de serapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral** [Dissertação]. Seropédica, RJ: Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2003.
- WARDLE, D. A.; GILLER, K. E. The quest for a contemporary ecological dimension to soil biology. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 28, n. 12, p. 1549-1554, 1996.
- ZATORRE, N.P. Atributos biológicos do solo como indicadores de qualidade do solo. **Gaia Scientia**, v.2, n.1, p.9-13, 2008.



## GEOQUÍMICA DE PLINTOSSOLOS SOB SATURAÇÃO PROLONGADA POR IRRIGAÇÃO EM ÁREAS ÚMIDAS DO CERRADO

Natalia Benini Silva, Alfredo Borges de Campo

Universidade Estadual de Campinas, Mestranda do Instituto de Geociências, Campinas - SP,  
*natalia.benini@gmail.com*.

**Palavras-chave:** geoquímica; plintossolos; solos irrigados.

Plintossolos se formam em regiões tropicais úmidas ou sub-úmidas de diversos continentes. A geoquímica dos Plintossolos é sensível a alterações nas condições de hidromorfia que podem ser modificadas, dentre outros fatores, por inundação natural ou decorrente de irrigação. Estudos anteriores desenvolvidos em Plintossolos sob efeito da inundação prolongada por irrigação agrícola mostram alta mobilidade geoquímica do Fe e Al. De forma semelhante, a mobilidade geoquímica de outros elementos, a especiação e a transferência geoquímica, devem ser afetadas por esta condição hidrológica, sendo este um assunto relevante mas pouco conhecido. Dentre os objetivos, os principais são: 1) simular em laboratório inundação prolongada e ambiente anóxico e redutor para verificar a mobilidade geoquímica de metais, nutrientes associados ao carbono em Plintossolos que ocorrem em áreas irrigadas por 19 e 29 anos e área de preservação; 2) determinar as mudanças no comportamento do carbono na dinâmica geoquímica de Plintossolos; 3) verificar o potencial de transferência geoquímica de elementos dos Plintossolos para as águas naturais durante períodos de inundação prolongada e em ambiente anóxico e redutor. A pesquisa foi desenvolvida no Projeto de Irrigação Luiz Alves do Araguaia (PILAA), em São Miguel do Araguaia - GO. Analisou-se amostras de solo, dos horizontes A, AB, Bv1 e Bv2, de três áreas do PILAA: i) área de proteção permanente do projeto PILAA (TR1); ii) área do PILAA com 18 anos de irrigação (TR2); iii) área do PILAA com 28 anos de irrigação (TR3). Para reprodução em laboratório, as amostras de solo foram incubadas em seis tempos diferentes, 1, 7, 15, 30, 60 e 120 dias, sendo cada horizonte representado por uma triplicata, totalizando 216 amostras. Condicionados em tubos de centrífuga de 50 ml, contendo 25 g de solo e 25 g de água desionizada e desoxigenada, os reatores foram mantidos sob condição anóxica utilizando-se gás nitrogênio ( $N_2$  pureza 98 %), reciclados a cada 12 horas. As amostras foram mantidas sob refrigeração à  $28 \pm 4$  °C até o momento das coletas. Num primeiro momento coletou-se os dados físico-químicos (Eh, pH e CE) das soluções de solo. Posteriormente, após filtradas, foram analisadas as concentrações de Carbono Orgânico, Total e Inorgânico, através do Analisador C/N Analyst Jean. Os resultados preliminares indicam uma maior reatividade nas amostras TR3 e TR2, o que condiz com as atividades agrícolas e o intenso manejo de irrigação. Os horizontes A das respectivas trincheiras apresentaram os maiores valores de CE e os menores valores de Eh, resultado esperado, uma vez que, estes horizontes detêm altas concentrações de matéria orgânica. O pH manteve-se dentro do padrão para solos irrigados, variando de 4,5 pH à 7 pH. Sendo a incubação de 60 dias com a maior média (6,24 pH), enquanto que a de 1 dia apresentou a menor média (5,40 pH). Os resultados dos carbonos estão em andamento.

## SUPERFÍCIE ESPECÍFICA DE CAMBISSOLO DA REGIÃO SERRANA DE SANTA CATARINA

Lúcia Raquel Queiroz Pereira da Luz<sup>1</sup>, Antonio Paz González<sup>2</sup>, Eva Vidal Vázquez<sup>2</sup>, Silvio Barge Bhering<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Solos, Pesquisadora, Recife - PE, [lucia.luz@embrapa.br](mailto:lucia.luz@embrapa.br); <sup>2</sup>Universidad da Coruña.

**Palavras-chave:** isotermas; granulometria; matéria orgânica.

Água, ar, matéria orgânica e partículas minerais se encontram interligadas em estruturas conhecidas como agregados. Um conjunto de agregados forma unidades de estrutura que se encontram unidas por forças de coesão e adesão influenciadas pela presença de agentes cimentantes e coloidais. A composição da fase sólida influi diretamente na arquitetura do sistema poroso e, por tanto, em sua superfície específica, que é a relação entre a área superficial total e a massa de sólidos ( $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ) ou seu volume ( $\text{m}^2\text{m}^{-3}$ ). No solo, varia com a granulometria, com o tipo de mineral de argila, com o conteúdo de matéria orgânica e com alguns cátions. A influência da matéria orgânica é controversa e depende do método adotado para a determinação da superfície específica. A superfície específica influencia processos importantes incluindo trocas gasosas, retenção de umidade e drenagem interna. Sua importância também está na correlação com importantes fenômenos como o intercâmbio catiônico, a retenção e liberação de produtos químicos (nutrientes e contaminantes), na retenção de água e em sua drenagem. Tais processos, além de sua influência direta com relação à produtividade das culturas, apresentam implicações importantes em relação ao ambiente quanto à susceptibilidade à erosão e à contaminação ambiental por fertilizantes e defensivos agrícolas (VIDAL-VÁZQUEZ; PAZ-FERREIRO, 2012). Processos edafogenéticos originam solos diferenciados quanto aos horizontes superficiais e subsuperficiais o que gera variações ao longo dos perfis, resultando em diferentes valores de superfície específica em poucos centímetros de profundidade e, portanto, comportamento variável do solo quanto aos processos que ocorrem em sua matriz, influenciando não apenas a área onde se encontra o perfil, mas todo seu entorno (LUZ, 2004). Assim, a determinação da superfície específica é de capital importância para o entendimento dos solos, tanto no que diz respeito à sua capacidade produtiva, quanto no que se refere às suas limitações agrícolas e ambientais.

O objetivo deste trabalho foi determinar a superfície específica de um Cambissolo da região serrana de Santa Catarina, correlacionando esta propriedade com características física, químicas e mineralógicas ao longo do perfil.

Foi amostrado um perfil de CAMBISSOLO HÚMICO Distroférrico saprolítico textura argilosa/argilosa pouco cascalhenta A húmico álico Tb hipoférrico fase campos subtropicais perúmidos relevo suave ondulado substrato Riodacito. A superfície específica foi determinada a partir da definição de isotermas de adsorção e de desorção de nitrogênio combinada com a equação conhecida por BET, iniciais dos cientistas que a elaboraram Brunauer, Emmet e Teller (BRUNAUER et al., 1938). A equação de BET implica em uma relação entre pressão e volume do adsorbato ( $\text{N}_2$ ) em certo limite de escala, gerando isotermas de adsorção e de desorção de nitrogênio a partir das quais se pode determinar a superfície específica em amostras de agregados dos solos. Amostras de agregados de cada seis horizontes foram coletadas e acondicionadas em recipientes com capacidade de 50 ml. A determinação da superfície específica foi realizada em agregados com tamanhos entre 2 mm e 3 mm, utilizando um analisador de sorção de gás Themo Sorptomatic 1990 da Universidade da Coruña,

Espanha. As isotermas de adsorção e de desorção foram medidas em duas amostras por horizonte, totalizando 12 amostras. Foi considerada a média das duas determinações. Os dados foram analisados por um programa de redução de dados provido pelo fabricante do equipamento, que é baseado na teoria BET. Características dos solos foram relacionadas com a superfície específica e avaliadas em função de sua resposta, selecionando as mais significativas. Para tanto, foi utilizada a análise de componentes principais, seguindo os critérios de seleção utilizados por Govaerts et al. (2006).

Os Cambissolos são caracterizados pela presença de horizonte B incipiente (Bi), que sofreu alterações físicas e químicas em grau não muito avançado, mas suficiente para garantir o desenvolvimento de características como cor e estrutura (OLIVEIRA, 2008). O perfil estudado apresenta altos conteúdos de silte, superando os teores de argila em alguns horizontes. Sua porosidade é elevada, alcançando valores superiores a 50 % nos horizontes superficiais ricos em matéria orgânica. Em sua mineralogia foi observada a presença de vermiculita, argila expansiva, comum em cambissolos.

A superfície específica dos agregados apresentou valores crescentes em profundidade, acompanhado dos aumentos de argila, variando entre  $38,5 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$  no horizonte superficial e  $70,7 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$  no horizonte diagnóstico B incipiente (Bi), tais valores decresceram a partir deste horizonte até onde a matriz do solo se mistura ao material de origem no horizonte BCr, chegando quase a metade do valor observado no horizonte Bi no horizonte em que o material de origem se encontra misturado à rocha matriz, horizonte Cr, com valor igual a  $36,3 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ .

Os valores encontrados apresentam relações diretas com a composição granulométrica tanto no que se refere aos conteúdos de argila, quanto à composição mineralógica desta fração. A análise de componentes principais determinou correlação positiva entre a superfície específica e os valores de argila e a capacidade de troca catiônica e correlação negativa com os conteúdos de carbono orgânico.

As informações obtidas neste trabalho, por estarem georreferenciadas, poderão ser replicadas e extrapoladas para áreas onde ocorrem solos semelhantes, ampliando o alcance desta pesquisa.

## Referências

- BARTOLI, F., POULENARD, A. J., SCHOULLER, B. E. Influence of allophane and organic matter contents on surface properties of Andosols. **Eur. J. Soil Sci.**, 2007. vol. 58 p.450–464.
- BRUNAUER, S., EMMETT P. H., TELLER, E.. Adsorption of gases in multimolecular layers. **J. Am. Chem. Soc.**, 1938, vol 60, p. 309–319.
- GOVAERTS B., SAYRE K., DECKERS J. A. Minimum data set for soil quality assessment of wheat and maize cropping in the highlands of Mexico. **Soil Till Res.**, 2006, vol. 87, p. 163–174.
- LUZ L. R. Q. P. **Aspectos pedológicos relacionados à irrigação em tabuleiros costeiros (Platô de Neópolis)**. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2005. 172p. il.
- OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. 3. ed. Piracicaba:FEALQ, 2008. 592p.
- VIDAL-VÁZQUEZ, E., J. PAZ-FERREIRO. Multifractal characteristics isotherms from tropical soils. **Soil Sci.**, 2012., vol. 177, p.120–130.

## USO DE MODELOS HIDROLÓGICOS DISTRIBUÍDOS COMO FERRAMENTA AUXILIAR EM LEVANTAMENTOS DE SOLOS

José Ricardo da Rocha Campos, Larissa Gheller, Gabriel Marcarini Simionato, Leonardo Zambiasi Forti, Vaneza Andrea Lima de Freitas

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Professor, Pato Branco - PR, [jrcampos@utfpr.edu.br](mailto:jrcampos@utfpr.edu.br).

**Palavras-chave:** erosão; Latossolos; conservação do solo.

Um Modelo Hidrológico Distribuído (MHD) nada mais é que uma representação matemática dos fluxos de água sobre uma determinada superfície (DATTA; SCHACK-KIRCHNER, 2010). Pode ser entendido também como uma representação simplificada da realidade, auxiliando no entendimento de processos responsáveis pela esculturação da paisagem e pela gênese do solo. Neste sentido, este trabalho propôs estudar a potencialidade de um MHD gerado a partir de dados topográficos (DATTA; SCHACK-KIRCHNER, 2010) em identificar na paisagem distintas classes de solos, bem como o seu potencial como ferramenta auxiliar em levantamentos de solos.

O presente trabalho foi desenvolvido na área experimental da UTFPR – Campus Pato Branco. Para a geração dos modelos foi utilizado o *software* Quantum GIS 2.14, um Sistema de Informações Geográficas (SIG) de Código Aberto, disponibilizado gratuitamente. O algoritmo para geração do modelo de fluxo acumulado baseia-se na diferença de cota entre as células que garante a continuidade do fluxo entre uma célula e outra. Esse aspecto atribui a cada uma das células a direção de fluxo correspondente a cada uma de suas oito células vizinhas.

A fonte de dados base para os modelos foram: imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) (MIRANDA, 2005), imagens Topodata (VALERIANO, 2004), além de dados coletados *in loco* com GPS de precisão RTK. Para validação dos modelos supracitados, foram realizadas amostragens em trincheiras localizadas em pontos distintos da paisagem segundo Lepsch. (2011). Foi realizado a caracterização morfológica segundo Santos et al. (2013) e análise química e classificação do solo segundo Embrapa (2013).

O modelo gerado com dados coletados *in loco* permitiu delimitar áreas com características distintas em relação a dinâmica da água na paisagem. Áreas identificadas no modelo com cores brancas representam locais com maior potencial para infiltração de água no solo e considera que, nesta parte da paisagem, um fluxo hídrico só deverá se formar em condição de solo saturado. Estas foram áreas de ocorrência dos LATOSSOLOS VERMELHOS Distroférricos típicos.

Outras áreas planas, identificadas pela cor amarela claro (o mais claro da escala) representa áreas cujo fluxo lateral começa a se formar partir de uma área de captação de 409 m<sup>2</sup>. Isto significa que o acúmulo de água na superfície pode ocorrer com facilidade. Estas áreas foram áreas de ocorrência dos GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos.

As linhas em amarelo são linhas de direção de fluxo hídrico que se formam em decorrência do acúmulo de água em locais cuja área de capacitação esteja entre 410 e 1896 m<sup>2</sup>. Estes valores significam que estas áreas são mais suscetíveis a processos erosivos e, desta forma, seriam ambientes de ocorrência de solos menos desenvolvidos. Nas áreas com predomínio de linha amarelas foram ambientes de ocorrência dos NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos fragmentários.

Áreas com predomínio de linha de cores vermelhas, a área de captação necessária para se

formar um fluxo hídrico superficial vai aumentando, o que significa que nestas áreas a formação de fluxos hidrológicos superficiais são menos frequentes. Estas foram áreas de ocorrência comum dos NITOSSOLOS VERMELHOS Distróficos Latossólicos.

Os modelos gerados por imagens SRTM e Topodata não apresentaram precisão satisfatória em relação a representação dos fluxos hídricos na área. Entretanto, os modelos gerados com dados coletados *in loco*, permitiram distinguir áreas com características distintas em relação aos fluxos laterais de água, o que refletiu em diferentes classes de solos.

## Referências

- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação do Solo**. 3 Ed. Embrapa. Brasília. 2013, 353 p.
- DATTA, P. S.; SCHACK-KIRCHNER, H. Erosion relevant topographical parameters derived from different DEMs-A comparative study from the Indian lesser Himalayas. **Remote Sensing**, v. 2, p. 1941-1961, 2010.
- LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia**. São Paulo. Oficina de Textos. 2011. 456p.
- MIRANDA, E. E. de. **Brasil em Relevo**. Campinas, Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: . Acesso em: 12 fev. 2016.
- SANTOS, R. S. et al., **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 6.ed. Viçosa, MG, SBCS, 2013. 100p.
- VALERIANO, M.M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. São José dos Campos, SP. INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais, 2004. 72 p. (INPE-10550-RPQ/756).

## PALHA RESIDUAL DE AVEIA PRETA E DESEMPENHO DE ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO

Paloma de Lourdes Ribeiro Carvalho, Matheus Martins Ferreira, Fernando Sintra Fulaneti,  
Henrique Model Menezes, Amauri Nelson Beutler

Universidade Federal do Pampa - Campus Itaqui, Graduanda em Agronomia, Itaqui - RS,  
[palomarcavvalho@hotmail.com](mailto:palomarcavvalho@hotmail.com).

**Palavras-chave:** manejo cultural; plantio direto; *Oryza sativa*.

O Brasil está entre os dez principais produtores mundiais de arroz (*Oryza sativa*), onde o Estado do Rio Grande do Sul responde por 61 % da produção nacional. A Fronteira Oeste do RS destaca-se como maior produtora do cereal no país (SOSBAI, 2014).

Em função do sistema de irrigação por inundação, o preparo do solo é convencional, a fim de acelerar a decomposição de restos culturais, pois, em condições anaeróbicas a presença de palha na superfície do solo pode resultar em alta produção de ácidos orgânicos, limitando o crescimento e a produtividade do arroz (Johnson et al., 2006). No entanto, o efeito tóxico causado pelos ácidos orgânicos pode estar relacionado à quantidade de resíduo da cultura antecessora no início da inundação. De acordo com Beutler et al. (2012) quando há circulação lenta de água na superfície do solo, a quantidade de até 24,5 t ha<sup>-1</sup> de palha remanescente de arroz não reduziu significativamente a produtividade de arroz irrigado.

O manejo convencional do solo com arações, gradagens, nivelamento do solo e construção de taipas para o cultivo de arroz se torna oneroso, além disso, causa desestruturação do solo, diminuindo sua qualidade física. Na literatura são escassos trabalhos que comprovam a necessidade e viabilidade de realização dessas operações, visto que, no plantio direto (PD) é necessário apenas reconstruir algumas taipas, sem preparo prévio do solo.

No Sul do Brasil, a aveia preta (*Avena strigosa*) é amplamente utilizada como pastagem de inverno e cobertura do solo para o PD, pois é uma espécie que possui rápido crescimento inicial, alta produção de massa, rusticidade e adaptação a vários tipos de solos (FONTANELIET al., 2012). O cultivo da aveia preta no período de outono-inverno é uma opção para os produtores que trabalham com pecuária de corte extensiva na entressafra do arroz, além disso, pode ser usada como palhada para o plantio direto, contribuindo para a recuperação, manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. No entanto há necessidade de estudos sobre manejo adequado do resíduo cultural e os efeitos no arroz.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da palha residual de aveia preta e o desempenho do arroz irrigado por inundação.

O experimento foi realizado nas coordenadas geográficas 29° 09' 21" S e 56° 33' 02", em Itaqui, RS, altitude de 74 m, na safra 2015/2016, em PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições com parcelas de 3 x 2,5 m. Os tratamentos foram às quantidades de palha de aveia preta (0, 2, 4, 6, 8 t ha<sup>-1</sup> de massa seca), na superfície do solo, antes da semeadura do arroz irrigado. A área foi cultivada com aveia preta no inverno, sendo que na dose zero a área foi deixada em pousio. Aos 21 dias antes da semeadura do arroz, foi realizado o corte da aveia a 3 cm de altura do solo, e foram alocadas as



quantidades de massa seca nos respectivos tratamentos.

Após o estabelecimento dos tratamentos com quantidades de palha de aveia, foi realizada a semeadura do arroz irrigado cultivar IRGA 424 RI 01/10/15, com espaçamento de 0,17 m entre linhas e densidade de 250 plantas m<sup>2</sup>. Aos 20 dias após a emergência aplicou-se a lâmina d'água de 7 cm e foi mantida constante até a colheita, delimitando cada parcela com taipas para evitar a transposição de água entre parcelas.

Na colheita foi avaliada a massa seca da parte aérea, massa de 1000 grãos e produtividade de grãos.

Os dados foram submetidos a análise de variância, e quando houve o efeito significativo foi realizado a análise de regressão a 5 % de probabilidade.

A massa seca da parte aérea e a massa de 1000 grãos não foram influenciadas pelas quantidades de palha de aveia preta na superfície do solo. Já a produtividade foi afetada significativamente pelos níveis de palha, no qual, aumentou com o aumento das quantidades de palha.

A maior produtividade de grãos de arroz de 11.837 kg ha<sup>-1</sup> foi encontrada com a utilização de 8 t ha<sup>-1</sup> de palha de aveia preta na superfície do solo. Possivelmente esse resultado benéfico da palha está relacionado ao baixo teor de matéria orgânica (MO) no solo (1,3 %), que diminui a imobilização do nitrogênio (N) e a decomposição da palha, liberando mais N para a solução do solo e para as plantas. Em solos de cerrado com baixo teor de MO, o fluxo de N é maior em sistema de rotação arroz-pastagem-leguminosa em comparação ao monocultivo do arroz (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Isso evidencia que o uso de cobertura vegetal no período de pousio em solo com baixo teor de MO promove benefícios para a cultura subsequente, pois altera a dinâmica do N, liberando mais nutrientes para a cultura. Menezes et al. (2001) avaliando plantas de cobertura para semeadura direta do arroz irrigado, em solo com MO (1,6 %) verificou que a aveia preta não afetou a produtividade de grãos, obtendo valores similares ao cultivo convencional, no entanto, a quantidade de palha estimada no experimento foi de 2,5 t ha<sup>-1</sup>.

No experimento provavelmente não ocorreu efeito tóxico dos ácidos orgânicos, visto que, a produtividade aumentou linearmente com o aumento das doses de palha.

A palha residual da aveia preta não prejudica o desempenho do arroz irrigado por inundação em solo com baixo teor de MO (1,3 %).

A maior dose de palha 8 t ha<sup>-1</sup> proporcionou a maior produtividade.

## Referências

- BEUTLER, A.N.; MUNARETO, J.D.; RAMÃO, C.J.; GALON, L.; DIAS, N.P.; POZZEBON, B.C.; RODRIGUES, L.A.T.; MUNARETO, G.S.; GIACOMELI, R.; RAMOS, P.V. Propriedades físicas do solo e produtividade de arroz irrigado em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1601-1607, 2012.
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; OLIVEIRA J.T.; FONTANELI, R.S.; LEHMEN, R.I.; DREON G. Gramíneas forrageiras anuais de inverno. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. **Forrageiras para integração lavoura-Pecuária-floresta na região Sul-Brasileira**. 2.ed. Brasília-DF: Embrapa, 2012. p.127-172.
- JOHNSON, S.E.; ANGELES, O.R.; BRAR, D.S.; BURESH, R.J. Faster anaerobic decomposition of a brittle straw rice mutant: implications for residue management. **Soil Biology & Biochemistry**, v.38, p.1880-1892, 2006.
- MENEZES, V. G.; MARIOT, C. H. P.; LOPES, M. C. B.; SILVA, P. R. F.; TEICHMANN, L. L. Semeadura direta de genótipos de arroz irrigado em sucessão a espécies de cobertura de inverno. **Pesquisa Agropecuária**



**Brasileira**, v.36, p.1107-1115, 2001.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras-MG: UFLA, 2006. 729p.

SOSBAI: Sociedade sul-brasileira de arroz irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre: SOSBAI, 2014. 188p.

## RETENÇÃO DE ÁGUA EM CAMBISSOLO HÚMICO SOB SISTEMA AGROFLORESTAL

Carla Eloize Carducci<sup>1</sup>, Jânio dos Santos Barbosa<sup>1</sup>, Pedro Antônio Namorato Benevenuto<sup>2</sup>,  
Letícia Salvi Kohn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Professora, Curitibanos - SC, [ec.carducci@ufsc.br](mailto:ec.carducci@ufsc.br);

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras.

**Palavras-chave:** agricultura orgânica; energia da água no solo; sistema conservacionista.

Sistema de manejo do solo que empregam práticas simples de conservação como a consorciação de culturas, tem promovido melhorias nas condições físicas dos solos, a exemplo dos sistemas agroflorestais, que por usarem diferentes espécies vegetais dentro da mesma área (arbóreas, frutíferas, leguminosas, oleaginosas e outras), promovem o aumento da biodiversidade dos solos (LOSS et al., 2009) com consequentes melhorias na retenção de água do solo devido a diversificação do tamanho dos poros e redução da degradação física promovida em sistemas convencionais de manejo. Essas alterações físicas no ambiente de crescimento das plantas podem ser quantificadas pela curva de retenção de água no solo (CRA), que descreve a energia de retenção de água do solo decorrente de mudanças na trajetória do escalonamento dos poros, sendo isto resultante da ação conjunta de diferentes atributos do solo associados ao sistema de manejo adotado (CARDUCCI et al., 2015). O trabalho tem por objetivo avaliar a retenção da água em um CAMBISSOLO HÚMICO sob sistema agroflorestal no seu primeiro ano de cultivo. O sistema agroflorestal da UFSC-Curitibanos foi instalado em meados 2013 em CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico, sendo organizado em parcelas compostas pelas por espécies florestais como: Pinheiro-do-Paraná (*Araucaria Angustifolia*), Bracatinga (*Mimosa scabrella*), Fumo bravo (*Solanum mauritianum*), Bugreiro (*Lithraea molleoides*), Camboatá branco (*Matayba eleagnoides*), Canela (*Cinnamomum verum*) e aroeira (*Lithraea molleoides*) associadas às seguintes combinações: SAF-Erva Mate (SE) (*Ilex paraguariensis*), SAF-Frutíferas (SF) foi utilizada a pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) a goiaba serrana (*Acca sellowiana*), araca (*Psidium cattleianum*), ingá (*Inga* spp.), cerejeira (*Eugenia involucrata*), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), SAF-Agrícola (SA) com rotações de culturas: milho (*Zea mays*) e mandioca (*Manihot sculenta*) no verão e espécies de cobertura como azevém (*Lolium perene*), aveia (*Avena* ssp. ) e trevo (*Trifolium* ssp.) durante o inverno. Como testemunha foi utilizada uma área de mata nativa adjacente ao experimento. Foram coletadas amostras com estrutura preservada em anéis volumétricos ( $\approx 80 \text{ cm}^3$ ) na profundidade de 0-0,20 m em cada tratamento em triplicata no início do ano de 2015, após 1,5 anos de condução do experimento agroflorestal. As amostras com estrutura preservada foram utilizadas para determinar a curva de retenção de água, com saturação inicial gradual em água destilada por capilaridade e submetidas às tensões matriciais ( $\Psi_m$ ) de -1, -2, -4, -6, -10 kPa utilizando os funis de Büchner dotados de placa porosa e -33, -100, -500, -1.500 kPa, obtidas no extrator de placas porosas. Em seguida, as amostras foram secas em estufa, a 105-110 °C, por 48 h, para a determinação do conteúdo de água correspondente aos  $\Psi_m$  e cálculo da densidade do solo ( $D_s$ ) (EMBRAPA, 2011). Posteriormente, o modelo de van Genuchten (1980) com restrição de  $m = 1-1/n$  (MUALÉN, 1976), foi ajustado aos dados experimentais, obtendo-se as estimativas dos parâmetros do modelo:  $\theta_s$  - conteúdo de água na saturação,  $\theta_r$  - conteúdo de água residual,  $\alpha$  e  $n$  - coeficientes de ajuste do modelo (escala e forma da curva, respectivamente). As curvas visualmente apresentaram boa distribuição

de poros com inclinação suave o que indica presença de poros intermediários responsáveis pela disponibilidade de água as planta. A mata nativa apresentou altos valores de conteúdo de água em baixas tensões matriciais, seguida do SAF-Erva mate > SAF-Agrícola > SAF- Frutífera, neste último houve uma redução nos poros de drenagem (macroporos), porém ainda apresentou alto conteúdo de água nessas baixas tensões ( $0,70 - 0,58 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ). Em altas tensões matriciais ( $> 500 \text{ kPa}$ ) houve uma superioridade do SAF-Agrícola na retenção da água ( $\approx 0,40 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ), devido a maior intervenção antrópica ocorrida nesse tratamento pelos diferentes cultivos executados no verão e inverno, mesmo que de forma manual. Esses conteúdos de água retidos em altas energias não estão disponíveis as plantas, neste caso essa maior retenção pode ser devido ao alto conteúdo de matéria orgânica (8 % em todo o perfil) presente no CAMBISSOLO HÚMICO que contribui com o armazenamento da água e disponibilidade gradual. O sistema agroflorestal em questão promoveu alterações benéficas na retenção de água no solo reduzindo as perdas por drenagem interna excessiva e aumentando os poros intermediários e microporos para a retenção e disponibilidade de água as plantas (inclinação).

## Referências

- CARDUCCI, C.E.; OLIVEIRA, G.C.; OLIVEIRA, L.M.; BARBOSA, S. M.; SILVA E.A. Retenção de água do solo sob sistema conservacionista de manejo com diferentes doses de gesso. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 3, p. 284-291, 2015.
- LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L.H.C.; SILVA, E.M.R. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p.68-75, 2009.
- VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

## DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE CAPIM-MARANDU EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO COM SOJA NO ARENITO CAIUÁ - PR

Kátia Fernanda Gobbi, Mateus Carvalho Basílio de Azevedo, Simony Marta Bernardo Lugão, José Jorge dos Santos Abrahão, Vanderlei Bett

Instituto Agrônômico do Paraná, Pesquisadora, Paranavaí - PR, [kfgobbi@iapar.br](mailto:kfgobbi@iapar.br).

**Palavras-chave:** *Brachiaria brizantha*; ILP; tempo de meia-vida.

A maior parte da região Noroeste do Paraná é ocupada por pastagens. Os solos que predominam nesta região são os de textura arenosa, originários do Arenito Caiuá, com grande susceptibilidades a erosão e baixa capacidade de retenção de água (FIDALSKI et al., 2013).

Nos últimos anos observa-se interesse por parte de produtores e cooperativas pelo cultivo da soja na região do Arenito Caiuá. Tem-se adotado sistemas de integração lavoura-pecuária, com cultivo de soja sobre a palhada residual de pastos anuais, cujo objetivo principal é proteger o solo e minimizar os riscos de frustração de safra nos anos secos, ou com veranicos prolongados.

A taxa de decomposição da palhada de cobertura depende da natureza do material vegetal, do volume, da fertilidade do solo, do manejo e das condições climáticas (pluviosidade e temperatura). Por sua vez, a velocidade de decomposição dos resíduos irá determinar a quantidade de palhada que deverá ser produzida antes do plantio da soja, e consequentemente até quando a forrageira poderá ser pastejada pelos animais.

Realizou-se ensaio experimental para avaliar a decomposição da palhada de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) em sistema de integração com soja, em Paranavaí - PR, região do Arenito Caiuá.

A avaliação se deu em experimento de integração de soja (*Glycine max*, variedade BMX Potência) com braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), instalado na Estação Experimental do IAPAR em Paranavaí (23° 00' 4" S, 42° 02' 06" W e altitude de 460 m), em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico (EMBRAPA, 2006). Segundo Köppen, o clima é subtropical (Cfa) com precipitação média de 1500 mm anuais.

Os tratamentos, instalados em 2012, foram dispostos em blocos ao acaso, com cinco repetições e são: (1) pastagem perene; (2) lavoura de soja no verão + pastagem no inverno; (3) lavoura de soja em dois verões + pastagem em dois anos; e (4) lavoura de soja em dois verões + pastagem em quatro anos consecutivos. Na safra de 2015/2016 a avaliação de decomposição da palhada foi realizada nas 5 parcelas do tratamento 2, uma vez que as demais parcelas estavam dentro do período em que permanecem cultivadas com capim-marandu por dois ou quatro anos.

O capim-marandu foi semeado no dia 08/04/2015, em função do atraso na colheita da soja, não sendo pastejado pelos animais no inverno. O acúmulo de matéria seca foi de 5.973 kg ha<sup>-1</sup>, até a data da dessecação. As amostras de capim foram coletadas antes da dessecação com glifosato (28/09/2015), utilizando-se quadros de amostragem (1 m<sup>2</sup>), para posterior secagem em estufa a 60 °C, por 72 horas. Para avaliação da decomposição da palhada as amostras secas em estufa foram colocadas em saquinhos de nylon (20 x 20 cm), com malha de 2 mm. A quantidade de amostra colocada em casa saquinho foi proporcional à massa seca produzida por área.

Os saquinhos foram distribuídos na área experimental no dia 05/10/2015, após a semeadura

da soja. Utilizou-se delineamento experimental de blocos ao acaso, com 10 repetições (5 blocos e 2 repetições por bloco) e 11 períodos de avaliação. As coletas dos saquinhos foram feitas aos 7, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112 e 129 dias após a distribuição no campo. A última coleta (129 dias) foi realizada no dia da colheita da soja. Após cada coleta os saquinhos foram secos em estufa a 60 °C para posterior pesagem da palha remanescente.

A determinação da decomposição da palhada foi feita por diferença de peso, onde a porcentagem do material remanescente no saquinho foi calculada com base na quantidade total inicial. Determinou-se a constante de decomposição ( $k$ ), obtida pela equação de primeira ordem:  $A_t = A_0 e^{-kt}$ , em que  $A_t$  é a concentração do substrato remanescente em qualquer tempo  $t$ , e o cálculo da meia vida ( $t_{1/2}$ ) da palhada, pela seguinte equação:  $\ln [(A_0/2)/A_0] = -Kt_{1/2}$ , em que  $t_{1/2} = 0,693/k$  (PAUL; CLARK, 1989). A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se os procedimentos GLM e REG disponíveis no pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System, version 9.1).

Após 129 dias da colocação dos saquinhos na área experimental (colheita da soja), observou-se que em média 73 % da palhada de capim-marandu foi decomposta, estimando-se ( $P < 0,001$ ) equação de regressão  $Y = 5526,49 - 77,48X + 0,38X^2$  ( $R^2 = 0,89$ ), para a quantidade de massa seca remanescente ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), em relação aos períodos de avaliação.

Através da determinação da constante de decomposição ( $k$ ) do capim-marandu em função dos diferentes períodos de coleta, que apresentou valor médio de 0,0172, calculou-se o tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ) da palhada. Foram necessários 43,66 dias para que 50 % da palhada de capim-marandu fosse decomposta.

Na região do Arenito Caiuá, bem como em outras regiões do Brasil, a persistência da palhada é afetada pelas condições de precipitação e temperaturas elevadas, podendo levar a uma rápida decomposição da fitomassa depositada sobre o solo. No presente ensaio, entre outubro de 2015 e fevereiro de 2016, a temperatura média máxima foi de 30 °C e média mínima de 21 °C. Já a precipitação total registrada foi de 1515 mm, bastante elevada, quando comparada com a precipitação média anual da região. Kliemann et al. (2006), verificaram que 56 % da palhada de capim-marandu havia sido decomposta após 150 dias do corte da fitomassa, em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, no Cerrado de Goiás.

De acordo com Darolt (1998), a quantidade mínima ideal de MS para que se mantenha a adequada cobertura do solo é de  $6.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , e mais recentemente algumas pesquisas indicam a necessidade de quantidades ainda maiores de palha para cobertura de áreas com plantio direto.

Contudo, em sistemas de integração lavoura-pecuária, a quantidade de palha residual depende diretamente do manejo do pastejo e tempo de utilização do pasto pelos animais. Assim como a pouca quantidade de material vegetal residual pode ser prejudicial para o sistema, a quantidade muito elevada de palhada na superfície do solo pode dificultar o estabelecimento da cultura subsequente, bem como afetar a produção de grãos (FRANCHINI et al., 2015), e diminuir a produção animal por área.

A decomposição da palhada de capim-marandu foi rápida em cultivo subsequente de soja. É importante continuar com as avaliações ao longo dos anos, para que seja possível correlacionar as condições climáticas de cada ano, com a quantidade de material vegetal acumulado, sua taxa de decomposição, características físico-químicas do solo, produtividade da soja, e período de utilização do pasto pelos animais.

## Referências

DAROLT, M. R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998, p. 16-45.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; ALVES, S.J.; AULER, P.A.M. Influência das frações de areia na retenção e disponibilidade de água em solos das formações Caiuá e Paranaíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 613-621, 2013.

FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.12, p.1131-1138, 2015.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.B.P. & SILVEIRA, P.M. Taxa de composição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.1, 21-28, 2006.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1989. 275p.

## AVALIAÇÃO VISUAL DA QUALIDADE ESTRUTURAL DE UM PLANOSSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO

Ivana Kruger Tuchtenhagen<sup>1</sup>, Cláudia Liane Rodrigues de Lima<sup>1</sup>, Adilson Luís Bamberg<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Doutoranda, Pelotas - RS, [ivanatuchtenhagen@gmail.com](mailto:ivanatuchtenhagen@gmail.com); <sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado.

**Palavras-chave:** física do solo; qualidade do solo; escore visual do solo.

Práticas de manejo provocam alterações nos atributos do solo, que podem significar diminuição da qualidade, com reflexos sobre a sustentabilidade ambiental e agrícola. A qualidade do solo é frequentemente avaliada em solos com diferentes sistemas de uso e manejo. Métodos laboratoriais, constituem importantes ferramentas por serem exatos e precisos, mas apresentam limitações devido ao custo e ao tempo dispensado para as avaliações (ASKARI et al., 2013; MONCADA et al., 2014). Métodos diretos, rápidos e, sensíveis para detectar diferenças significativas entre usos e manejos, pode ser útil para a comunidade científica e para agricultores (ASKARI et al., 2013), auxiliando na tomada de decisões sobre um adequado manejo de áreas agrícolas.

Neste sentido, metodologias realizadas a campo como a avaliação visual da estrutura do solo (Visual Evaluation Soil Structure: VESS), desenvolvida por Ball et al. (2007), consiste em distinguir, com simplicidade e agilidade, camadas com diferenças estruturais, e posteriormente comparar blocos de solo após a quebra dos agregados em suas linhas de fraqueza. Esta metodologia, apesar de não requer conhecimento avançado ou equipamentos específicos pode fornecer informações objetivas sobre a qualidade estrutural do solo. Considerando que o VESS pode ser uma alternativa viável para inferir sobre adequados sistemas de uso e manejo de áreas agrícolas, objetivou-se avaliar qualitativamente a estrutura de um Planossolo sob diferentes sistemas de uso e manejo.

O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Terras Baixas, pertencente à Embrapa Clima Temperado, localizada no município do Capão do Leão (RS). Os sistemas de manejo avaliados foram um Planossolo sob: i) campo nativo (CN), sem interferência humana por mais de 30 anos, ii) integração lavoura pecuária (ILP) com implantação de milho (2011/2012), azevém (2012/2012), sorgo (2012/2013), azevém (2013/2013) e soja (2013/2014), iii) plantio direto (PD), sendo cultivado milho (2011/2012), azevém (2012/2012), soja (2012/2013), trigo (2013/2013) e soja (2013/2014) e iv) plantio convencional (PC) com pousio (2010/2011) e cultivado trigo/forrageiras (2011/2012); arroz (2012/2013) e pousio (2013/2014).

Com o auxílio de uma pá reta, foram abertas quatro trincheiras em cada sistema de manejo para a extração de amostras indeformadas (blocos) com dimensões de 0,15 m de largura x 0,20 m de profundidade x 0,10 m de espessura. A avaliação visual da estrutura foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Ball et al. (2007), comparando a aparência do bloco de solo após a quebra com as mãos e utilizando classificação, proposta por Guimarães et al. (2011). Foram observados os agregados de 1 a 2 cm de diâmetro, a porosidade visível e as raízes e a pontuação atribuída foi confirmada posteriormente (dificuldade em extrair o bloco de solo, forma e tamanho dos agregados, porosidade, raízes e anaerobiose). Os blocos de solo foram classificados com escores variando de 1 a 5, representando respectivamente as condições de boa a pobre qualidade estrutural. A atribuição de escores e o cálculo do escore final foram realizados conforme a classificação de Ball et al. (2007).



Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas por meio do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), com auxílio do Software R (R CORE TEAM, 2014).

A melhor qualidade estrutural foi encontrada no CN (1,99 a), apresentando-se com boas características, pois de acordo com Ball et al. (2007), os sistemas com escores entre 1 e 2 apresentam boa qualidade estrutural, sem de imediato necessitar mudanças. O sistema PD foi classificado de acordo com o método, como um solo de moderada qualidade (2,55 a), necessitando melhorias em longo prazo.

O ILP (3,17 b) e o PC (3,22 b) foram considerados com uma pobre estrutura, de acordo com Ball et al. (2007), que indicam escores entre 3 a 5 para uma condição limitada de qualidade estrutural do solo, necessitando mudanças de gestão de manejo a curto prazo.

O fato do sistema ILP estar classificado com uma inadequada qualidade estrutural, está relacionado principalmente a adoção de um intenso tráfego de máquinas, implementos agrícolas e pisoteio animal. Mesmo sendo observada similaridade estatística entre ILP e PC, ressalta-se um maior escore no PC devido normalmente, ao preparo convencional e intensivo do solo. Askari et al. (2013) observaram uma melhor qualidade estrutural no plantio direto em comparação ao convencional, e assim, corroborando com os resultados obtidos.

A possibilidade de aplicabilidade da metodologia de avaliação visual da estrutura pode ser comprovada na possibilidade de distinguir a qualidade de solo sob diferentes sistemas de uso e manejo. Sendo assim conclui-se que, a partir do VESS, o campo nativo e o plantio direto em relação ao sistema plantio convencional e integração lavoura pecuária apresentaram uma melhor condição de qualidade estrutural para o desenvolvimento de plantas.

## Referências

- ASKARI, M. S.; CUI, J.; HOLDEN, N. M. The visual evaluation of soil structure under arable management. **Soil & Tillage Research**, v. 134, p. 1–10, 2013.
- BALL, B. C.; BATEY, T.; MUNKHOLM, Lars Juhl. Field assessment of soil structural quality—a development of the Peerlkamp test. **Soil use and Management**, v. 23, n. 4, p. 329–337, 2007.
- GUIMARÃES, L. R. M.; BALL, B. C.; TORMENA, C. A.; GIAROLA, N. F. B.; SILVA, A. P. Relating visual evaluation of soil structure to other physical properties in soils of contrasting texture and management. **Soil & Tillage Research**, v. 127, p. 92–99, 2013.
- MONCADA, M. P.; GABRIELS, D.; LOBO, D.; REY, J. C.; CORNELIS, W. M. Visual field assessment of soil structural quality in tropical soils. **Soil & Tillage Research**, v. 139, p. 8–18, 2014.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2014.

## VULNERABILIDADE DOS SOLOS À EROSÃO HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARI

Geovane Junqueira Alves<sup>1</sup>, José Alves Junqueira Junior<sup>2</sup>, Carlos Rogério de Mello<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Mestrando, Lavras - MG, [geovane@agricola.eng.br](mailto:geovane@agricola.eng.br);

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudoeste de Minas Gerais

**Palavras-chave:** RUSLE; erosão; SIG.

A erosão do solo é um dos processos mais significantes de degradação ambiental, pois as perdas de sedimentos reduzem a fertilidade do solo, a produtividade agrícola, e ainda diminuem a quantidade e a qualidade da água. Assim, seu controle é um grande desafio para o planejamento e a conservação de bacias hidrográficas. Desta forma, o objetivo deste trabalho é aplicar a Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE) utilizando técnicas de geoprocessamento para calcular e mapear a taxa de erosão anual do solo para a bacia hidrográfica do Rio Capivari (BHRC), localizada à montante do Reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil, no Estado de Minas Gerais, permitindo identificar áreas com maior susceptibilidade à erosão e centralizar maiores esforços de manejo.

A área de drenagem da BHRC é de aproximadamente 1925,7 Km<sup>2</sup>, e de acordo com a classificação climática de Kppen, o clima Cwa ocorre na maior área da bacia, já o clima Cwb ocorre exclusivamente em sua cabeceira, próximo as localidades da Serra da Mantiqueira (BESKOW et al., 2009), nesta região, a precipitação média anual é de 1469 mm.

A RUSLE foi utilizada para calcular a taxa de erosão anual dos solos. Este modelo é expresso pela seguinte equação:  $A = EI_{30} \times K \times LS \times C \times P$ , onde A é a perda média anual de solo por unidade de área (t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), EI<sub>30</sub> é a erosividade da chuva (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), LS é o fator topográfico, C é o fator de cobertura do solo, e P é o fator de práticas conservacionistas (adimensional). Para implementar a aplicação deste modelo foram utilizadas técnicas de geoprocessamento baseadas em mapas com resolução espacial de 30 m.

Inicialmente, a determinação do coeficiente de chuva de Fournier (Rc) foi feita com o uso de um banco de dados pluviométricos correspondente a 6 séries históricas. As séries foram obtidas junto ao Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWEB) da Agência Nacional de Águas (ANA). Segundo Renard e Freimund (1994), o coeficiente de chuva Rc (mm) pode ser determinado pela relação entre a precipitação média mensal p (mm) e a precipitação média anual P (mm), pela seguinte expressão:  $Rc = p^2/P$ .

O ajuste da relação entre Rc e EI<sub>30</sub> foi feito com base em três equações determinadas nas proximidades da bacia. Desta forma, utilizou-se as equações dos municípios de Lavras, São Vicente de Minas e Bocaina de Minas, esta última apresenta a seguinte equação:  $EI_{30} = 102,53 * (Rc^{0,7586})$  R<sup>2</sup> = 0,9707. Após a determinação do EI<sub>30</sub> para cada uma das 6 estações, procedeu-se com o mapeamento da erosividade por meio de Krigagem Ordinária.

O fator K reflete de forma direta a susceptibilidade natural do solo frente ao potencial erosivo das chuvas, e representa a influência das propriedades do solo na perda de solo durante os eventos de chuva (ÖZSOY et al., 2012). Os valores aplicados neste estudo foram extraídos da literatura, tendo como base o mapa de solos feito pelo Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais.

O fator C de uso e manejo dos solos é a relação esperada entre as perdas de solo de uma área

cultivada com uma determinada cobertura, e as perdas correspondentes de um solo descoberto considerando as mesmas condições de inclinação e tipo de solo. Este fator é de extrema importância uma vez que representa as condições que podem ser facilmente alteradas para a redução da vulnerabilidade da erosão. Seu mapeamento foi feito com base na classificação de imagens orbitais do satélite RAPIDEYE de 2014, com resolução espacial de 5 metros. Foram utilizadas amostras de treinamento para 7 diferentes classes: agricultura, água, área urbana, eucalipto, floresta nativa, pastagem e solo exposto, sendo adotado um valor de C obtido na literatura para cada uso do solo considerado.

O fator LS é utilizado na RUSLE para considerar o efeito topográfico na erosão (RENARD et al., 1997). Para isso, o fator topográfico leva em consideração a declividade (S), e o comprimento do declive (L), que são parâmetros fundamentais para quantificar a erosão gerada devido suas influências sobre a velocidade do escoamento superficial. Na BHRC foi elaborado um MDE com resolução espacial de 30 metros, com base em imagens ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer). O MDE foi utilizado para gerar o fator LS, calculado com auxílio do *software* LS-TOOL (ZHANG et al., 2013).

O fator P varia de 0 a 1, e expressa como as práticas conservacionistas de manejo do solo são capazes de reduzir a erosão. Como as práticas de manejo e conservação do solo são difíceis de serem identificadas por imagens de satélites, e devido a observações visuais *in loco* na região de estudo, o fator P foi considerado igual a 1.

Os resultados demonstraram que em aproximadamente metade da BHRC ( $\approx 48\%$ ) pode ser esperado uma baixa perda de solo anual média, ou seja, menor do que  $5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (PANDEY; CHOWDARY; MAL, 2007). Isso se deve ao fato de que em aproximadamente  $49\%$  da bacia apresenta uma boa proteção do solo, o que foi constatado pelos valores de C iguais a 0,0075.

A BHRC apresenta apenas  $4,5\%$  de solo exposto, e cerca de  $28\%$  de floresta natural, fatos que corroboram para uma diminuição da susceptibilidade à erosão, demonstrando a importância da cobertura vegetal no manejo e gestão de bacias hidrográficas, sobretudo quando estas apresentam alta susceptibilidade à erosão quando se analisa os outros fatores.

Os valores estimados de perda de solo, quando comparados aos valores de tolerância admitida, possibilitam uma orientação para que sejam tomadas medidas mais eficazes de controle de erosão. Cerca de  $48\%$  da BHRC apresenta perdas de solo superior ao tolerável, e  $52\%$  apresenta-se com valores dentro do tolerável. O LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, do ponto de vista da conservação do solo foi a única classe de solo em que a porcentagem de área que está dentro do limite de tolerância de perdas foi maior do que a área não tolerante. Para os demais tipos de solo, a área que apresenta perdas de solo não tolerantes foi superior à tolerante.

Verifica-se ainda que para os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS e NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos, a porcentagem de perdas de solo acima do limite tolerável foi superior ao Latossolo, sendo de  $73\%$  e  $71\%$ , respectivamente. Este fato pode estar relacionado com o fator K, ou seja, são justamente nestes solos em que se deve haver uma maior preocupação quanto a adoção de práticas conservacionistas. Além do mais, boa parte destes solos estão cobertos por agricultura, cerca de  $27\%$ , ou seja, são regiões em que o fator C é de  $0,29$ , o que pode potencializar o processo de erosão.

Estes resultados só foram possíveis graças à utilização de ferramentas relacionadas ao Sistema de Informações Geográficas (GIS). Assim, torna-se viável a aplicação do modelo RUSLE para

espacialização da erosão em bacias hidrográficas, identificando áreas onde os processos erosivos são mais severos e merecem maiores esforços das práticas conservacionistas.

## Referências

- BESKOW, S. et al. Soil erosion prediction in the Grande River Basin, Brazil using distributed modeling. **Catena**, v. 79, n. 1, p. 49-59, 2009.
- OZSOY, G. et al. Determination of soil erosion risk in the Mustafakemalpasa River Basin, Turkey, using the *Revised Universal Soil Loss Equation*, geographic information system, and remote sensing. **Environmental Management**, v. 50, n. 4, p. 679-694, 2012.
- PANDEY, A.; CHOWDARY, V. M.; MAL, B. C. Identification of critical erosion prone areas in the small agricultural watershed using USLE, GIS and remote sensing. **Water resources management**, v. 21, n. 4, p. 729-746, 2007.
- ZHANG, H. et al. Extension of a GIS procedure for calculating the RUSLE equation LS factor. **Computers & Geosciences**, v. 52, p. 177-188, 2013.

## EMIÇÃO DE CO<sub>2</sub> E ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO SOB SISTEMA DE COLHEITA DE CANA CRUA E QUEIMADA

Mara Regina Moitinho<sup>1</sup>, Alan Rodrigo Panosso<sup>2</sup>, Daniel De Bortoli Teixeira<sup>1</sup>, Newton La Scala Júnior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Doutoranda, Jaboticabal - SP, [maramoitinho@gmail.com](mailto:maramoitinho@gmail.com); <sup>2</sup>Faculdade de Engenharia - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

**Palavras-chave:** respiração do solo; manejo da cana-de-açúcar; atributos físicos e químicos do solo.

Dentre as estratégias consideradas mais eficientes para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> do solo em áreas agrícolas, encontram-se a adoção de práticas de manejo mais adequadas do solo e da cultura visando a maximização do sequestro de carbono (GALDOS et al., 2009; PANOSSO et al., 2011). Dentro deste contexto, este estudo baseia-se na hipótese que, em áreas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) a conversão do sistema de colheita da cana queimada e corte manual para a colheita mecanizada de cana crua com palhada residual deixada sob a superfície do solo contribui para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> do solo, uma vez que, também afeta as características físicas e químicas do solo, alterando a dinâmica de mineralização e incorporação do carbono no solo.

Assim, neste trabalho objetivou-se caracterizar o processo de emissão de CO<sub>2</sub> do solo em áreas de cana-de-açúcar nos sistemas de colheita crua e queimada, bem como investigar a relação entre a emissão e os atributos do solo em ambos os manejos, visando fornecer subsídios para a adoção de práticas de manejo mais conservacionistas capazes de reduzir a contribuição da agricultura na emissão de CO<sub>2</sub>. O estudo foi conduzido em LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico com 677,5 g kg<sup>-1</sup>; 208,1 g kg<sup>-1</sup> e 134,0 g kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente. A emissão de CO<sub>2</sub> do solo foi determinada utilizando-se o sistema portátil LI-COR, modelo LI-8100, e conduzida em 20 pontos amostrais em cada sistema, sendo determinada em 9 dias de avaliações compreendidos em um período total de 28 dias. Posteriormente, foram coletadas amostras de solo em cada ponto experimental, na profundidade de 0-0,20 m para determinação dos atributos físicos e químicos. O estoque de carbono foi calculado com base na massa de solo equivalente (VELDKAMP, 1994).

A estrutura do solo foi influenciada pelos manejos, sendo observado menor volume de macroporos (11,4 %) e volume total de poros (51,1 %) na área de cana crua. A densidade do solo e os microporos também diferiram em função dos manejos, a exemplo da densidade, esta foi 15 % maior na área de cana crua (1,28 g cm<sup>-3</sup>) quando comparada à área de cana queimada (1,11 g cm<sup>-3</sup>). Os maiores valores de densidade e microporosidade, e menores valores de macroporosidade na área de cana crua, ocorrem sobretudo, em função do arranjo natural do solo não mobilizado e pelo próprio sistema de colheita da cana sem queima e mecanizada, no qual ocorre ligeira compactação do solo até a camada de 0-0,20 m de profundidade, ocasionada pelo tráfego de colheitadora e do veículo de transbordo (LUCA et al., 2008), principalmente, quando realizado em solos com textura mais argilosa e com teores elevados de umidade (PANOSSO et al., 2011).

O manejo de cana queimada apresentou maior emissão de CO<sub>2</sub> do solo (2,63 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), 37 % superior à emissão observada no manejo de cana crua (1,92 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). Já o estoque de carbono no solo foi 10 % superior na área de cana crua (43,07 Mg ha<sup>-1</sup>) em relação à área de cana queimada (38,97 Mg ha<sup>-1</sup>).

Em geral, o estoque de carbono do solo apresenta relação positiva com a emissão de CO<sub>2</sub> do solo (PANOSSO et al., 2011). Contudo neste estudo, a emissão foi inversamente relacionada ao estoque de carbono, especula-se que solos predominantemente argilosos, a exemplo da área em estudo, podem ajudar a compreender esta relação.

Solos de textura argilosa, com elevados teores de óxidos e hidróxidos de Fe e Al, contribuem para aumentar a estabilidade do carbono orgânico na forma de complexos organo-minerais (ROSCOE; BUURMAN, 2003). Tais complexos atuam como mecanismo de proteção do carbono contra o ataque microbiano, uma vez que, as moléculas orgânicas são absorvidas pela superfície desses minerais (BRONICK; LAL, 2005).

Neste estudo a estabilidade do carbono orgânico lábil do solo nos manejos avaliados foi obtido por meio do cálculo da constante de decaimento (k) e o tempo de meia-vida (t<sub>1/2</sub>) do mesmo no solo. Os resultados obtidos indicam que o carbono na área de cana crua possui menor taxa de decomposição (1.504,18 d), persistindo no solo por tempo superior quando comparado à área de cana queimada (990,17 d).

Desta forma, o sistema de colheita de cana crua mantendo a palha residual sobre o solo pode ser considerado como um sistema conservacionista, pois também favorece o aumento da estabilidade dos agregados (LUCA et al., 2008) e maior estoque de carbono (GALDOS et al., 2009; PANOSSO et al., 2011) devido a maior proteção física da matéria orgânica no interior destes agregados dificultando sua decomposição por parte da microbiota do solo, o que contribui para menor emissão de CO<sub>2</sub> do solo neste sistema quando comparado ao sistema de cana queimada, conforme indicam os resultados do presente estudo.

Cabe ressaltar que na busca por indicadores da qualidade do solo, o carbono orgânico se destaca dentre os parâmetros e características mais utilizados para o monitoramento do solo tanto a médio quanto a longo prazo. Este afeta a produtividade das culturas decorrente de seu efeito sobre a estrutura do solo, a disponibilidade de água para as plantas e a resistência do solo à mudanças de pH (LUCA et al., 2008; GALDOS et al., 2009). Desta forma, é considerado o indicador químico mais sensível para a análise dos processos ou comportamento do solo.

## Referências

- BRONICK, C.J.; LAL, R. Soil structure and management: A review. **Geoderma**, Amsterdam, v. 124, p. 3-22, 2005.
- GALDOS, M.V.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Soil carbon stocks under burned and unburned sugarcane in Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 153, p. 347-352, 2009.
- LUCA, E. F.; FELLER, C.; CERRI, C. C.; BARTHÈS, B.; CHAPLOT, V.; CAMPOS, D. C.; MANECHINI, C. Avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p.789-800, 2008.
- PANOSSO, A. R.; MARQUES, J.; MILORI, D. M. B. P.; FERRAUDO, A. S.; BARBIERI, D. M.; PEREIRA, G. T.; LA SCALA, N. Soil CO<sub>2</sub> emission and its relation to soil properties in sugarcane areas under Slash-and-burn and Green harvest. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 111, n. 2, p. 190-196, 2011.
- ROSCOE, R.; BUURMAN, P. Tillage effects on soil organic matter in density fractions of a Cerrado Oxisol. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 70, p. 107-119, 2003.
- VELDKAMP, E. Organic carbon turnover in three tropical soils under pasture after deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 1, p. 175-180, 1994.



## PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DE MILHO SAFRINHA EM CONSÓRCIO COM PLANTAS DE COBERTURA

Katiely Aline Anschau, Edleusa Pereira Seidel, Marcos Cesar Mottin, Karine Laiara Lerner, Marcio André Francziskowski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Mestranda, Marechal Cândido Rondon - PR,  
*katy\_aline@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** sistema plantio direto; adubos verdes; *Zea mays*.

Devido à necessidade de que se aumente a produção das áreas agrícolas e ao mesmo tempo se preserve o meio ambiente, buscam-se cada vez mais práticas de conservação do solo. Na região do oeste do Paraná é bastante comum a realização de silagem de milho, que é usada como alimento para a bovinocultura leiteira. Todavia, essa prática deixa pouca cobertura no solo, devido à grande exportação do material vegetal, o que compromete o sistema de plantio direto e as práticas conservacionistas em geral. Para minimizar estes danos práticas como adubação verde, consorciação, e a rotação de culturas devem ser priorizadas.

O consórcio entre culturas produtoras de grãos e forrageiras é possível graças ao diferencial de tempo e espaço, no acúmulo de biomassa entre as espécies, e o milho devido suas características é extremamente favorável a este sistema (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003).

Diante disso o objetivo do trabalho foi avaliar as propriedades físicas do solo e a produtividade de milho safrinha silagem em consórcio com diferentes plantas de cobertura.

O experimento foi conduzido no município de Quatro Pontes – PR. O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), com cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: milho consorciado com braquiária brizantha (*Urochloa brizantha*), braquiária ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*), aveia preta (*Avena strigosa*), e milho solteiro.

A cultura do milho foi semeada mecanicamente no dia 12 de fevereiro de 2014, no sistema de semeadura direta, sendo utilizada a variedade 30F53 da Pioneer. A densidade de semeadura do milho foi de 50 mil plantas por hectare; e o espaçamento utilizado foi de 0,70 metros entre linhas. A adubação de base foi realizada com 310 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15 de nitrogênio, fósforo e potássio; respectivamente. As espécies de forrageiras utilizadas no consórcio foram semeadas manualmente na entre linha da cultura do milho, após 13 dias da semeadura do milho. Para a semeadura das plantas de cobertura utilizou-se 12 kg ha<sup>-1</sup> sementes de *Urochloa brizantha*, 10 kg ha<sup>-1</sup> *Urochloa ruziziensis*, e 80 kg ha<sup>-1</sup> de *Avena strigosa*. Durante a condução do experimento os dados pluviométricos foram coletados mensalmente.

A colheita do milho para silagem foi realizada quando o milho estava no estágio R5 (grãos farináceos). Após o corte do milho para silagem a área foi vedada, e as plantas utilizadas no consórcio permaneceram na área até o mês de agosto, quando foi realizada a avaliação de produção de matéria seca produzida em cada tratamento por meio do quadrado inventário, e em seguida realizada a dessecação da área com 2,75 L ha<sup>-1</sup> de Glifosato.

A avaliação da porosidade total, macroporosidade, microporosidade, densidade do solo e resistência do solo à penetração foram feitas após a dessecação das plantas de cobertura. Para as análises físicas do solo, utilizou-se a metodologia proposta pela Embrapa (1997), coletando amostras



com estrutura preservada em anéis metálicos de volume conhecido, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Para avaliar a resistência do solo à penetração utilizou-se um penetrômetro de impacto modelo Stolf (1991). No momento da avaliação coletaram-se amostras de solo em cada tratamento e nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm para determinação da umidade gravimétrica.

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância considerando um nível de significância de 5 % para o teste F. Quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando o *software* estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

Constatou-se que não houve efeito do consórcio na produção de massa seca da silagem de milho safrinha. Observa-se que a produtividade média de silagem foi de 2.497 kg ha<sup>-1</sup>; sendo este resultado considerado baixo para a região. Em boas condições físico-químicas e climáticas, a produtividade média de silagem de milho, de acordo com resultados obtidos por Pinho et al. (2007), é de 12,4 a 20,0 t ha<sup>-1</sup>, bem acima do verificado neste trabalho. Essa baixa produtividade ocorreu, principalmente, devido ao déficit hídrico ocorrido no início de desenvolvimento da cultura.

Analizando os dados da produção de massa seca das plantas consorciadas, observaram-se diferenças significativas entre os tratamentos utilizados, sendo a maior produção de massa seca foi da aveia preta (3.027 kg ha<sup>-1</sup>), que diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) da produção de massa seca da *Urochloa brizantha* (2.287,84 kg ha<sup>-1</sup>), bem como da testemunha (plantas espontâneas), que obteve a menor produção (892 kg ha<sup>-1</sup>). A aveia aportou ao solo 29,5 % a mais de massa seca em relação a testemunha.

Quanto aos resultados médios para macroporosidade, microporosidade, densidade do solo e resistência do solo a penetração, na área com *Urochloa brizantha*, na camada de 0-10 cm, observou-se os maiores valores de macroporosidade (0,0743 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>), que diferiu estatisticamente da área com aveia (0,0557 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>), e com plantas espontâneas (0,439 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>); porém, estatisticamente igual aos valores proporcionados pela *Urochloa ruziziensis* (0,596 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>). Na camada 10-20 cm observou-se o mesmo comportamento. A ação das culturas de cobertura, devido aos seus sistemas radiculares agressivos e abundantes ao sofrer decomposição, deixam canais que contribuem para a infiltração de água e difusão de gases, melhorando a qualidade física do solo para as próximas cultura.

Os valores de macroporosidade encontrados na testemunha (0,439 e 0,424 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) são baixos, o que indica que existem impedimentos físicos, para o desenvolvimento das raízes. Resultados menores que 1 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> prejudicam o processo de aeração e condução de água no solo (SECCO et al., 2005), o que pode levar a uma redução na produtividade. Para microporosidade, porosidade total e densidade do solo não houve diferença entre os tratamentos utilizados.

Ao analisar a resistência à penetração do solo nas diferentes profundidades é possível constatar que nas camadas 0-5 cm foi estatisticamente diferente das demais profundidades devido a maior ação de raízes na camada superficial. A partir da camada 10 cm houve um acréscimo significativo indicando presença de compactação do solo, pois a maioria dos valores encontra-se acima de 4 MPa, sendo o valor considerado crítico de 2 MPa. A umidade gravimétrica do solo quando foi feita a avaliação foi de 0,23 kg kg<sup>-1</sup>.

Assim é possível concluir que as plantas de cobertura não influenciaram a produtividade de milho safrinha para silagem e promoveram melhorias na macroporosidade do solo, sendo mais evidente na área com braquiárias, e que a maior produção de massa seca das plantas de cobertura foi da aveia.

## Referências

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS, 1997.

FERREIRA, D. F. Departamento de Ciências Exatas – UFLA. Desenvolvido por: **TecnoLivre** – Cooperativa de Tecnologia e Soluções Livres, 2011. Disponível em: (<http://www.dex.ufla.br/>)> . Acesso em: 18 maio 2015.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 131-141, 2003.

PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. de; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. de. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Revista Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.235-245, 2007.

SECCO, D.; DA ROS, C.O.; SECCO, J.K.; FIORIN, J.E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um Latossolo Vermelho Argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.407-414, 2005

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmula de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.229- 235,1991.

## ANÁLISE ESPACIAL DA MATÉRIA ORGÂNICA EM ÁREA IRRIGADA NO SUL DO TOCANTINS SEM REVOLVIMENTO DE SOLO

Marcio Nikkel, Saulo de Oliveira Lima

Universidade Federal do Tocantins, Doutorando, Gurupi - TO, *markel.26@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** geoestatística; pivô central; qualidade de solo.

A irrigação por pivô central é uma opção de irrigação para regiões com estações do ano bem definidas, abundância de água e solos com relevo plano, características encontradas no Tocantins. Segundo o último censo agropecuário realizado no Brasil, em torno de 4.540.000 ha sejam irrigados, destes, em torno de 19,6 % são irrigados por sistemas de aspersão por pivô central. Dependendo do manejo, planejamento e tecnificação é possível realizar até três safras anuais em áreas irrigadas com este modelo (OLIVEIRA; ZOCOLER, 2013). Entretanto, o seu manejo pode provocar danos físicos ao mesmo, resultando em perdas de solo, água, nutrientes por erosão e compactação de solo. A Matéria Orgânica exerce efeitos diretos e indiretos sobre as propriedades do solo, logo, tem grande influência sobre a capacidade produtiva do solo. Em sistemas de cultivo contínuo, a manutenção e melhoria da qualidade do solo é muito importante para garantir a produtividade agrícola e a qualidade ambiental para as gerações futuras. Já geoestatística, é parte da estatística aplicada que trata de problemas referentes às variáveis regionalizadas, as que tem comportamento espacial, mostrando características intermediárias entre as variáveis aleatórias e as determinísticas.

O objetivo deste trabalho é comparar espacialmente, teores de matéria orgânica entre dois pivôs centrais.

O trabalho foi conduzido na Fazenda Universo, município de Sucupira – TO, Brasil. O clima da região é tropical semi-úmido AW com precipitação média anual de 1500 mm. O experimento foi conduzido em duas áreas irrigadas por pivô central, um com 126 ha e outro com 80 ha. Os solos dos pivôs são heterogêneos, possuindo manchas de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e PLINTOSSOLO em relevo plano. O histórico da área do pivô 126 ha se resume a sete anos de produção, sendo cultivado anualmente apenas soja e feijão. Em 2014 foi cultivado milho, feijão e soja. O histórico da área do pivô 80 ha se resume a safras apenas de verão até 2011 quando foi instalado o pivô central, começando a operar em 2012. Após o início de operação, o histórico de área se resume a safras de feijão e soja. Como no pivô 126 ha, 2014 foi o primeiro ano de cultivo de milho, como segunda safra. A primeira coleta de solo foi realizada no mês de março de 2014 após a colheita de soja (primeira safra) e a segunda após a colheita de feijão (terceira safra) em outubro de 2014. O teor de matéria orgânica foi extraído da camada de solo 0,00-0,20 m e determinado pelo método de colorimetria em laboratório. A comparação estatística entre as duas épocas de coleta de solo foram feitas pela estatística clássica usando como método o teste de médias por dados emparelhados. Para geoestatística, foram coletados dados em oitenta e três pontos georreferenciados numa malha amostral de 165 x 150 m, com três repetições. No pivô 126 ha, foram coletados cinquenta e um pontos, no pivô 80 ha, trinta e dois pontos foram coletados, com isso, obtém-se um ponto para cada 2,47 ha. As análises geoestatísticas e confecção de mapas foram realizadas no programa GS+ e Surfer 8, respectivamente.

Valores de matéria orgânica (MO) coletadas em março diferiram dos valores de outubro, as quais revelaram que houve acréscimo de MO. Apesar do solo não ter sido manejado, sem subsolagem ou

gradagem, houve um acréscimo médio de 1,38 % para 1,7 % no pivô 80 ha e de 1,74 % para 1,82 % no pivô 126 ha. Collier et al. (2011) comentam que diversos trabalhos indicam que a manutenção de palha na superfície e o cultivo em solo sem revolvimento resultam em maior aporte de matéria orgânica e nutrientes no sistema. Apesar do acréscimo, apenas no pivô 80 ha o aumento foi estatisticamente significativo pelo teste de médias. Bayer e Scheneider (1999) comentam que a substituição de plantio convencional pelo plantio direto, resultou numa recuperação dos teores de MO, provavelmente devido às menores perdas por erosão e redução da taxa de decomposição da matéria orgânica. Bertol et al. (2001) por sua vez comentam que o sistema de preparo convencional promove um intenso revolvimento do solo na camada superficial, e isso pode favorecer a decomposição da matéria orgânica. Uma hipótese do porquê o pivô 126 ha ter maior teor de matéria orgânica é o fato de estar em produção há vários anos, com safras anuais de soja e feijão, ao contrário do pivô 80 ha, implantado há pouco tempo, com cultivos apenas de verão. Aita e Giacomini (2003) comentam que as características dos resíduos vegetais quanto a sua qualidade, associadas às condições edafoclimáticas locais, alteram a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos. Bortoluzzi e Eltz (2000) citam a qualidade dos resíduos vegetais, sendo: a relação C:N, teor de lignina, manejo da palha e tamanho dos fragmentos como responsáveis pela velocidade de decomposição. Como são áreas irrigadas por pivô central, um micro clima é gerado durante a segunda e terceira safra interferindo na decomposição dos resíduos vegetais, o que resultou na diferença entre os valores de MO das áreas irrigadas. Apesar de a umidade acelerar a decomposição dos restos vegetais, esta pode ter sido compensada pela maior quantidade de cultivos durante as safras, ao longo dos anos, como é o caso do pivô 126 ha, a mais tempo ativo. Quanto ao semivariograma ajustado da matéria orgânica (MO) no pivô 80 ha o modelo gaussiano melhor se ajustou na coleta de março, já em outubro, o melhor ajuste foi do modelo esférico. No pivô 126 ha, em ambas as coletas de solo, o modelo gaussiano teve melhor ajuste. Em desacordo com outros trabalhos com atributos de solo, onde modelos esféricos e exponenciais tiveram melhor ajuste. A respeito do alcance, os valores estão iguais ou abaixo do valor do raio dos respectivos pivôs e acima dos valores do espaçamento da malha amostral, o que é interessante. No Pivô 126 ha, na coleta de março, o alcance foi relativamente baixo, indicando tendência de independência ou ocasionalidade. Sobre o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), no pivô 80 ha, os valores foram 0,97 e 0,92 na coleta de março e outubro respectivamente, já no pivô 126 ha, os valores foram 0,82 em março e 0,95 em outubro. A respeito do avaliador de dependência espacial (ADE), em ambos os pivôs e nas duas épocas de coleta de solo, os semivariogramas ajustados revelaram forte dependência espacial.

O pivô 126 ha apresentou maior teor de MO, contudo, o pivô 80 ha apresentou acréscimo significativo de MO ao solo após 2 safras sucessivas.

## Referências

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 601-612, 2003.
- BAYER, C.; SCHENEIDER, N. G. Plantio direto e o aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo em pequenas propriedades rurais no município de Teutônia, Região das Encostas Basálticas do RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 108-109, jan./fev. 1999.
- BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 555-560, jul./set. 2001.

BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia-preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 449-457, 2000.

COLLIER, L. S.; KIKUCHI, F. Y.; BENÍCIO, L. P. F.; SOUSA, S. A. Consórcio e sucessão de milho e feijão de porco com alternativa de cultivo sob plantio direto. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 306-313, jul./set. 2011.

OLIVEIRA, J. S.; ZOCOLER, J. L. Custos da irrigação e receita líquida do feijoeiro em um sistema pivô central sob variação do comprimento da tubulação de recalque e desnível topográfico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.121-128, 2013.

## ESTUDO TEMPORAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM CAMBISSOLO HÚMICO SUBMETIDO AO CULTIVO AGROFLORESTAL

Janio dos Santos Barbosa, Jonathan dos Santos Fucks, Carla Eloize Carducci, Letícia Salvi Kohn, Kristem Carmo Rosa Silva

Universidade Federal de Santa Catarina, Graduando de Engenharia Florestal, Curitibanos - SC,  
*janio.jsb@gmail.com*.

**Palavras-chave:** qualidade física; porosidade; conservação.

Os sistemas agroflorestais (SAF) são sistemas de uso de terra em que plantas de espécies agrícolas são combinadas com espécies arbóreas sobre a mesma unidade de manejo da terra, tornando-se cada vez mais expressivo a viabilidade do sistema, por se tratar de um manejo conservacionista podendo minimizar as alterações na estrutura do solo que poderiam ocorrer a partir de outras formas de manejo. A caracterização dos atributos físicos do solo pode corroborar se a prática de manejo é viável para implantação de SAF, podendo conferir ao solo efeitos positivos na conformação de sua estrutura. A partir do monitoramento desses atributos, tais como: a densidade e a porosidade, pode-se fazer o planejamento adequado dos sistemas de manejo e uso do solo, visando minimizar as modificações na estrutura do solo que por sua vez interferem na drenagem e produção das culturas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos físicos de um CAMBISSOLO HÚMICO ao longo do tempo sob sistema agroflorestal em Curitibanos, SC. Foram abertas três trincheiras aleatórias para coleta de amostras preservadas de um CAMBISSOLO HÚMICO no primeiro ano de implantação (2014) e no segundo ano (2015) (ambos no primeiro semestre) em duas profundidades: 0-0,05 m e 0,05-0,20 m, submetido a um sistema agroflorestal. Os tratamentos eram compostos por plantas de interesse econômico e espécies nativas: erva-mate (SAF-erva), frutíferas (SAF-fruta), rotação de milho-feijão-mandioca (SAF-agrícola) e, como testemunha uma área sob mata nativa. Foram determinados a densidade global (Ds) pelo método do anel volumétrico, porosidade total (PT) pela equação que descreve a diferença entre a densidade do solo e a de partícula (Dp), microporosidade (Mi) foi determinada a -6 kPa em unidades de sucção e macroporosidade (Ma) foi determinada pela diferença entre a PT e a MI (EMBRAPA, 2011). O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, e as médias foram comparadas ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Por meio da densidade do solo e da porosidade total detectaram-se alterações na estrutura do solo dentro dos fatores testados. A Ds aumentou significativamente de um ano para outro, particularmente na profundidade de 0-0,05 m e, entre os tratamentos avaliados seguiu a ordem: SAF-erva = SAF-agrícola < Mata Nativa < SAF-fruta. Em relação ao estudo da porosidade foi possível verificar que as maiores alterações dentro dos fatores avaliados (ano, tratamento e profundidade) ocorreram para a PT e Mi. Os maiores valores de PT ocorreram na Mata Nativa e SAF-fruta na profundidade de 0,05-0,20 m, porém essa variável aumentou ao longo do tempo, o que demonstra que os sistemas agroflorestais melhoram ou mantem a qualidade física do solo próxima da condição ideal (LOSS et al., 2009) atuando como sistema conservador de solo e água. Na Mi houve discreto aumento entre os tratamentos com maiores valores para SAF-fruta = Mata Nativa = SAF-agrícola > SAF-erva. O aumento da microporosidade contribui para a maior retenção de água no solo, visto que esses são os responsáveis por armazenar e disponibilizar a água no solo (CARDUCCI et al., 2013). Apesar de o sistema agroflorestal ser recente, menos de dois anos de

implantação, o mesmo já apresentou modificações significativas e benéficas à estrutura do solo, como observado nos valores de porosidade. O uso de diferentes plantas agrícolas associadas às arbóreas nativas (Araucária e Bracatinga) estão contribuindo para a manutenção da qualidade física desse Cambissolo semelhante a sua condição em área preservada, o que de acordo com Loss et al. (2009), esses sistemas agroflorestais contribuem para um desenvolvimento ecológico sustentável, visando a produção das culturas econômicas, sem a degradação do solo. O sistema agroflorestal apesar de novo está favorecendo a maior retenção de água no solo, pelo aumento da microporosidade.

## Referências

- CARDUCCI, C. E.; OLIVEIRA, G. C.; ZEVIANI, W. M.; LIMA, V. M. P.; SERAFIM, M. E. Retenção de água e distribuição bimodal de poros em solos sob sistema intensivo de manejo. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 2, p. 291- 302, 2013.
- EMBRAPA, 2011. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análises do solo**. Embrapa solos. 230p.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L.H.C. & SILVA, E.M.R. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.44, n.1, p.68-75, 2009.



## NÍVEL DE TRÁFEGO E SUA RELAÇÃO COM O TEOR DE ÁGUA DE UM NITOSSOLO VERMELHO

David Peres da Rosa, Marcos Longaretti, Arthur Zancan, Junior Verardi, Andrei do Prado Zapani

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão, Professor,  
Sertão - RS, [david.darosa@sertao.ifrs.edu.br](mailto:david.darosa@sertao.ifrs.edu.br).

**Palavras-chave:** trator; resistência do solo; física do solo.

Na produção de grãos, um dos fatores limitante está na compactação física. O processo de compactação resulta no aumento da densidade e da microporosidade do solo, que repercutem na redução da macroporosidade e porosidade total do solo. Tais problemas reduzem a disponibilidade do oxigênio no solo que é armazenado nos macroporos; importante para manutenção das atividades dos microrganismos aeróbios, e reduz a área explorada pelas raízes (MORAES et al., 2012), advento do aumento da resistência e da densidade do solo. Estes problemas são potencializados pelo tráfego de máquinas e implementos agrícolas, e, em condições de elevado teor de água no solo aumenta ainda mais os efeitos citados anteriormente, bem como, geram a queda na produtividade.

No norte do estado do Rio Grande do Sul, no período de semeadura e colheita das culturas de verão, os solos encontram-se grande parte do tempo com o teor de água acima do ponto de friabilidade, em virtude da alta precipitação que ocorre nesta época do ano, gerando assim à degradação estrutural do solo, que, aliada ao tráfego de máquinas, contribui ainda mais para a manifestação dos efeitos danosos da compactação. Segundo Håkansson (2005), independentemente do tipo de operação agrícola, a degradação dos atributos físicos do solo ocorre sempre quando há tráfego em solo com teores de água inadequados.

A principal fonte da compactação, é o tráfego das máquinas, dentro dessa temos a intensidade como agravante dos problemas. Wood et al. (1993) constataram que o tráfego de quatro passadas paralelas de uma carreta graneleira acarretou em decréscimos de até 50 % na porosidade e permeabilidade nas profundidades de 0,20 a 0,40 m, quando comparados com o efeito provocado por uma única passada. No entanto, há poucas pesquisas no Brasil sobre o efeito da intensidade de tráfego no solo, em especial combinadas a distintos teores de água do solo, e nesse contexto que objetivo desse trabalho foi quantificar o efeito da intensidade de tráfego em elevada condição de umidade na resistência de um NITOSSOLO VERMELHO.

O experimento foi implantado em novembro de 2015, na área experimental do IFRS – Campus Sertão, em NITOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2006). O solo passou por uma gradagem pesada (prof. de 15 cm) e subsolagem (profundidade de 30 cm) em maio de 2015 para homogeneizar as camadas quanto a estrutura física e química.

Para avaliar o efeito do tráfego no solo, o mesmo foi totalmente trafegado nas diferentes intensidades e nos dois teores de água no solo, isto ocorreu na implantação do experimento, após isso, foi realizado tráfego na semeadura e colheita, sendo que as coletas das informações dessa pesquisa ficaram fora da área de tráfego das operações citadas. Os tratamentos à campo foram distribuídos em blocos ao acaso com parcelas (8 x 21 m) subdivididas, sendo o tratamento 1 (parcela) o teor de água do solo no momento do tráfego, e fator 2 (subparcela) o nível de tráfego. Os teores de água em estudo foram muito úmido e capacidade de campo (testemunha), já o fator 2, foi: 2, 4 e 8 passadas de um

trator 4 x 2 TDA com os pneus 13.6-32 mais pulverizador, totalizando 5,67 Mg. O teor de água muito úmido foi atribuído após um dia de um evento pluviométrico acima de 30 mm.

Para qualificação do experimento foi mensurada a resistência mecânica do Nitossolo à penetração (RP) realizada no solo em capacidade de campo através de um penetrômetro digital da marca Falker®. A RP foi mensurada em transecto, para tal, foram realizadas sete (7) leituras equidistantes a 5 cm. Tais dados foram coletados até 30 cm. Para avaliação desse dado foram confeccionados mapas de isolinhas, e, bem como, foi realizado uma comparação das RPs medidas ao longo do transecto nas camadas: 1-5 cm, 6-10 cm, 11-15 cm, 16-20 cm, 21-25 cm, 26-30 cm.

O mapa de isolinhas foi confeccionado no *software* Surfer 10, para tal foi realizado a krigagem dos dados e após a confecção dos mapas. A avaliação estatística constou de uma análise estatística descritiva, teste de normalidade, análise de variância e teste de comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro, todas realizadas pelo *software* Assitat 7.7 beta.

Ao longo das camadas em estudo, a RP foi menor no teor de água em capacidade de campo (CC), na medida que foi aumentando o nível de tráfego nessa condição, a resistência foi elevando, isso, no geral ocorreu na condição de elevado teor de água do solo (MU). Ao longo das camadas, após 16 cm não há mais interação entre o nível de tráfego com teor de água do solo no tráfegamento, o que aponta para concentração das tensões geradas no tráfego nas camadas mais superficiais.

Na camada 1-5 cm não houve diferença entre os níveis de tráfego na condição MU, apenas na condição CC, demonstrando aumento de 0,66 MPa para 1,3 MPa, respectivo ao T0 e T2, o T1 não diferiu do T2, demonstrando que nessa camada as alterações impostas pelo rodado foram maiores na primeira passada.

Na camada de 6-10 cm a RP sofreu um aumento de 0,47 à 1,06 MPa, corroborando a Håkansson (2005), que é uma das camadas de maior concentração das tensões do tráfego. Abreu et al. (2004) relatam que a RP é o parâmetro de maior sensibilidade na detecção da compactação do que a densidade do solo e a porosidade, especialmente para camadas de solo pouco espessas.

Avançando no perfil, de 11-15 cm a RP no T0 diferiu entre os teores de água, não diferindo entre os níveis de tráfego, demonstrando maior resistência na condição MU, 2,58 MPa contra 1,37 MPa do CC, isto aponta para uma restrição ao desenvolvimento de raízes na primeira condição.

Nos mapas de RP, avaliação mais macro do parâmetro, demonstra realmente a concentração das tensões geradas pelo tráfego de 9-18 cm, aproximadamente, tal fato deve ser controlado pois é a área de atuação das raízes. Em solo do Pampa Argentino, Botta et al. (2016) encontraram que após 3 anos, o tráfego de uma colhedora com elevada pressão de inflação dos pneus gerou compactação das camadas de 0-20 cm, expresso pela maior RP, sendo que o aumento da pressão do tráfego gerou redução da massa seca de planta no primeiro cultivado da área.

Dentre os mapas de RP, o que apresentou condições mais restritivas ao desenvolvimento de plantas (> 2,0 MPa) foi o a condição de tráfego Mu no nível T0, com regiões de 3,0 MPa entre 8-18 cm, no entanto, os demais apresentam similaridade das resistências, variando de 1,6 a 2,2 MPa, apontando que o tráfego de 5,6 Mg mesmo em condições de elevada umidade condiciona condições restritivas a planta, contudo, com esse peso, a intensidade de tráfego na gera elevados incrementos da resistência.

O Tráfego de um conjunto trator combinado a um pulverizador de 5,67 Mg de peso, em condições de elevada umidade geram resistência restritiva no desenvolvimento de plantas a partir 8 a 18 cm, sendo que a intensidade de tráfego de 2, 4 e 8 não ampliaram esse efeito.

## Referências

- ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v.28, p.519-531, 2004.
- BOTTA, G.F.; TOLÓN-BECERRA, A.; RIVERO, D.; LAUREDA, D.; RAMÍREZ-ROMAN, M.; LASTRA-BRAVO, X.; AGNES, D.; FLORES-PARRA, I.M.; PELIZZARI, F.; MARTIREN, V.; Compactión produced by combine harvest traffic: Effect on soil and soybean (*Glycine max* L.) yields under direct sowing in Argentinean Pampas. **European J. Agro.**, v.74, p.155-163, 2016.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: 2. ed. rev. atual. EMBRAPA, 1997. 212p.
- HÅKANSSON, I. **Machinery-induced compaction of arable soils: incidence, consequences, counter-measures**. Uppsala, Sweden: Dept. of Soil Sciences, Division of Soil Management. 2005. 153p.
- MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. & SILVA, V. R. Correction of resistance to penetration by pedofunctions and a reference soil water content. **R. Bras. Ci. Solo**, v.36, p.1395-1406, 2012.
- WOOD, R.K.; REEDER, R.C.; MORGAN, M.T.; HOLMES, R.G. Soil physical properties as affected by grain cart traffic. **Trans. of the ASAE**, v.72, p.709-712. 1980.

## GLOMALINA E CARBONO ORGÂNICO DE AGREGADOS SOB DIFERENTES MANEJOS AGROECOLÓGICOS

Celeste Queiroz Rossi, Marcos Gervasio Pereira, Octávio Vioratti Telles de Moura

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Pós-doutoranda, Seropédica - RJ,  
*celesteqrossi@yahoo.com.br*.

**Palavras-chave:** sistemas agroflorestais; agregados biogênicos; via de formação de agregados.

A utilização de práticas conservacionistas de manejo do solo tem recebido grande ênfase, basicamente no que se refere à manutenção e à melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos dos solos cultivados e suas implicações no rendimento das culturas. Os atributos edáficos podem ser utilizados para avaliar a relação entre o manejo e a qualidade do solo. Dentre esses atributos pode-se destacar a agregação que está diretamente ligada com a estrutura do solo.

O conteúdo de matéria orgânica do solo funciona como agente de formação e estabilização dos agregados no solo. A glomalina é considerada uma proteína estável e abundante no solo, e está diretamente relacionada com a agregação do solo (NICHOLS; WRIGHT, 2005). Essa proteína é bastante sensível às alterações no uso do solo, podendo ser um importante indicador de qualidade. A alta taxa de colonização das plantas vasculares por fungos micorrízicos faz com que a glomalina seja detectada em grande quantidade em diversos tipos de solo (WRIGHT; UPADHYAYA, 1998). A GFE (glomalina facilmente extraível) representa a fração recentemente depositada que ainda não foi submetida a transformações bioquímicas no solo, já a GT (glomalina total) apresenta-se fortemente estabilizada junto às argilas (WRIGHT et al., 1996). O objetivo desse trabalho foi avaliar os teores de carbono orgânico total (COT), e os teores de glomalina facilmente extraível e glomalina total de agregados formados por diferentes vias e manejos agroecológicos.

O estudo foi realizado na área do Sistema Integrado de Produção Agroecológica – SIPA, denominado “Fazendinha Agroecológica do km 47”. A área está localizada na Embrapa Agrobiologia, em Seropédica, no Estado do Rio de Janeiro, situada na latitude 22° 45’S, longitude 43° 41’W Grw e altitude de 33 metros, sendo o clima incluído na classificação de Köppen como do tipo Aw. O solo onde foi realizado o estudo foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (SANTOS et al., 2013) sendo rotineiramente cultivado com oleráceas e frutíferas. A coleta foi realizada em maio de 2014. Foram selecionadas cinco áreas, a saber: A) Sistema Agroflorestal (SAF), com dez anos de implantação; B) Cultivo perene com 15 anos de café em pleno sol (C-SOL); C) Cultivo perene com 15 anos de café sombreado com *Gliricidia* (C-SOM); D) Cultivo em aleias com 10 anos de flemíngia com vagem (AL-FLE); E) Plantio direto com seis anos de milho (PD).

Para o estudo da gênese, foram utilizados os agregados retirados na profundidade de 0-0,5 m, contidos em peneiras com malha entre 9,7 a 8,0 mm. Para determinação da contribuição relativa em massa foram pesados 100 g de agregados de cada repetição e área. Estes foram observados sob lupa e separados à mão de acordo com padrões morfológicos segundo as definições de Bullock et al. (1985). O carbono orgânico total (COT) foi determinado por oxidação quente com dicromato de potássio com concentração (0,167 mol L<sup>-1</sup>) e titulação com sulfato ferroso amoniacal (0,20 mol L<sup>-1</sup>), segundo Yeomans e Bremner (1988). A extração da proteína do solo relacionada à glomalina (PSRG), frações denominadas glomalina total (GT) e glomalina facilmente extraível (GFE), foi realizada pelo

método de Bradford (1976). Os resultados analisados como delineamento inteiramente casualizado, com cinco sistemas de produção com 4 repetições cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e os valores médios, quando significativos, comparados entre si pelo teste Scott Knott a 5 % de probabilidade.

Não foram observadas diferenças significativas entre as composições relativas dos agregados formados pelas diferentes vias entre as áreas avaliadas. No entanto, houve uma predominância dos agregados intermediários independente dos sistemas de manejo na profundidade estudada. Não foram verificadas diferenças nos teores de COT entre os tipos de agregados em cada área estudada, isso pode ser um reflexo de que todos os sistemas estudados são conservacionistas e promovem o acúmulo e a manutenção do COT no solo. Entre os sistemas avaliados, observaram-se os maiores teores de COT nas áreas C-SOL e C-SOM, seguidas pelas áreas de SAF e AL-FLE e os menores teores na área de PD para os agregados biogênicos. Esses resultados podem ser explicados pelo tempo de implantação do sistema, as áreas de café são as mais antigas entre as áreas estudadas, com 15 anos de implementação. Na área sombreada (C-SOM) além da contribuição do café no aporte de MO no solo, ainda é observada a cobertura da *Gliricidia* e na área de café em pleno sol (C-SOL) é mantida a vegetação de gramínea nas entrelinhas do café, que além de ajudar na manutenção da umidade do solo também contribui de forma bastante eficiente no aporte de carbono ao solo, tanto em superfície quanto em subsuperfície.

Os teores de glomalina facilmente extraível (GFE) variaram entre 32,1 e 44,0 mg kg<sup>-1</sup> solo. O maior teor da GFE foi verificado nas áreas de SAF e C-SOL nos agregados intermediários e nos agregados biogênicos e fisiogênicos. Apenas o sistema de PD mostrou resultados inferiores aos demais avaliados na profundidade de 0-0,05 m. Os teores de glomalina total (GT) variaram entre 109,5 e 217,0 mg kg<sup>-1</sup> solo. Os maiores valores foram verificados na área de C-SOL e os menores no sistema de PD nos agregados biogênicos, intermediários e fisiogênicos. Esses dados corroboram com os dados de COT, onde os menores teores foram sempre verificados no sistema de PD. Os sistemas de café em pleno sol e café sombreado favorecem o aumento das proporções de agregados biogênicos no solo, do conteúdo de carbono orgânico total e glomalina total do solo até 0,05 m de profundidade, o que mostra a importância dos sistemas conservacionistas para o acúmulo e manutenção o carbono e de glomalina e favorece uma melhor agregação do solo.

## Referências

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for micorrhizal association with barley on sewage-amended plots. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 20, p.945-948, 1976.

NICHOLS, K. A.; WRIGHT, S. F. Comparison of glomalin and humic acid in eight native US soils. **Soil Science**, Madison, v.170, p.985-997, 2005.

SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS; OLIVEIRA, V. A. DE; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

WRIGHT, S.; UPADHYAYA, A. A. Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein of arbuscular mycorrhizal fungi. **Soil Science**, Baltimore, v.161, p.575-586, 1996.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476, 1988.

WRIGHT, S. F.; UPADHYAYA, A. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glicoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and Soil**, The Hague, v.198, p.97-107, 1998.

## ENERGIA ULTRASSÔNICA NA AVALIAÇÃO DA AGREGAÇÃO DE SOLOS SOB SISTEMA DE MANEJO CONSERVACIONISTA

Érika Andressa da Silva, Laura Beatriz Batista de Melo, Geraldo César de Oliveira

Universidade Federal de Lavras, Professora Substituta do Departamento de Ciência do Solo, Lavras - MG,  
*erika.silva@dcs.ufla.br*.

**Palavras-chave:** ultrassom; índice de desagregação; manejo do solo.

Sistemas de manejo considerados conservacionistas influenciam na dinâmica da agregação dos solos, particularmente aqueles que condicionam o aumento de matéria orgânica e de íons floclulantes. Objetivou-se com este trabalho, avaliar a desagregação pela aplicação de energia ultrassônica, de unidades estruturais de solos com mineralogia distintas, após 5 anos da implantação de um sistema de manejo que adota práticas conservacionistas do solo no cultivo do cafeeiro. Amostras foram coletadas, em triplicata, nas camadas de 0,0-0,20, 0,20-0,40, 0,40-0,60 m de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico e de um CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico Tb típico, sob cultivo de cafeeiro em manejo conservacionista e mata nativa. Amostras de 5 g de agregados de tamanho 4,76 e 7,93 mm foram submetidas a níveis crescentes de energia ultrassônica (0,0; 2,2; 6,4; 12,8; 25,5; 51; 76,5 J mL<sup>-1</sup>). Este procedimento possibilitou a determinação, em cada nível de energia específica aplicado, do índice de desagregação (ID), obtido pela relação (silte + argila em g)/amostra original (g), e também o índice de desagregação normalizado (IDN) pela relação ID/IDmáximo (SÁ et al., 1999). Os gráficos de desagregação foram plotados em função da energia correspondente para dispersão de cada amostra. Em seguida as curvas de dispersão foram linearizadas obtendo-se uma equação do tipo  $y = a + bx$ . O índice de desagregação foi obtido dividindo-se os termos  $b/a$  da equação (SÁ et al., 1999). Os dados de índice  $b/a$  foram submetidos à análise de variância e quando pertinente ao teste de médias (Scott-Knott), ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando o *software* Sisvar (FERREIRA, 2011). Verificaram-se maiores valores de índice  $b/a$  nas camadas de 0,0-0,20 m e 0,20-0,40 m do Latossolo sob mata nativa, ou seja, o preparo profundo (sulcamento à 60 cm) e as práticas de manejo subsequentes, como adição de gesso (fonte de íons floclulantes como cálcio) e deposição de restos da braquiária (matéria orgânica) na linha de cultivo contribuíram para melhorias na agregação desse solo. Em outras palavras, o manejo conservacionista contribuiu para a formação de agregados mais estáveis nesse Latossolo. Por outro lado, no Cambissolo, observou-se maior desagregação do solo sob manejo, sendo que a dispersão total dos agregados ocorreu na camada de 0,40-0,60 m. A maior desagregação nesta camada, mesmo em baixos níveis de energia (6,4 J mL<sup>-1</sup>), reflete a presença do horizonte Cr, que apresenta estrutura fracamente desenvolvida, devido principalmente aos elevados teores de silte. É importante enfatizar que a desagregação destes solos também pode estar relacionada à sua mineralogia, sendo a gibsitita dominante no Latossolo, a responsável pela formação de agregados muito pequenos, porém muito estáveis, que exigiram elevados níveis de energia para sua completa dispersão, enquanto no Cambissolo, a caulinita é o mineral dominante condicionando a formação de agregados bem menos resistentes, que se desfizeram quando baixos níveis de energia ultrassônica foram aplicados. Em suma, observou-se pelos IDN, que o Cambissolo se apresentou como o solo mais susceptível à desagregação, carecendo, portanto de cuidados especiais no que se refere à vulnerabilidade aos processos erosivos, salientando que esta classe de solo está localizada em áreas mais declivosas da paisagem.

## Referências

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ci. Agrotec.** n.35, p.1039-1042, 2011

SÁ, M.A.C. de; LIMA, J.M. de; SILVA, M.L.N.; DIAS JUNIOR, M.S. Índice de desagregação do solo baseado em energia ultra-sônica. **R. Bras. Ci. Solo.** n.23, p.525-531, 1999



## INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO SOBRE A PRODUTIVIDADE DA BATATA-DOCE

Amarílis Beraldo Rós

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pesquisadora Científica, Presidente Prudente - SP,  
[amarilis@apta.sp.gov.br](mailto:amarilis@apta.sp.gov.br)

**Palavras-chave:** Ipomoea batatas; preparo reduzido; plantio direto.

A cultura da batata-doce é produzida em todas as regiões brasileiras e seu cultivo ocorre após intenso revolvimento do solo por meio de aração, gradagem e confecção de leiras. No entanto, a utilização de práticas de manejo do solo que demandam menor revolvimento do mesmo e mantêm restos culturais na superfície promove diminuição significativa da perda do recurso por erosão hídrica e contribui para a manutenção da umidade no solo, mas estudos sobre cultivo de espécies vegetais cuja parte comercial é subterrânea em solos não revolvidos são escassos e controversos.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar o impacto de sistemas de preparo do solo na produtividade de raízes tuberosas de batata-doce cultivado neste solo.

O trabalho foi conduzido em Presidente Prudente-SP, em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, com relevo suave ondulado, ocupado a mais de 10 anos por pastagem de *Urochloa decumbens*, sem revolvimento do solo nesse período. Na camada de 0,00-0,20 foram encontrados 960 g kg<sup>-1</sup> de areia, 20 g kg<sup>-1</sup> de silte e 20 g kg<sup>-1</sup> de argila.

Toda a área experimental foi preparada por meio do uso de arado de disco e grade niveladora para uniformização da área 50 dias antes da instalação do experimento. Para a eliminação da pastagem foi aplicado glifosato 15 dias antes da implantação do experimento. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, esquema de parcelas subdivididas, com sete repetições. As parcelas foram constituídas por cinco tratamentos: preparo com aração e gradagem (PAG), preparo com aração, gradagem e confecção de leira (PAG+L), confecção de leiras sem revolvimento prévio do solo (Leira), preparo reduzido (PR) e preparo reduzido com palha superficial (PRCP). As subparcelas foram constituídas por quatro épocas de coleta: 90, 120, 150 e 180 dias após plantio da batata-doce.

O PAG foi realizado por meio de uma aração com arado de disco, a uma profundidade entre 0,25-0,30 m, seguida de uma gradagem niveladora. O PAG+L foi realizado da mesma maneira que PAG, mas após aração e gradagem foi realizado o levantamento de leiras com sulcador. Em Leira houve confecção de leiras com sulcador sem revolvimento prévio do solo. No PR houve movimentação do solo apenas nas covas de plantio. E no PRCP, realizado da mesma maneira que PR, foi inserida palha de *U. decumbens* proveniente de área vizinha na superfície do solo dois dias após o plantio, na quantidade de 15,5 t ha<sup>-1</sup>.

Cada parcela experimental de 16,2 m<sup>2</sup> apresentou três leiras/linhas distanciadas 0,9 m onde foram plantadas 20 ramas de 0,3 m cada, oriundas de ponteiros de plantas de batata-doce, espaçadas a cada 0,3 m, o que correspondeu a 37.000 plantas ha<sup>-1</sup>. As ramas foram plantadas 10 dias após o preparo do solo nas parcelas, quando o solo apresentou umidade adequada. A variedade Londrina foi utilizada.

O plantio nos tratamentos com confecção de leiras, que tiveram altura de aproximadamente 0,35 m, foi realizado com abertura manual de orifício com 0,08 m de profundidade, colocação vertical da base da rama e enterrio também manual. Nos demais tratamentos, o sulco de plantio com cerca de

0,08 m de profundidade por aproximadamente 0,04 m de largura foi aberto com o auxílio de uma haste de bambu com ponta em forma de cone, com posterior colocação vertical da base da rama e enterrio manual. A área útil foi constituída pela porção de solo que continha as 18 plantas centrais da leira/linha do meio.

Foram avaliadas as produtividades total e comercial de raízes tuberosas. Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância e as médias foram ajustadas a equações de regressão polinomial.

Como resultado, foi verificado que houve interação entre os tratamentos preparo de solo e época de coleta para as variáveis produtividades total e comercial de raízes tuberosas de batata-doce. As produtividades total e comercial nos cinco sistemas de preparo apresentaram resposta estimada segundo modelo linear, apresentando maiores valores com o aumento do período de manutenção das plantas no campo. O incremento na produtividade deve-se ao aumento da massa fresca individual de raízes tuberosas e à tuberação de outras raízes ao longo do tempo. Aos 90 DAP, foi verificado que, nos preparos sem revolvimento (PRCP e PR), as produtividades total e comercial foram inferiores às obtidas nos preparos com revolvimento de solo (Leira, PAG+L e PAG). Os valores obtidos em PRCP, PR, Leira, PAG+L e PAG para produtividade total foram, respectivamente, 10,2; 10,3; 13,8; 15,5 e 17,6 t ha<sup>-1</sup>, e para produtividade comercial foram respectivamente 5,8; 7,1; 11,2; 12,3 e 14,5 t ha<sup>-1</sup>.

Com o passar do tempo, essa diferença diminuiu entre os tratamentos na produtividade total tornando os valores próximos aos 180 DAP, sendo de 49,4; 45,8; 48,0; 45,6 e 47,3 t ha<sup>-1</sup> para PRCP, PR, Leira, PAG+L e PAG, respectivamente. Esse resultado difere do verificado no trabalho de Rós et al. (2013), no qual a diferença entre as produtividades totais de raízes tuberosas em solo preparado sobre aração, gradagem e confecção de leiras e solo sob preparo reduzido foi sendo ampliada com o tempo.

Quanto à produtividade comercial, os valores verificados em Leira e PAG+L distanciaram-se dos obtidos em PRCP e PR com a ampliação da época de colheita, sendo que os tratamentos com confecção de leiras (Leira e PAG+L) apresentaram produtividade comercial superior a 160 % da produtividade verificada em área não revolvida, aos 180 DAP, sendo os valores 23,6; 20,3; 38,6; 38,9 e 27,3 t ha<sup>-1</sup> para PRCP, PR, Leira, PAG+L e PAG, respectivamente. PAG apresentou valores intermediários entre os manejos sem revolvimento e aqueles com confecção de leiras.

A produtividade total verificada no presente trabalho difere dos resultados obtidos nos trabalhos de Anikwe e Ubochi (2007), Agbede (2010) e Rós et al. (2014), os quais constataram que o plantio em solo revolvido resulta em maior produtividade de raízes tuberosas de batata-doce em relação ao plantio em solo não revolvido. Agbede e Adekiya (2013), de maneira semelhante aos autores supracitados, constataram que o preparo do solo por meio de aração, gradagem e confecção de leiras promove maior produtividade de inhame que aração e gradagem e plantio direto, o que foi justificado pela menor densidade de solo do primeiro tratamento.

Dessa forma, pode-se concluir que a confecção de leiras, precedida ou não por preparo por meio de aração e gradagem, promove maiores produtividades total e comercial de raízes tuberosas de batata-doce em relação ao preparo reduzido e preparo por meio de aração e gradagem.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo suporte financeiro que permitiu a realização desse trabalho.

## Referências

AGBEDE, T.M. Tillage and fertilizer effects on some soil properties, leaf nutrient concentrations, growth and sweet potato yield on an Alfisol in southwestern Nigeria. **Soil Tillage Res.**, v. 101, n. 1, p. 25-35, 2010

AGBEDE, T.M.; ADEKIYA, A.O. Soil properties and yam yield under different tillage systems in a tropical Alfisol. **Arch. Agron. Soil Sci.**, v. 59, n. 4, p. 505-519, 2013.

ANIKWE, M.A.N.; UBOCHI, J.N. Short-term changes in soil properties under tillage systems and their effect on sweet potato (*Ipomea batatas* L.) growth and yield in an Ultisol in south-eastern Nigeria. **Soil Res.**, v. 45, n. 5, p. 351-358, 2007.

RÓS, A.B.; TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G.M.C. Produtividade da cultura da batata-doce em diferentes sistemas de preparo do solo. **Bragantia**, v. 72, n. 2, p. 140-145, 2013.

RÓS, A.B.; TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G.M.C. Produtividade de raízes tuberosas de batata-doce em diferentes sistemas de preparo do solo. **Ci. Rural**, v. 44, n. 11, p. 1929-1935, 2014.

## CARBONO E ESTABILIDADE DE AGREGADOS EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA E LAVOURA-PECUÁRIA

Josiane Burkner dos Santos<sup>1</sup>, Lutécia Beatriz dos Santos Canalli<sup>1</sup>, Laíse da Silveira Pontes<sup>1</sup>,  
Fabiana Lais Rogiski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Pesquisadora, Ponta Grossa - PR, [santosjb@iapar.br](mailto:santosjb@iapar.br);

<sup>2</sup>Faculdades Integradas Vale do Iguaçu.

**Palavras-chave:** tamizamento; estabilização; agregação.

Os sistemas ILPF e ILP podem ser entendidos como estratégias conservacionistas que buscam a produção sustentável. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e lavoura-pecuária com adubação nitrogenada resultam em maior estoque de carbono orgânico no solo e maior estabilidade dos agregados quando comparados aos mesmos sistemas sem adubação nitrogenada e apresentam valores próximos à condição de solos de campo nativo da região dos Campos Gerais. O sombreamento ocasionado pelo sistema integração lavoura-pecuária-floresta pode interferir e modificar os teores de carbono no solo e os índices de agregação. O objetivo do trabalho foi estudar as contribuições dos sistemas integrados de produção, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e integração lavoura-pecuária (ILP), no estoque de carbono orgânico do solo e na estabilidade de agregados.

O experimento foi conduzido num LATOSSOLO VERMELHO em Ponta Grossa – PR. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e integração lavoura-pecuária (ILP), sem e com nitrogênio (0 e 300 kg ha<sup>-1</sup>), em três profundidades (0-5, 5-10 e 10-20 cm) e no tratamento ILPF com três distâncias do renque de árvores (2, 6 e 10 m) e o campo nativo (CN) em três profundidades (0-5, 5-10 e 10-20 cm) como referência da vegetação natural da região dos Campos Gerais. As amostras foram submetidas ao método de combustão seca para determinar o carbono orgânico total (COT) do solo e ao tamisamento a úmido para determinar os parâmetros diâmetro médio geométrico (DMG), diâmetro médio ponderado (DMP) e índice de estabilidade dos agregados (IEA). Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade, com o uso do *software* free Sisvar Versão 5.3. Para a comparação dos sistemas com o campo nativo foi utilizado o teste t.

Na camada de 0-5 cm não se observou diferenças entre os tratamentos para COT, DMP, DMG e IEA. Na profundidade 5-10 cm o sistema ILPF apresentou valores de COT inferiores aos demais sistemas e na camada 10-20 cm o ILP foi superior ao CN. O acréscimo ao estoque de C na profundidade de 10-20 cm proporcionado pelo sistema ILP pode ser atribuído à eficiência da produção de raízes pela poácea aruana.

Salton et al. (2008) observaram relação direta entre o COT e o DMP, principalmente em área de pastagem permanente. Hickmann e Costa (2012) também constataram em média, 82 e 64 % mais COT nas profundidades 0-10 e 10-40 cm, respectivamente, na classe de macroagregados comparado a classe de microagregados. Pode-se então supor que no sistema ILP o solo está em uma fase de transição na reestruturação dos agregados do solo com o processo não apresentando valores maiores de DMP, DMG e IEA enquanto os estoques de C já apresentaram aumento em seus valores.

O IEA apresentou diferença entre os tratamentos apenas na profundidade 5-10 cm, apresentando

o ILPF valores superiores ao CN. De acordo com Castro Filho et al. (1998) quanto maior a quantidade de agregados < 0,25 mm menor será o IEA. A partir daí pode-se inferir que nessa camada o CN tem maior quantidade de agregados < 0,25 mm comparativamente ao ILPF. Nesta profundidade o CN apresentou maiores estoques de COT em comparação ao ILPF. Entretanto o IEA do CN foi inferior ao do ILPF, demonstrando uma relação inversa entre C e IEA, desvelando que o ILPF tem processos mais acelerados comparativamente ao CN, no entanto o aumento do IEA nesse sistema expressa um direcionamento dos estoques de carbono para a proteção física do mesmo nessa profundidade.

No sistema ILPF, considerando a distância do renque e a adubação nitrogenada, os resultados demonstraram que não houve diferenças na profundidade 0-5 cm. É possível constatar que os estoques de C não aumentaram no ILPF na camada superficial com a aplicação de N. Podendo ser em função da ausência do pastoreio da área pelos animais e do corte do pasto simulando o pastejo. Esses resultados demonstram que o retorno do resíduo tanto na forma de dejetos (fezes e urina) quanto pela deposição do resíduo cultural é imprescindível para a manutenção dos estoques de C.

Na profundidade 10-20 cm foram observadas diferenças no sistema ILPF entre os tratamentos sem e com adubação nitrogenada na distância 10 m. O tratamento com N foi o que obteve maior valor de COT no solo nesta profundidade. Salton (2005) constatou maior aporte de C ao solo em pastagens com suprimento de nitrogênio e Lovato (2001) observou na camada 0-30 cm um aumento do carbono orgânico do solo em função da adubação nitrogenada, do mínimo revolvimento do solo e com a presença de culturas que apresentam elevadas adições de resíduos.

Na camada de 5-10 cm observou-se diferença apenas no IEA entre os tratamentos ILPF D1 N2 e ILPF D2 N1, sendo que o último apresentou valor superior ao primeiro. Na ausência de adubação nitrogenada é possível perceber que o IEA na distância de 6 m (D2) aumentou com a diminuição do estoque de carbono, contestando a hipótese. Salton et al. (2008) concluíram que a estabilidade de macroagregados está relacionada diretamente com o estoque de carbono orgânico do solo. Nesta camada, os tratamentos sem adubação nitrogenada apresentaram os maiores valores no parâmetro IEA, sugerindo que o aporte de N acelerou os processos não favorecendo a manutenção da deposição de carbono, no entanto outros processos aumentaram a agregação.

Esses resultados permitem deduzir que os estoques de C não tem aumentado significativamente na profundidade 5-10 cm com o acréscimo de N no sistema ILPF, e que o IEA diminui com o acréscimo do mesmo. O sombreamento no sistema ILPF pode estar interferindo negativamente na velocidade de decomposição dos resíduos e seu consequente aporte de C para o solo.

Na camada 10-20 cm foram observadas diferenças no DMP e no DMG, sendo que os tratamentos sem adubação apresentaram valores inferiores aos com adubação de 300 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, resultado que pode ser em função de os estoques de C e a estrutura dos agregados nesta profundidade estarem mais protegidos. A camada 10-20 cm apresentou o maior estoque de COT no solo.

Considerando os resultados de COT e IEA que contradizem a hipótese e outros trabalhos citados acima, os dados obtidos podem ser decorrentes da ausência de animais, distância mínima entre os renques arbóreos e complexidade do sistema solo-planta.

A ausência de animais nas áreas de ILPF e ILP possivelmente interferiu nos resultados, principalmente no estoque de COT do solo, pelo fato de o material vegetal não retornar ao solo através de fezes e urina dos animais. De forma semelhante, o grau de luminosidade provavelmente afetou os resultados.

## Referências

- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. & PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.527-538, 1998.
- HICKMANN, C.; COSTA, L. M. Estoque de carbono no solo e agregados em Argissolo sob diferentes manejos de longa duração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.16, n.10, p.1055-1061, 2012.
- LOVATO, T. **Dinâmica do carbono e nitrogênio do solo afetada por preparos do solo, sistemas de cultura e adubo nitrogenado**. Porto Alegre – RS, 2001. (Tese de Doutorado).
- SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. Porto Alegre - RS, 2005. (Tese de Doutorado).
- SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 11-21p, 2008.
- SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Embrapa, Comunicado Técnico 198. Dourados, MS. 2014.

## SENSIBILIDADE DAS FRAÇÕES FÍSICAS DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Jean Sérgio Rosset<sup>1</sup>, Maria do Carmo Lana<sup>2</sup>, Marcos Gervasio Pereira<sup>3</sup>, Leandro Marciano Marra<sup>1</sup>, Selene Cristina de Pierri Castilho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Professor, Mundo Novo - MS, [rosset@uemms.br](mailto:rosset@uemms.br);

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná; <sup>3</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**Palavras-chave:** qualidade do solo; sistema plantio direto; carbono.

A modificação da qualidade do solo através da utilização de sistemas de manejo que aportam diferentes quantidades de biomassa vegetal pode ser identificada pela fração particulada da matéria orgânica do solo (MOS) (MOP). A MOP é considerada uma das frações mais sensíveis às alterações no solo por ser a fração lábil do carbono (C) (CAMBARDELLA; ELLIOTT, 1992), podendo ser utilizada como ferramenta para avaliar a qualidade do solo, principalmente em um curto período de tempo, quando ainda não houveram alterações no carbono orgânico total (COT) (CONCEIÇÃO et al., 2005). Este conhecimento dos diferentes reservatórios de C permite monitorar a qualidade dos sistemas agrícolas (BENBI et al., 2015).

O objetivo desse estudo foi avaliar sensibilidade das frações físicas da matéria orgânica do solo através de análises multivariadas em detectar modificações na qualidade do solo em sistemas de manejo com diferentes tempos de implantação na região Oeste do Paraná.

Foram coletadas amostras de terra em sistemas de manejo explorados comercialmente, com diferentes tempos de implantação, e conduzidos em propriedades rurais no município de Guaíra, Oeste do Paraná, Brasil. As áreas do estudo se encontram sob LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, textura muito argilosa.

Foram avaliadas cinco áreas manejadas além de uma área de referência (Mata Nativa), perfazendo seis sistemas diferenciados analisados em delineamento inteiramente casualizado. As cinco áreas manejadas compreendem: áreas com diferentes tempos de adoção do sistema plantio direto (SPD): 6 anos (fase de transição) - (SPD6), 14 anos (fase de consolidação) - (SPD14) e 22 anos (fase de manutenção) - (SPD22) com a sucessão de culturas de soja (verão) e milho/trigo (inverno); 12 anos de SPD no mesmo sistema de sucessão e mais 4 anos com introdução de *Brachiaria ruziziensis* em consórcio com o milho nos cultivos de inverno (fase de consolidação) - (M+B) (ANGHINONI, 2007) e área de pastagem permanente coast-cross (*Cynodon dactylon*) (39 anos), com lotação de animais de 3,5 UA ha<sup>-1</sup>, com ausência de sinais visíveis de degradação.

Em cada área de estudo foram demarcadas cinco glebas de 400 m<sup>2</sup>, nas quais foram realizadas as coletas das amostras de terra, cada gleba representou uma repetição. Para o fracionamento físico e posteriores cálculos de índice de manejo de carbono (IMC), as amostras foram coletadas em cinco pontos (glebas-repetições) dentro dos seis sistemas de manejo, nas camadas de 0-0,05, 0,05-0,1-0,1-0,2 e 0,2-0,4 m, sendo cada amostra composta representada por dez amostras simples, sendo posteriormente secas, destorroadas e passadas em peneira 2 mm, constituindo a terra fina seca ao ar (TFSA).

Para o fracionamento granulométrico da MOS, 20 g de TFSA e 60 mL de solução de hexametáfosfato de sódio (5 g L<sup>-1</sup>) foram agitados durante 15 horas em agitador horizontal (CAMBARDELLA; ELLIOTT,



1992). A seguir, a suspensão foi passada em peneira de 53  $\mu\text{m}$  com auxílio de jato de água. O material retido na peneira, que consiste no carbono da matéria orgânica particulada (MOP) associado à fração areia, foi seco em estufa a 60 °C, quantificado em relação a sua massa, moído em gral de porcelana e analisado juntamente com o carbono orgânico total (COT) através de combustão seca por analisador CHNS (Elementar Analysensysteme GmbH, Hanau, Alemanha). O material que passou pela peneira de 53  $\mu\text{m}$ , que consiste no carbono da matéria orgânica associada aos minerais (MOM) das frações silte e argila, foi obtido por diferença entre o COT e MOP. Posteriormente foram calculados índices para avaliação da qualidade da fração orgânica do solo como o índice de estoque de carbono (IEC), labilidade da MOS (Lab), índice de labilidade (ILab) e índice de manejo de carbono (IMC).

Os resultados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade dos dados por meio dos testes de Lilliefors e Cochran e Bartlett, respectivamente. Como análise estatística, foi utilizada a técnica multivariada por meio da análise canônica, envolvendo as variáveis do fracionamento físico da matéria orgânica do solo, a partir da qual foi reduzido o conjunto de dados em combinações lineares, gerando os escores das duas primeiras variáveis canônicas que explicam mais de 80 % da variação total (CRUZ; REGAZZI, 1994), sendo os escores projetados em gráficos bidimensionais. Além dessa técnica, foi ainda utilizado o método de agrupamento de Tocher modificado, com o propósito de discriminar os tratamentos que apresentaram maior similaridade, e também para agrupar os diferentes tipos de manejo a partir da matriz de distância generalizada de Mahalanobis. O gráfico com base na análise canônica foi gerado e os grupos formados por meio do agrupamento de Tocher modificado, utilizando o programa GENES (CRUZ, 2006).

Pela análise canônica em função dos atributos relacionados às frações físicas da MOS, a primeira e a segunda variável corresponderam a 67,74 e 30,08 % da variação, representando 97,82 % da variação total, atingindo o requisito mínimo de 80 % proposto por Cruz e Regazzi (1994) para avaliação por meio de dispersão gráfica bidimensional. Pelo agrupamento de Tocher modificado, foram evidenciados a formação de três grupos distintos, um formado pelas áreas de SPD6 e SPD14, outro pelas áreas de SPD22 e M+B, e um terceiro com as áreas de pastagem e mata nativa, sendo que as variáveis que mais contribuíram para a discriminação das áreas foram os teores de COT e MOP. Esse padrão evidencia a sensibilidade das frações físicas da MOS e suas respectivas relações, em detectar mudanças nos sistemas de manejo ao longo do tempo, como demonstrado em trabalhos na literatura (BENBI et al., 2015), principalmente com relação a fração mais lábil do C, ou seja, a fração particulada da MOS (CONCEIÇÃO et al., 2005).

As frações físicas da matéria orgânica do solo associadas aos seus respectivos índices foram sensíveis em detectar modificações entre os diferentes sistemas de manejo avaliados.

## Referências

- ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo no sistema plantio direto. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 873-928.
- BENBI, D. K.; BRAR, K.; TOOR, A. S.; SINGH, P. Total and labile pools of soil organic carbon in cultivated and undisturbed soils in northern India. **Geoderma**, v. 237-238, n. 1, p. 149-158, 2015.
- CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Sci Soc Am J.**, v. 56, n. 3, p. 777-783, 1992.
- CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo

avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 29, n. 5, p. 777-788, 2005.

CRUZ, C.D. **Programa genes: biometria**. Ed. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 394 p.

## AVALIAÇÃO DA INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO SOB DIFERENTES MANEJOS E ESCARIFICADORES

Tatiane Ohland, Adir Airton Parizotto, Hugo Franciscan, Edleusa Pereira Seidel, Emerson Fey

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Douroranda, Marechal Cândido Rondon - PR,  
*tatianeohland@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** água no solo; infiltrômetro; milho consorciado.

A mínima mobilização do solo em sistema de plantio direto, aliado a necessidade de se realizar operações no plantio, de tratos culturais e mesmo de colheita em condições de umidade elevada, faz surgir o adensamento superficial do solo comprometendo suas condições físicas e hídricas. Para contornar este problema muitos agricultores passaram a utilizar os escarificadores para realizar o rompimento das camadas compactadas (ARAÚJO et al., 2004).

Diante da diversidade de clima e solos das diferentes regiões brasileiras é preciso a realização de estudos localizados para se avaliar se a escarificação do solo pode ser uma prática recomendável do ponto de vista agrônomo como forma de manejo conservacionista do solo, ou se podem ser utilizadas outras práticas mais eficazes e menos dispendiosas do ponto de vista econômico para se melhorar os atributos físicos e hídricos do solo.

Assim, este trabalho teve objetivo avaliar a infiltração acumulada e a velocidade de infiltração de água no solo em dois sistemas de produção: milho para produção de grãos e produção de silagem; sob a utilização de dois modelos de escarificadores (Fox e Terrus).

O experimento foi realizado em área agrícola do município de Quatro Pontes, PR, cujo solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO de textura argilosa. A parte da área foi cultivada com milho safrinha para produção de grãos e outra parte com milho para produção de silagem, ambas consorciadas com braquiária. Após a retirada da cultura do milho, as áreas sofreram mobilização vertical do solo, utilizando para isto dois implementos para rompimento da camada do solo. O escarificador Fox (fabricante Stara) possuía nove hastes com espaçamento de 0,30 entre hastes e com aprofundamento médio no solo de 0,20 m. E o escarificador Terrus (fabricante GTS) possuía sete hastes com espaçamento de 0,65 m entre hastes e com aprofundamento médio no solo de 0,37 m. A mobilização do solo foi realizada nos dias 15 e 16 de setembro de 2015.

A infiltração de água no solo foi realizada 45 dias após a mobilização solo com os implementos. Sendo determinada pelo método do infiltrômetro de duplo anel. Os anéis foram cravados no solo de forma concêntrica; o anel interno com diâmetro de 0,3 m e o externo de 0,54 m de diâmetro, ambos cravados ao solo a profundidade 0,10 m.

Para iniciar os testes, foi adicionada água simultaneamente nos dois anéis. A partir desse momento, foi iniciada a contagem do tempo. A primeira leitura foi realizada aos 2,5 minutos, e após na sequência de cinco em cinco minutos até se atingir a condição de infiltração constante. Foi considerada como infiltração constante quando o valor da leitura se repetiu por três vezes.

Nos dois cilindros, manteve-se a altura da lâmina de água máxima de aproximadamente 0,10 m, com oscilação de 0,05 m. As leituras foram iniciadas em cada um dos tempos e os valores obtidos anotados em uma planilha, os quais foram utilizados posteriormente para construir as curvas de infiltração acumulada (IA) e de velocidade de infiltração (VI). A VI foi obtida pela variação entre duas

leituras consecutivas, de acordo com o intervalo de tempo entre as mesmas. A equação de infiltração acumulada foi ajustada pela expressão potencial:  $I = a \times T^n$ , onde:  $I$  = infiltração acumulada, em mm;  $a$  = constante dependente do solo;  $T$  = tempo de infiltração, em minutos;  $n$  = constante dependente do solo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), em parcelas subdivididas, com cinco repetições em cada tratamento. A parcela principal consistiu de milho consorciado com braquiária com dois manejos: para silagem e para a produção de grãos. As subparcelas o uso de dois implementos de escarificação do solo (Fox e Terrus).

Observou-se que ao longo do período de avaliação a IA aumenta e a VI diminui, até o valor se aproximar de uma estabilidade. O escarificador Terrus teve menor IA em área de silagem (47,01 mm), enquanto o escarificador Fox teve a maior IA de 81,88 mm. Quando o milho foi colhido para produção de grãos o Terrus proporcionou maior IA (99,03 mm), e o escarificador Fox a menor 79, 93 mm. O desempenho do Terrus na IA pode estar relacionado com a maior densidade na área de silagem, devido a intenso tráfego de máquinas necessário nesta operação; como o espaçamento entre hastes deste escarificador é maior, ele movimentou menor área de solo.

Segundo Bernardo (1989) a velocidade de infiltração é um processo pelo qual a água penetra no perfil do solo, a partir da sua superfície, em função do tempo. Inicialmente, seu valor é elevado, que vai diminuindo, até se tornar constante, denominada de velocidade de infiltração básica do solo.

A VI final de água no solo foi similar para os tratamentos Fox grãos (36,11 mm h<sup>-1</sup>), Fox silagem (29,24 mm h<sup>-1</sup>), Terrus grãos (33,52 mm h<sup>-1</sup>). O tratamento Terrus silagem apresentou menor velocidade inicial e final de infiltração (14,90 mm h<sup>-1</sup>) de água no solo.

Viera e Klein (2007) verificaram que a taxa inicial, bem como a final, de infiltração aos 180 min foi afetada pelo manejo do solo, observaram-se diferença na taxa inicial de infiltração a favor do plantio direto escarificado de 1,54 vezes e, na taxa final, de 2,12 vezes. O plantio direto apresentou taxa final de infiltração de 12,72 mm h<sup>-1</sup> e o plantio direto escarificado, de 27,07 mm h<sup>-1</sup>. Assim, o efeito da escarificação após 24 meses é constatado pela maior taxa de infiltração.

Para Camara e Klein (2005) a taxa inicial, bem como a taxa final de infiltração de água no solo até 120 min, foi afetada pelo manejo do solo. O plantio direto escarificado apresentou taxa inicial de infiltração 2,2 vezes e taxa final 3,8 vezes superior ao plantio direto, porém sem diferença significativa. O plantio direto apresentou uma taxa final de infiltração de 26,49 mm h<sup>-1</sup> e o plantio direto escarificado de 99,99 mm h<sup>-1</sup>.

Girardello et al. (2011) testaram diferentes escarificadores e obtiveram aumento na infiltração de água no solo quatro vezes superior que na área não escarificada, porém constataram que este efeito foi temporário, prevalecendo por apenas sete meses após o preparo.

Portanto, a escolha do implemento para o rompimento de camadas compactadas do solo visando melhorar suas condições hídricas deve ser feita com cautela pelos produtores dependendo do manejo utilizado na área. Deve-se dar atenção as configurações do implemento, visto que este pode exigir ajustes no espaçamento entre hastes em diferentes condições de manejo do solo.

Conclui-se que os escarificadores tiveram comportamento diferentes em cada manejo. Quando o milho consorciado com braquiária foi colhido para silagem, o escarificador Fox promoveu maior infiltração acumulada; e quando colhido para grãos o escarificar Terrus obteve a maior infiltração acumulada. O escarificador Fox quando utilizado em diferentes manejos apresenta resposta similar para infiltração acumulada e velocidade de infiltração de água no solo.

## Referências

- ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A. INQUE, T.T.; COSTA, A. C. S. Efeitos da escarificação na qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico após treze anos de semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.3, p.495-504, Set.,2004.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Atual. eAmpl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
- CAMARA, R. C.; KLEIN, V. A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 789-796, 2005.
- GIRARDELLO, V. C.; AMADO, T. J. C.; NICOLOSO, R. S.; HORBE, T. A. N.; FERREIRA, A. O.; TABALDI, F. M.; LANZANOVA, M. E. Alterações nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob plantio direto induzidas por diferentes tipos de escarificadores e o rendimento da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n.6, p. 2115-2126, 2011.
- VIEIRA, M. L.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1271-1280, 2007.

## ESTRUTURA DE UM LATOSSOLO VERMELHO SOB ROTAÇÃO DE CULTURAS COM REDUÇÕES NAS OPERAÇÕES DE PREPARO

Bruno Vizioli, Karina Maria Vieira Cavaliere-Polizeli, Daniel Malheiro do Nascimento

Universidade Federal do Paraná, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência, Curitiba - PR,  
*brunovizioli@gmail.com*.

**Palavras-chave:** VESS; carbono; plantio direto.

O arranjo das partículas sólidas (minerais e orgânicas) do solo com o espaço poroso, forma a estrutura do solo, um dos atributos físicos mais importantes e mais afetados pela textura, uso e manejo, conteúdo de carbono orgânico (C) e umidade (U). Entretanto devido a alta complexidade e variabilidade espacial deste atributo, poucos são os avanços em metodologias práticas e eficientes para a avaliação da estrutura do solo (FERREIRA, 2010). Assim Guimarães et al. (2011) adaptou o método de análise visual da estrutura do solo (VESS) para solos tropicais. O VESS sai em vantagem às demais metodologias por ser eficiente, rápido e de baixo custo para execução. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura de um LATOSSOLO VERMELHO sob rotação de culturas com redução da intensidade das operações de preparo, pela metodologia de análise visual - VESS.

Os resultados são de um experimento de longa duração (22 anos) que foi conduzido em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico de textura argilosa (370 g kg<sup>-1</sup> de areia; 103 g kg<sup>-1</sup> de silte e 527 g kg<sup>-1</sup> de argila na camada de 0,00-0,30 m) localizado na região dos Campos Gerais, no Paraná. No inverno de 1993, iniciou-se o experimento com o plantio de aveia preta para cobertura da área e após a incorporação da biomassa no solo foram iniciados os tratamentos, seguindo o delineamento de blocos ao acaso com três tratamentos e três repetições, cada parcela ocupou uma área de 8,33 m × 25,0 m (1,0 m de bordadura em cada lado). Os tratamentos foram: Sistema de Plantio Direto - PD; Sistema de Preparo convencional - PC (com uma aração e duas gradagens antes do plantio de cada safra) e Sistema de Plantio Direto Escarificado - PE (com uma escarificação a cada três anos antecedendo o plantio da safra de inverno). A semeadura foi em sistema tri-anual de rotação de culturas em que ocorreu semeadura de soja e milho para grãos na safra de verão e trigo para grãos e aveia branca ou preta para cobertura do solo durante a safra de inverno, sendo a sequência de semeadura: aveia preta-milho-aveia branca-soja-trigo-soja.

Em maio de 2015 foram amostrados dois pontos da área útil de cada parcela para a avaliação da estrutura do solo. A amostragem consistiu em retirar um monólito com as seguintes dimensões: 0,20 m de largura × 0,25 m de comprimento × 0,30 m de profundidade. Os monólitos foram colocados em bandejas e fragmentados para a análise da estrutura, de acordo com a metodologia do VESS. O procedimento do VESS seguiu os critérios determinados por Ball et al. (2007) e Guimarães et al. (2011) em que se atribui notas crescentes de 1 à 5 da melhor para a pior condição estrutural. De cada monólito foram coletadas amostras deformadas de solo para a avaliação do C (método Walkley-Black) e da umidade gravimétrica, U. Os dados do VESS, C e U foram submetidos à normalidade de Kalmogorov-Smirnov, análise de variância e as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey à 1 e à 5 %.

Os valores de U, C e VESS observados não diferiram entre os tratamentos adotados na camada avaliada. A U foi determinada para constatar que o solo de todos os sistemas estavam na mesma condição de conteúdo de água (0,32 g g<sup>-1</sup> no PD; 0,30 g g<sup>-1</sup> no PC e 0,32 g g<sup>-1</sup> no PE), visto que esta

variável é influenciada pelas condições meteorológicas da região e pela textura do solo, o manejo quando efetuado em altas umidades, pode compactar o solo deformando a estrutura.

Como não houve incremento significativo de C em nenhum dos sistemas (36,0 g dm<sup>-3</sup> no PD; 38,14 g dm<sup>-3</sup> no PC e 38,91 g dm<sup>-3</sup> no PE) e o volume de sistemas radiculares ser praticamente igual em todos os tratamentos, as eventuais diferenças na estrutura seriam ocasionadas pelo sistema de preparo. O C atua como agente cimentante das partículas do solo, assim sistemas que apresentem maior teor de C teriam, provavelmente, melhores valores de VESS. No PC, que promove o revolvimento do solo, esperava-se um maior teor de C devido ao revolvimento favorecer a decomposição do resíduo e incrementar o C no perfil. Entretanto como a adição de material vegetal é a mesma em todos os sistemas, os tratamentos não apresentaram diferenças entre os teores de C. A similaridade nos teores de C entre os tratamentos é devido à rotação de culturas superar o efeito que o sistema de preparo tem em aumentar C, a longo prazo.

É comum observar, quando se compara sistemas de preparo, que o PD apresente a pior condição estrutural (SILVA et al., 2014), isto é devido ao tráfego de maquinários aliado à ausência de revolvimento característico deste sistema. Entretanto isso não foi observado neste experimento (notas do VESS = 2,52 no PD; 2,94 no PC; 2,40 no PE), contrariando o que foi reportado por Silva et al. (2014), que observaram valores de VESS > 3,0 em PD. A boa condição estrutural observada é provavelmente por se tratar de um experimento de longa duração e bem consolidado, em que ocorre uma rotação de culturas de forma eficaz em promover a manutenção da estrutura do solo, em que os impactos negativos que o tráfego acarreta nos solos é minimizado ao longo do tempo pela rotação de culturas.

Os valores de VESS observados indicam que a estrutura do solo não está comprometendo o desenvolvimento das culturas (valores < 3,0). Estes valores indicam a alta porosidade, principalmente macroporos, presença de raízes intra-agregados, com agregados porosos que se quebram facilmente e não sendo observado torrões angulares e camadas compactadas. Eurinch et al. (2014) observaram que sistemas integrados, que impõe alto tráfego aos solos, quando bem manejados obtiveram valores de VESS < 3,0, o que não compromete a qualidade física do solo e o desenvolvimento das plantas.

Com os dados observados conclui-se que o sistema de rotação de culturas, em solos com redução nas operações de preparo, não promoveu diferenças na estrutura do LATOSSOLO VERMELHO porém a condição estrutural não atingiu valores que comprometem a qualidade física do solo e o desenvolvimento de plantas.

## Referências

BALL, B.C.; BATEY, T.; MUNKHOLM, L.J. Field assessment of soil structural quality: a development of Peirlkamp test. **Soil Use and Management**, Chichester, v.23, p.329-337, 2007.

GUIMARÃES, R.M.L.; BALL, B.C.; TORMENA, C.A. Improvements in the visual evaluation of soil structure. **Soil Use and Management**, Chichester, v.27 p.395-403, 2011.

SILVA, A.P.; BALL, B.C.; TORMENA, C.A.; GIAROLA, N. F. B.; GUIMARÃES, R. M. L. Soil structure and greenhouse gas production differences between row and interrow positions under no-tillage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.71, p.157-162, 2014.

EURIC, J.; WERICH NETO, P. H.; ROCHA, C. H.; EURICH, Z. R. S. Avaliação visual da qualidade da estrutura do solo em sistemas de uso da terra. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61 p.1006-1011, 2014.

FERREIRA, M. M. Caracterização Física do Solo. In: van Lier, Q. J (ed). **Física do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa, 2010, 298p.



## EROSÃO HÍDRICA EM DIFERENTES COMPRIMENTOS DE DECLIVE NA CONDIÇÃO DE SOLO DESCOBERTO

Barbara Bagio, Ildegardis Bertol, Neuro Hilton Wolschick, Loriane Bernardi, Danieli Schneiders

Universidade do Estado de Santa Catarina, Doutoranda, Lages - SC, [barbarabagio@yahoo.com.br](mailto:barbarabagio@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** perdas de solo; perdas de água;  $EI_{30}$ .

A erosão hídrica é o principal fator de degradação do solo, pois o empobrece no local de origem da erosão e contamina o ambiente fora deste local, principalmente os recursos hídricos. A erosão hídrica pluvial é influenciada pela chuva, solo, relevo, cobertura e manejo do solo e práticas conservacionista, compreendendo as fases de desagregação, transporte e deposição, as quais muitas vezes não são distintas uma das outras porque podem ocorrer concomitantemente. Dentre os fatores que influenciam a erosão hídrica, destaca-se o relevo que é um fator energético potencializador do processo, expresso pela declividade e comprimento do declive. De acordo com Wischmeier e Smith (1978), o efeito do comprimento do declive na erosão se deve ao aumento de volume e velocidade do escoamento superficial, resultando em aumento da capacidade da enxurrada de desagregar e transportar sedimentos. Baseado no exposto, com este trabalho objetivou-se quantificar as perdas de solo (PS) e de água (PA), em tratamentos com diferentes comprimentos de declive e em condição de solo descoberto, por chuva natural.

O experimento está localizado no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV – UDESC, no município de Lages, sobre um CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico léptico. Anteriormente à pesquisa, o solo havia sido cultivado com milho. Ao final do ciclo do milho, o resíduo da parte aérea foi removido da superfície, permanecendo as raízes da cultura no solo. Durante esta pesquisa, o solo foi mantido sem cultivo e sem cobertura vegetal. O experimento conteve quatro tratamentos em oito parcelas (duas repetições por tratamento), cada uma com dimensões de 2 m de largura e diferentes comprimentos de declive na direção da pendente, dependendo do tratamento. Cada parcela é delimitada nas laterais e na extremidade superior por chapas galvanizadas de 2 x 0,2 m, cravadas no solo em torno de 0,1 m. Na extremidade inferior situa-se um sistema coletor de enxurrada composto de uma calha para receber o material erodido da parcela, conectada por um cano PVC a uma caixa de sedimentação situada 6 m abaixo. Os quatro tratamentos, constituídos de diferentes comprimentos de declive, com grau de declividade média de  $0,08 \text{ m m}^{-1}$ , foram: tratamento 1: comprimento de declive de 11 m; tratamento 2: comprimento de declive de 22 m; tratamento 3: comprimento de declive de 33 e tratamento 4: comprimento de declive de 44 m. Avaliou-se a erosão entre 04/07/2014 e 18/06/2015, em eventos individuais de chuvas erosivas. As coletas de enxurrada em campo e o processamento das amostras em laboratório fizeram-se de acordo com Cogo (1978), para calcular as PS e PA. O potencial de erosividade ( $EI_{30}$ ) das chuvas foi calculado usando dados registrados em pluviograma diário, em que, para definir e separar as chuvas erosivas levou-se em conta critérios estabelecidos por Wischmeier e Smith (1978). Os dados de perdas de água e solo por erosão hídrica foram submetidos à análise de variância e as médias, quando diferidas entre tratamentos, comparadas pelo Teste de Tuckey ( $p \leq 0,05$ ).

Durante o período da pesquisa ocorreram 41 chuvas erosivas, totalizando 1.349 mm. O  $EI_{30}$  destas chuvas, representado pelo produto entre a energia cinética de cada chuva e a intensidade

máxima em 30 minutos dentro da mesma chuva, apresentou um valor de  $6.066 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  durante o ano que transcorreu a pesquisa. Este valor foi 20 % maior do que o valor médio anual de um período de 24 anos determinado por Schick et al. (2014) para este mesmo local.

As PS quantificadas durante a pesquisa apresentaram valores numericamente mais altos nos maiores comprimentos de declive quando comparadas aos declives de menor comprimento. No tratamento em que o comprimento de declive era de 11 m, as PS totalizaram  $153 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , seguida de  $167 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  no tratamento de 22 m,  $183 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  no tratamento de 33 m e  $201 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  no tratamento de 44 m. No entanto, apesar do aumento nos valores absolutos de PS conforme o aumento do comprimento do declive, não houve diferença estatística entre os tratamentos. A duplicação de comprimento do declive de 11 m para 22 m proporcionou um aumento de 9,2 % nas PS, inferior ao aumento referido por Wischmeier e Smith (1978) que seria de no mínimo 20 %. Comparando-se os tratamentos com comprimentos de declive de 22 m e 44 m, a duplicação do comprimento, neste caso, resultou em um aumento de PS de 20 %, de acordo com o aumento mínimo sugerido pelos autores citados. Estudos realizados antes e após Wischmeier e Smith (1978), confirmaram que existe uma relação potencial entre o aumento da massa de solo perdida por unidade de área e o aumento do comprimento do declive, entretanto, em alguns trabalhos essa tendência não se confirmou. Avaliando comprimentos de declive de 0,25 m; 0,4 m; 1 m; 2 m; 5 m; 11 m; 22 m; 33 m; e 44 m, em condição de solo sem cultivo e descoberto, Bagarello e Ferro (2010) observaram que as PS não variaram com o comprimento do declive, em eventos de chuva erosiva durante 10 anos.

Em geral, observou-se um aumento nas PS com o aumento do  $\text{EI}_{30}$ . Na condição de solo sem cultivo e descoberto, como foi o caso da pesquisa, o escoamento explicou razoavelmente bem as PS, mais do que poderia ocorrer em condição de solo cultivado e coberto por resíduos culturais, conforme também verificado por Schick et al. (2014).

As PA não diferiram estatisticamente entre os tratamentos e apresentaram variação numérica em magnitude inferior à das PS. De acordo com Kohnke (1968) e Bertol et al. (2014), esse comportamento é explicado pelo fato de que o solo apresenta um limite de infiltração de água, de acordo com sua capacidade e a partir deste limite, a água é igualmente perdida por escoamento superficial, independentemente das demais condições. O tratamento em que o comprimento de declive era de 11 m apresentou PA de 29 % em relação à altura de chuva, seguido de 30 % no tratamento de 22 m, 42 % no tratamento de 33 m e 42 % no tratamento de 44 m. O aumento das PA por escoamento superficial relacionou-se significativamente com o aumento da altura de chuva. Isto significa que, quanto maior a altura de chuva, maior o risco de erosão hídrica devido ao aumento de enxurrada, conforme verificado por Bertol et al. (2014).

## Referências

- BAGARELLO, V.; FERRO, V. Analysis of soil loss data from plots of differing length for the Sparacia experimental area Sicily, Italy. **Biosyst. Eng.** n.105 p.411-422. 2010
- BERTOL, I.; BARBOSA, F.T.; MAFRA, A.L.; Flores, M.C. Soil water erosion under different cultivation systems 516 and different fertilization rates and forms over 10 years. **R Bras Ci Solo.** n.38, p.1918-1928, 2014
- COGO NP. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas de erosão em condições de chuva natural. I. Sugestões gerais, medição dos volumes, amostragem e quantificação de solo e água da enxurrada (1ª aproximação). In: **Anais do 2º Encontro nacional de pesquisa sobre conservação do solo**; 1978; Passo Fundo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. p.75-98, 1978
- KOHNKE, H. **Soil physics**. New York, McGraw-Hill. 1968. 224p.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; COGO, N.P.; PAZ GONZÁLEZ, A. Erosividade das chuvas de Lages, Santa Catarina. **R Bras Ci Solo**. n.38 p. 890-905, 2014

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning**. Washington, (Agriculture Handbook, 537). USDA. 1978.

## PREPARO E MANEJO DO SOLO NOS SEUS ATRIBUTOS QUÍMICOS EM CULTIVO ORGÂNICO

Ana Lúcia Borges<sup>1</sup>, Luciano da Silva Souza<sup>2</sup>, Raul Castro Carriello Rosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Mandioca e Fruticultura, Engenheira Agrônoma, Cruz das Almas - BA, [ana.borges@embrapa.br](mailto:ana.borges@embrapa.br);

<sup>2</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; <sup>3</sup>Embrapa Agrobiologia.

**Palavras-chave:** escarificador; arado e grade; gesso agrícola; coberturas vegetais.

O cultivo do solo deve ser realizado sob o enfoque conservacionista e sustentável buscando-se o menor impacto no ambiente. É possível evitar a degradação do solo adotando como premissas básicas a redução da sua movimentação e a manutenção da sua superfície coberta o maior tempo possível, seja por culturas vivas ou mortas (SOUZA et al., 2002). O preparo do solo com arado e grade, apesar de ser uma alternativa para melhoria do ambiente radicular, vai de encontro aos princípios da conservação do solo. Por outro lado, a escarificação, pelo menor revolvimento do solo, é prática mais recomendada. Nos Latossolos Distróficos, a toxidez por alumínio e/ou a deficiência de cálcio e de outros nutrientes, tanto na camada superficial como na subsuperficial, podem limitar o crescimento e aprofundamento do sistema radicular das plantas. A aplicação de gesso agrícola pode ser uma opção econômica. O princípio básico do manejo orgânico é a utilização da matéria orgânica para proporcionar melhoria de atributos físicos, químicos e biológicos do solo, bem como dar garantia de produtividade e qualidade dos produtos agrícolas. Bressan et al. (2013), verificando o efeito de cobertura com milheto e braquiária em LATOSSOLO AMARELO Distrófico sobre atributos químicos do solo, observaram aumento do pH do solo e redução nos teores de  $\text{Al}^{3+}$ , bem como teores mais elevados de nutrientes e MOS na profundidade de 0-0,10 m.

Nas áreas produtoras de fruteiras do Estado da Bahia predominam Latossolos, que apresentam limitações químicas como acidez (baixo pH e teor elevado de  $\text{Al}^{3+}$ ), baixa saturação por bases (V %) e baixos teores de nutrientes. O manejo adequado do solo para a melhoria dos seus atributos químicos é fundamental para o sucesso da produção. Dessa forma, o trabalho objetivou avaliar o efeito do preparo convencional e mínimo do solo, de aplicações de calcário dolomítico, gesso mineral e fosfato natural e plantio de coberturas vegetais sobre seus atributos químicos, em sistema orgânico de produção.

O trabalho foi conduzido na área experimental da empresa Bioenergia Orgânicos, em Lençóis, BA, em delineamento em blocos casualizados, em parcelas subsubdivididas em faixas, com quatro repetições. O solo é um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura argilo-arenosa, apresentando os seguintes atributos químicos, na camada de 0-0,20 m: pH em água = 4,4; P (Mehlich-1) = 4 mg  $\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  e CTC em  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , respectivamente, de 0,07; 0,20; 0,13; 2,45 e 10,88; saturação por bases (V) = 4 %; e matéria orgânica (MO) = 27,5 g  $\text{kg}^{-1}$ ; na camada de 0,20-0,40 m: pH em água = 4,3; P (Mehlich-1) = 3 mg  $\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  e CTC em  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , respectivamente, de 0,04; 0,11; 0,08; 2,28 e 10,62; V = 2 %; e MO = 25,5 g  $\text{kg}^{-1}$ ; e na camada de 0,40-0,60 m: pH em água = 4,3; P (Mehlich-1) = 2 mg  $\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  e CTC em  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , respectivamente, de 0,06; 0,06; 0,08; 2,50 e 9,76; V = 2 %; e MO = 20,88 g  $\text{kg}^{-1}$ . Nas parcelas foram estudados dois preparos do solo (convencional: arado e grade e mínimo: escarificador, duas passagens cruzadas), nas subparcelas duas coberturas do solo [sem cobertura e cobertura com coquetel vegetal de leguminosas – feijão-de-porco

(*Canavalia ensiformis*) e mucuna preta (*Mucuna aterrima*) e não leguminosas – milheto (*Pennisetum glaucum*) e sorgo (*Sorghum bicolor*)] e nas subsubparcelas cinco doses de gesso calculadas de acordo com o teor de argila do solo ( $QGR = 7,5 \times \text{argila g kg}^{-1}$ ), nas profundidades de 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m. Assim, para o teor médio de argila no solo de  $376 \text{ g kg}^{-1}$ , as quantidades de gesso estudadas foram, em  $\text{kg ha}^{-1}$ : 0; 1.410; 2.820; 4.230 e 5.640. A quantidade de calcário aplicada foi calculada para elevar a saturação por bases do solo para 70 %, correspondendo a  $8 \text{ t ha}^{-1}$  para calcário com PRNT de 90 %. Metade da quantidade foi aplicada antes da aração e a outra metade antes da gradagem, nas parcelas de preparo convencional (PC). No preparo mínimo (PM) o calcário foi aplicado antes e após a 1ª escarificação. O gesso foi aplicado antes da 2ª dose de calcário. A área foi irrigada e, um mês após, realizado o plantio das coberturas vegetais, juntamente com aplicação de fosfato natural de Gafsa (28 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$  total), na dose de  $1.110 \text{ kg ha}^{-1}$ , para atingir  $30 \text{ mg dm}^{-3}$  de P no solo. Sete meses após a aplicação do calcário e gesso e cinco meses após a ceifa das coberturas vegetais, o solo foi amostrado em três profundidades (0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m) para determinação do pH em água, P (Mehlich-1),  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Ca}^{2+}$  trocáveis, matéria orgânica (MOS) e saturação por bases. Os resultados foram tabulados, realizada ANOVA (teste F,  $p < 0,05$ ) e regressão para doses de gesso.

Os resultados mostraram que o pH em água do solo foi reduzido em profundidade e pelas doses de gesso, com maior valor (5,3) na camada de 0-0,20 m. Com a aplicação do calcário foi possível elevar em 0,9 unidades o pH do solo. Observou-se decréscimo do pH com o aumento das doses de gesso, de 4,82 para 4,65 na dose mais elevada (modelo linear negativo,  $R^2 = 0,52^*$ ). O teor de P variou apenas em profundidade, com valor mais elevado na camada de 0-0,20 m ( $46,9 \text{ mg dm}^{-3}$ ), certamente pela baixa mobilidade do nutriente no solo. A quantidade aplicada atingiu o valor definido de  $30 \text{ mg dm}^{-3}$ , apesar do extrator ácido Mehlich-1 não ser o adequado para solos com aplicação de fosfato natural. O teor de Al variou também em profundidade e dose de gesso, sendo mais baixo na camada de 0-0,20 m ( $0,42 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), valor esse 5,8 vezes inferior ao valor original do solo. Além disso, o teor de Al decresceu com as doses de gesso, reduzindo de  $1,47 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  sem gesso para  $1,29 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na maior dose (modelo linear negativo,  $R^2 = 0,73^*$ ). Isso mostra o papel do gesso na complexação do  $\text{Al}^{3+}$ . Já o teor de  $\text{Ca}^{2+}$  variou em profundidade, doses de gesso e interação preparo x doses de gesso, observando-se maior valor na camada de 0-0,20 m ( $2,75 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), o que corresponde a 13,75 e 1,83 vezes superior ao teor original e da média geral, respectivamente. O teor desse nutriente aumentou com a dose de gesso, alcançando  $2,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na maior dose no preparo mínimo e  $1,85 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  no preparo convencional, valores esse bem acima do teor original, certamente por ser o gesso mineral uma fonte de Ca (16 %). O teor de MOS foi maior na camada de 0-0,20 m ( $41,36 \text{ g kg}^{-1}$ ) e mostrou interação significativa para preparo x profundidade, cobertura x profundidade e cobertura x gesso, com maior valor nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m nos dois preparos (PC:  $42,8 \text{ g kg}^{-1}$  e PM:  $39,9 \text{ g kg}^{-1}$ ). Bressan et al. (2013) verificaram maiores valores de MOS a 0,10 m de profundidade (milheto  $35,03 \text{ g kg}^{-1}$  e braquiária  $48,63 \text{ g kg}^{-1}$ ). Não houve diferença estatística entre os teores de MOS nos dois preparos do solo (média de  $36,40 \text{ g kg}^{-1}$ ). A interação cobertura x profundidade não mostrou diferença entre as duas profundidades superiores. A saturação por bases variou em profundidade, com maior valor na camada de 0-0,20 m (39 %) e na maior dose de gesso (25 %), com ajuste de modelo linear positivo ( $R^2 = 0,73^*$ ), alcançando valor de V de 19 % sem aplicação de gesso mineral. Apesar do aumento da saturação por bases em relação ao valor original, esse foi 3,7 vezes inferior aos 70 %, valor que se queria atingir.

Concluiu-se que, após sete meses, os atributos químicos do solo avaliados não foram influenciados pelo preparo e pelas coberturas vegetais, mas sim pelas doses de gesso e profundidade.

## Referências

BRESSAN, S. B.; NÓBREGA, J. C. A.; NÓBREGA, R. S. A.; BARBOSA, R. S.; SOUSA, L. B. Plantas de cobertura e qualidade química de Latossolo Amarelo sob plantio direto no cerrado maranhense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 371-378, 2013.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. da S.; CARVALHO, J. E. B. de. **Manejo e conservação do solo – recomendações básicas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8p. (Embrapa-CNPMF. Circular Técnica, 45)

## DINÂMICA DE DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

Douglas Gomes Viana, Cássio Francisco Moreira de Carvalho, Amanda Duim Ferreira, Fábio Ribeiro Pires, André Cayô Cavalcanti

Universidade Federal do Espírito Santo - Campus São Mateus, Mestrando em Agricultura Tropical, São Mateus - ES, [d\\_gomesviana@hotmail.com](mailto:d_gomesviana@hotmail.com).

**Palavras-chave:** milho; feijão; pivô central.

O sistema plantio direto (SPD) é uma prática agrícola difundida na maior parte do país, no entanto, no estado do Espírito Santo, esta prática ainda não se consolidou, especialmente, por falta de tradição agrícola na produção de grãos em alta escala e devido ao relevo acidentado na maior parte do estado. No Norte do Espírito Santo, onde o relevo permite a mecanização, a situação começa a modificar-se. Nesta região, em face da escassez de água nos anos recentes, tem-se observado uma migração de áreas antes cultivadas com mamão e café, sob aspersão via pivô central, para grãos no SPD, particularmente, feijão e milho.

Nessas áreas, recém iniciadas no SPD, a formação e a persistência de palhada tem sido alguns dos maiores desafios à sua sustentabilidade, em razão das altas temperaturas, associadas à umidade via irrigação, que favorecem a rápida decomposição dos resíduos vegetais, afetando assim a permanência da palhada produzida (PARIZ et al., 2011).

Sendo assim, objetivou-se avaliar a dinâmica de decomposição da palhada em um LATOSSOLO VERMELHO, cultivado com milho (sobre palhada de feijão do ciclo anterior), e em um LATOSSOLO AMARELO, cultivado com feijão (sobre palhada de milho do ciclo anterior), ambos sob pivô central, no município de Pinheiros, região norte do Espírito Santo.

O trabalho foi desenvolvido entre abril e setembro de 2015, em SPD. Conforme a classificação de Köppen, o clima é Aw, tropical com estação seca no inverno e verão chuvoso (KÖPPEN, 1931; ALVARES et al., 2014). O fornecimento de água foi realizado através de irrigação por aspersão via pivô central fornecida conforme a rotina da fazenda. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições. As parcelas foram constituídas por dois tratamentos (milho e feijão) e as subparcelas por cinco épocas de avaliação (0, 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio).

A amostragem foi realizada empregando-se um quadrado de plástico com 0,5 m de lado, lançado aleatoriamente, sendo coletado todo o material vegetal remanescente sobre o solo, em três repetições. Os resíduos foram secos a 65 °C por 72 h em estufa de circulação forçada de ar, e posteriormente pesados para a determinação da produção de massa seca. A evolução da decomposição da massa da palhada foi avaliada desde a semeadura das culturas do milho e do feijão até 30 dias após a colheita.

Verificou-se que no período de abril a julho houve uma redução total de 54,4 % da cobertura vegetal na área cultivada com milho e 58,99 % na área de feijão, sendo que no início a decomposição da palhada deu-se de forma mais intensa, na medida em que se aproximava o final do ciclo das culturas foi se tornando estável, resultados que corroboram com Wieder e Lang (1982).

Foi possível constatar que a maior diferença na dinâmica de decomposição da palhada foi observada no mês de junho, devido às altas precipitações ocorridas neste mês quando comparada aos demais, fazendo com que a palhada de feijão fosse degradada mais rapidamente em comparação



a de milho, resultados estes em conformidade com Shomberg et al. (1994), que correlacionaram o aumento de decomposição de resíduos culturais com o aumento de umidade no solo. O mesmo comportamento foi observado por Alberts e Shrader (1980), concluindo que a decomposição de resíduos de milho em períodos secos é baixa.

A palhada remanescente na área cultivada com milho era do feijão, remanescente do ciclo anterior. Como esta possui relação C/N menor que a palhada de milho, esperava-se que sua decomposição fosse mais acelerada. Contudo, tal fato não ocorreu e se justifica pela exigência de água da cultura do feijão ser maior em relação a cultura do milho. Ou seja, a irrigação mais frequente, aplicada na cultura atual (feijão com palhada remanescente de milho), possibilitou uma maior decomposição da palhada do milho em relação à de feijão. A cobertura vegetal influenciou no acúmulo de matéria orgânica na camada superficial de 0,05 m no solo.

## Referências

- ALBERTS, E.E.; SHRADER, W.D. Cornstalk decomposition on a till-planted watershed. **Agron. J.** v.72, p.709-712. 1980.
- ALVARES, C. A., J. L. STAPE, P. C. SENTELHAS, J. L. M. GONÇALVES, G. SPAROVEK Köppen's climate classification map for Brazil. **Met. Zeits.** v.22, p.711-728, 2014.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.
- PARIZ, C. M.; et al. Straw decomposition of nitrogen-fertilized grasses intercropped with irrigated maize in an integrated crop livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 2029-2037, 2011.
- SCHOMBERG, H.H., STEINER, J.L., UNGER, P.W. Decomposition and nitrogen dynamics of crop residues quality and water effects. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 2, p. 372-381, 1994.
- WIEDER, R.K.; LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, v.63, p.1636-1642, 1982.

## INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE REGENERAÇÃO NATURAL NA DINÂMICA DA FERTILIDADE DO SOLO, UBERABA - MG

Gilsonley Lopes dos Santos<sup>1</sup>, Raissa Nascimento dos Santos<sup>1</sup>, Marcos Gervasio Pereira<sup>1</sup>,  
Matheus Duarte da Silva<sup>2</sup>, José Luiz Rodrigues Torres<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Doutorado, Seropédica - RJ, *leylopes85@hotmail.com*;

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba

**Palavras-chave:** ciclagem de nutrientes; atributos do solo; revegetação.

O bioma Cerrado em função das suas condições de solo, relevo e vegetação de fácil remoção tem recebido uma intensa pressão antrópica, o que tem causado a redução da biodiversidade. No entanto, alguns ambientes antropizados quando protegidos da reincidência dos fatores causais da degradação ambiental consegue a recuperação da vegetação pelo processo de regeneração natural, desde que, presente a capacidade de resiliência (DURIGAN et al., 2011). Em conjunto com a dinâmica ecológica da regeneração natural também ocorre o processo de ciclagem de nutrientes, o qual influencia na dinâmica da fertilidade do solo favorecendo a entrada de novas espécies florestais nos ambientes em recuperação. A partir do exposto, o objetivo desse estudo é avaliar a influência do processo de sucessão vegetal nas variações da fertilidade do solo.

O estudo foi realizado no Município de Uberaba-MG, na Unidade I do Instituto Federal de Educação Tecnológica (IFET), localizado no Triângulo Mineiro. Foram selecionados quatro ambientes em processo de regeneração natural, sendo estes diferenciados quanto a classe de solo e ao estágio de regeneração natural. Os solos identificados foram das classes LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e GLEISSOLO HÁPLICO com cobertura vegetal do tipo Cerrado e Mata de Galeria respectivamente em estágio inicial e avançado de regeneração natural. Nos respectivos ambientes foram coletadas 10 amostras compostas de terra, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, formadas a partir de três amostras simples. As amostras após coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira de 2,0 mm de malha. Nestas foram realizadas as análises de pH em água, cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ), fósforo (P), potássio ( $\text{K}^{+}$ ), sódio ( $\text{Na}^{+}$ ) e acidez potencial (H+Al). Todos os métodos encontram-se descritos em Embrapa (1997). Foi determinado o Carbono Orgânico Total (COT) segundo a metodologia de Yeomans e Bremner (1988).

O padrão de distribuição dos atributos químicos do solo observados nos diferentes ambientes em processo de regeneração natural apresentou um padrão diferenciado quanto ao estágio de regeneração natural da vegetação, classe do solo e a profundidade. Conforme abordado por (DUARTE; CASAGRANDE, 2006) a vegetação por proporciona um constante aporte de resíduos vegetais ao solo, eleva o teor de matéria orgânica do solo, e consequentemente torna o ambiente edáfico mais adequado aos microrganismos devido aos efeitos de umidade, temperatura, agregação e conteúdo de nutrientes. Nos ambientes com a classe de solo LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO os maiores valores de pH foram observados na área onde a vegetação se encontrava em estágio avançado de regeneração no entanto os maiores teores de P,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ , H+Al;  $\text{K}^{+}$  e COT foram observados nas áreas em estágio inicial. Já nos ambientes com ocorrência da classe de solo GLEISSOLO HÁPLICO os maiores valores de pH e teores de P,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ; H+Al;  $\text{Na}^{+}$ ;  $\text{K}^{+}$  e COT foram observados na área em estágio avançado de regeneração. Quanto a profundidade do solo os valores dos atributos foram decrescente,

exceto para os valores de pH os quais aumentaram em profundidade. Estudos como os de Madeira et al. (2015) avaliando a influência do tipo da cobertura floresta na recuperação da fertilidade de solos Ferralíticos de Angola, demonstram que a recuperação da fertilidade está associada a natureza da cobertura florestal, e também as características do solo.

A dinâmica dos atributos químicos do solo nos ambientes florestais em processo de regeneração natural é influenciada pelas condições do relevo e pela presença de fatores ambientais que favorecem os processos de decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, nos quais o aporte de serapilheira é um dos mecanismos responsáveis pelo retorno dos nutrientes ao solo. No bioma Cerrado as melhorias nas condições químicas do solo em função do processo de regeneração natural foram mais efetivas para a classe de solo GLEISSOLO HÁPLICO, o que está relacionado ao maior aporte de serapilheira nesses ambientes e ao seu lento processo de decomposição.

## Referências

DUARTE, R. M. R.; CASAGRANDE, J. C. A interação solo-vegetação na recuperação de áreas degradadas. **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo**, p. 52, 2006.

DURIGAN, G.; MELO, A. C. G.; MAX, J. C. M.; BOAS, O. V.; CONTIERI, W. A.; RAMOS, V. S. **Manual para recuperação da vegetação do Cerrado**. 3ª ed. Revida e Atualizada. São Paulo: SMA. p. 19. 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de Análise de solo**. EMBRAPA/SNLCS. Rio de Janeiro, p. 212. 1997.

MADEIRA, M.; RICARDO, R. P.; NETO, A. G.. As coberturas florestais e a recuperação da fertilidade de Solos Ferralíticos de Angola. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 598-611, 2015.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Soil Science and plant analysis**, v. 19, p.1467-1476, 1988.

## DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES FIXOS PARA EQUAÇÃO DE PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS PARA FOZ DO IGUAÇU - PR

Adriana Zulian Fachim<sup>1</sup>, Patricia Cirino<sup>2</sup>, Denice Almeida<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Mestrando, Medianeira - PR, [adrifachim@hotmail.com](mailto:adrifachim@hotmail.com);

<sup>2</sup>Centro Universitário Dinâmica das Cataratas.

**Palavras-chave:** chuvas; dimensionamento; conservação.

O clima é um dos principais elementos para o controle da erosão e de sistemas de drenagem. Isto porque os processos de escoamento superficial e erosão são causas diretas das precipitações mais intensas. Para o dimensionamento de obras hidráulicas tanto rurais como urbanas é de suma importância o conhecimento da intensidade das precipitações, associado ao planejamento do meio ambiente. Isto, para que se projetem estruturas que suportem e resistam adequadamente às chuvas mais intensas que possam ocorrer em determinado período de tempo.

Para obter uma estimativa da intensidade das precipitações, existem modelos estatísticos que geram equações matemáticas para o cálculo dessas chuvas. Essas equações são geradas com base nos valores relacionados a séries históricas das precipitações já ocorridas. Com base na equação matemática gerada por esses modelos, pode-se estimar a vazão considerada máxima para essa determinada precipitação, e assim satisfazer de forma segura e economicamente viável um projeto de contenção do excesso de chuvas.

Em um país com vasta superfície como o Brasil, é comum que se haja poucos pontos de observação hidrológicos para obtenção das séries históricas de chuva. No Paraná, existem alguns trabalhos realizados para determinação de chuvas intensas, porém nenhum conhecido para o município de Foz do Iguaçu, devido à falta de estações pluviométricas que forneçam dados com séries históricas superiores há 10 anos. A falta dessas estações tem levado a utilização de relações que permitam a estimativa da chuva a partir de dados de pluviômetros com maior disponibilidade de estações e séries históricas no país.

Desta forma, considerando a importância e a utilização das equações de intensidade-duração-frequência, o presente trabalho teve por objetivo obter os coeficientes fixos (a, b, c e d) para a equação de chuvas máximas para o município de Foz do Iguaçu.

O município de Foz do Iguaçu se situa no estado do Paraná, estando situado entre as coordenadas 25° 32' 49" S e 54° 35' 11" O. Foi selecionada a estação pluviométrica com Latitude 25° 40' 59" S e Longitude 54° 25' 59" O, com 17 anos de observações, operada pelo SIMEPAR. O SIMEPAR disponibilizou a série de dados para o presente trabalho.

Da estação selecionada, foram extraídos os valores extremos de chuvas para a composição das séries anuais. A desagregação da chuva de um dia em chuvas de menor duração, foi obtida pela metodologia proposta pelo DAEE-CETESB (1980), com o uso dos coeficientes das relações de duração. Para a localidade de Foz do Iguaçu foi elaborado às séries anuais para as chuvas com durações de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos, e de 1 hora, 24 horas e o valor de 1 dia.

Os valores relacionados à intensidade máxima foram calculados dividindo-se os valores das alturas de chuva pelo seu tempo de duração em minutos. O resultado foi multiplicando pelo fator 60, para a intensidade da chuva ser expressa em mm h<sup>-1</sup>. Após, os dados foram organizados em

ordem decrescente de intensidade de precipitação para cálculo do tempo de retorno desta. Para isso, primeiro foi determinada a probabilidade de ocorrência, utilizando a Equação de Kimball.

Para determinação dos coeficientes da precipitação máxima, foram selecionados os valores de intensidade de precipitação máxima correspondente a duração de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60 e 1440 minutos e tempo de retorno de 1 a 18 anos. Os parâmetros a, b, c e d da foi obtido através do programa estatístico livre INFOSTAT versão 2012. O método utilizado foi o dos Mínimos Quadrados e a distribuição de probabilidade por Log-normal.

Os valores dos coeficientes determinados foram  $a = 1000,57$ ,  $b = 0,21$ ,  $c = 5,94$  e  $d = 0,745$ . Valores semelhantes de coeficientes foram encontrados por vários autores em várias regiões do Brasil, no Paraná o trabalho de Longo e colaboradores (2006) em Cascavel e Pereira e colaboradores (2007) em Dourados (MS).

O grau de ajustamento entre as variáveis pode ser verificado pelos valores do coeficiente  $R^2$  e r, que tiveram os valores 0,94 e 0,99 respectivamente, comparando a intensidade observada e intensidade calculada. O ajuste da equação foi considerado significativo a 95 % de probabilidade.

Como a cidade de Foz do Iguaçu não tinha uma equação própria, para dimensionamento de obras rurais, utiliza-se a equação de uma das cidades da região, Cascavel ou São Miguel do Iguaçu (FENDRICH, 2003). Calculada uma chuva máxima pela equação de Cascavel, teríamos uma intensidade de  $5,19 \text{ mm h}^{-1}$ . Pela equação de São Miguel de Iguaçu a intensidade máxima é  $4,46 \text{ mm h}^{-1}$ . A intensidade de chuva pela nova equação gerada no presente trabalho ficou em  $7,17 \text{ mm h}^{-1}$ . Isto significa dizer que, ao assumir a equação de Cascavel o erro cometido foi de 27,61 % e com a equação de São Miguel do Iguaçu esse erro aumenta para 37,8 %.

A diferença nas equações da região para a equação estabelecida pelo presente estudo pode se dar pelo fato da época em que foram geradas. As equações da região estabelecidas através do trabalho de Fendrich (2003) foram geradas a partir de histórico de dados de chuvas anterior ao ano de 2003. No caso de histórico de 30 anos com dados nos intervalos de 1972 a 2002 aproximadamente. O presente trabalho, apesar de contar com um histórico menor de chuvas (17 anos), se refere a dados gerados entre 1997 a 2014, ou seja, mais atuais. Portanto, deve-se considerar a defasagem no que diz respeito às mudanças climáticas sofridas nos últimos anos.

## Referências

- DAEE-CETESB. Departamento de Água e Energia Elétrica – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Drenagem urbana: **Manual de projeto**. São Paulo: DAEE-CETESB, 1980.
- FENDRICH, R. **Chuvas intensas para obras de drenagem no estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2003.
- LONGO, A. J.; SAMPAIO, S. C.; SUSZEK, M. Equação de chuvas intensas e precipitação provável para o município de Cascavel, PR. **Rev. Varia Scientia**, v.6, p.119-127, 2006.
- PEREIRA, S.B.; FIETZ, C.R.; PEIXOTO, P.P.P.; ALVES SOBRINHO, T.; SANTOS, F.M. **Equação de intensidade, duração e frequência da precipitação para a região de Dourados, MS**, Dourados, MS. Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 18p. (Documentos/Embrapa Agropecuária Oeste, 44).

## ATRIBUTOS EDÁFICOS E DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREAS DO BIOMA CERRADO, UBERABA - MG

Raissa Nascimento dos Santos<sup>1</sup>, Gilsonley Lopes dos Santos<sup>1</sup>, José Luiz Rodrigues Torres<sup>2</sup>,  
Matheus Duarte da Silva<sup>2</sup>, Marcos Gervasio Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Estagiária, Seropédica - RJ, [nsantos.raissa@gmail.com](mailto:nsantos.raissa@gmail.com);

<sup>2</sup>Instituto Federal do Triângulo Mineiro.

**Palavras-chave:** análise de correspondência canônica; estágio inicial; estágio avançado.

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando cerca de 22 % do território brasileiro (MMA, 2016), sendo verificada uma grande diversidade de solos dentro desse bioma. Essa diversidade faz com que existam diferentes padrões florísticos adaptados as variações dos atributos edáficos (químicos e físicos) (DURIGAN et al., 2003). Este estudo teve como objetivo avaliar a distribuição das espécies florestais em função da variação dos atributos químicos do solo em ambientes antropizados em processo de regeneração natural no bioma Cerrado em Uberaba - MG.

O estudo foi realizado no Município de Uberaba-MG, na Unidade I do Instituto Federal de Educação Tecnológica (IFET), localizado no Triângulo Mineiro. O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, onde estão presentes fragmentos florestais em diferentes estágios (inicial e avançado) de regeneração natural. Nessas áreas foi realizado o levantamento das espécies arbóreas. Para o levantamento dos indivíduos arbóreos foi utilizado o método de transecto, sendo esse método empregado para aqueles que apresentavam diâmetro igual ou superior de 15 cm a 30 cm do solo. Após a coleta dos dados no campo e do levantamento das espécies, foram realizados os cálculos dos parâmetros fitossociológicos. Foram coletadas 10 amostras compostas de terra por área, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, formadas a partir de três amostras simples. As amostras após coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira de 2,0 mm de malha. Nestas foram realizadas as análises de fertilidade segundo os métodos descritos em Embrapa (1997). Os dados das espécies vegetais foram analisados em conjunto com os dados dos atributos químicos do solo, através de análise de correlação canônica (ACC). A ACC permite uma análise da distribuição das espécies arbórea em relação aos atributos químicos do solo nos ambiente em processo de regeneração natural.

De acordo com os resultados das análises químicas, observou-se que os ambientes apresentaram uma baixa fertilidade do solo, com baixos valores de fósforo, magnésio e cálcio; teores médios de potássio e pH ácido. Para o ambiente em estágio inicial, os valores de P,  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  foram significativamente maiores em comparação ao estágio avançado. Esse padrão pode ser decorrente do fato de que a área em estágio inicial ainda apresenta resquícios das atividades antrópicas desenvolvidas na área, como a exploração agrícola que adotam técnicas como a calagem e adubação do solo. Já os valores de pH e teores de  $\text{H}^+\text{Al}$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  não apresentaram diferença significativa entre as áreas de estágio inicial e avançado.

Na ordenação das espécies, a partir do CCA, em relação aos atributos químicos do solo observou-se a influência dos atributos do solo na distribuição das espécies florestais. Onde a espécie *Blepharocalyx salicifolius* correlacionou-se com os maiores teores de sódio ( $\text{Na}^+$ ) e fósforo (P) e a *Myrsine guianensis* com os maiores teores de potássio ( $\text{K}^+$ ). Já as espécies *Curatella americana* e *Xylopia aromatica* estão associadas aos valores elevados de pH;  $\text{H}^+\text{Al}$  e  $\text{Al}^{+3}$ . As espécies *Psidium myrsonoides* e *Erythroxylum*

*deciduum* estão correlacionadas aos teores de magnésio ( $Mg^{+2}$ ) e aos teores de alumínio ( $Al^{+3}$ ) no solo.

Comparando os resultados obtidos através da CCA e o número de indivíduos das espécies em cada área, pôde-se observar que as espécies *Psidium myrsinoides* e *Blepharocalyx salicifolius* apresentaram um maior número de indivíduos na área em estágio inicial, área que apresentou os maiores teores de  $Mg^{+2}$  e P, teores com os quais ambas as espécies se correlacionaram, respectivamente. O resultado observado para a espécie *Xylopia aromatica* corrobora com os estudos realizados por Ruggieiro (2002) e Otoni et al. (2013), onde a espécie correlacionou-se com elevados teores de  $Al^{+3}$  no solo. Para os demais nutrientes e valores de pH não foram observadas diferenças significativas entre os ambientes de estudo.

A influência dos atributos do solo na distribuição das espécies florestais nos ambientes antropizados do bioma Cerrado em processo de regeneração natural é evidenciada pela variação da distribuição das espécies em função da acidez e fertilidade do solo. Onde as espécies *Curatella americana* e *Xylopia aromatica* estão associadas aos ambientes com maior acidez e as espécies *Blepharocalyx salicifolius*; *Myrsine guianensis*; *Psidium myrsinoides* e *Erythroxylum deciduum* aos ambientes com maior fertilidade do solo.

## Referências

DURIGAN, G.; RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C. Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma perspectiva regional. **Hoehnea**, v. 30, p. 39-51, 2003.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de Análise de solo**. EMBRAPA/SNLCS. Rio de Janeiro, p. 212. 1997.

MMA- Ministério do Meio Ambiente. Informações sobre o **Bioma Cerrado**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em 20/06/2016.

OTONI, T.J.O.; PEREIRA, I.M.; OLIVEIRA, M.L.R.; MACHADO, E.L.M.; FARNEZI, M.M.; MOTA, S.L.L. Componente arbóreo, estrutura fitossociológica e relações ambientais em um remanescente de cerradão em Curvelo - MG. **Cerne**. v.19, p.:201-11, 2013.

RUGGIEIRO, P.G.C. BATALHA, M.A.; PIVELLO, V.R. & MEIRELLES, S.T. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, v.160, p.1-16. 2002.



## MUDANÇAS NO USO E MANEJO DE UM CAMBISSOLO HÚMICO E SEUS REFLEXOS NAS CULTURAS EM SUCESSÃO

Neuro Hilton Wolschick, Fabrício Tondello Barbosa, Barbara Bagio, Danieli Schneiders,  
Luran Monteiro Muzeka

Universidade do Estado de Santa Catarina, Doutorando, Lages - SC, [neurohw@gmail.com](mailto:neurohw@gmail.com).

**Palavras-chave:** plantas de cobertura; produtividade; consórcio.

A introdução de espécies de plantas de cobertura do solo, nos sistemas de cultivo, é importante para a recuperação de áreas degradadas, bem como a manutenção da estrutura e fornecimento de resíduos vegetais ao solo. Seu uso é necessário para produção de palha e ciclagem de nutrientes. Neste contexto, o consórcio de plantas se torna interessante pela utilização de diferentes espécies, cada qual com suas características de desenvolvimento, produção de matéria seca e acúmulo/liberação de nutrientes para o sistema. O acúmulo de nutrientes no solo reflete no desenvolvimento da cultura subsequente, bem como nas características relacionadas a cultura do milho.

O escopo dessa pesquisa se refere à avaliação de um consórcio de plantas de cobertura no período de outono/inverno, em relação a sua produção de massa seca (MS), bem como a avaliação de alguns parâmetros de rendimento na cultura do milho, após mudanças no uso e manejo do solo.

O experimento está localizado no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV – UDESC, no município de Lages, sobre um CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico léptico. Antes do início dessa pesquisa o experimento continha tratamentos com diferentes manejos do solo, como segue: T1: sistema de semeadura direta; T2: rotação de preparo; T3: preparo reduzido; T4: solo sem cultivo e descoberto; e T5: sistema de preparo convencional, em parcelas com dimensões de 3,5 x 22,1 m (77,35 m<sup>2</sup>), em duas repetições. No início dessa pesquisa todos os tratamentos tiveram seu manejo unificado para o sistema de semeadura direta, com o objetivo de avaliar seu reflexo na produção das culturas de cobertura e produtividade da cultura do milho. Todos os tratamentos consistem no cultivo de um consórcio de plantas de cobertura (aveia preta, nabo forrageiro e ervilhaca comum) no período de outono/inverno, e a cultura do milho na primavera/verão para avaliação de rendimento. O solo foi corrigido de acordo com análise química realizada previamente, e tendo seus teores elevados para atingirem conforme recomendado pela CQFS RS/SC (2004), onde aplicou-se calcário dolomítico (PRNT 80 %) para elevar o pH a 6,0, Super Fosfato Triplo, e Cloreto de Potássio, para correção da acidez e reposição de nutrientes, respectivamente. As culturas de cobertura foram implantadas no mês de junho de 2015, com semeadura a lanço e o consórcio formado pelas culturas de aveia preta (*Avena strigosa*), o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e a ervilhaca comum (*Vicia sativa*), na densidade de semeadura de 30, 10 e 40 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A cultura do milho foi semeada no mês de novembro de 2015, com aplicação de adubo conforme recomendação para alta produtividade da cultura do milho, para o P, com superfosfato triplo (41 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na dose de 350 kg ha<sup>-1</sup>, para o K, com cloreto de potássio (58 % K<sub>2</sub>O), na dose de 180 kg ha<sup>-1</sup>. Para o N, aplicação em duas etapas, sendo a primeira no momento da semeadura e a segunda na fase de quatro folhas expandidas (V4), 35 e 195 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (CQFS RS/SC, 2004). As avaliações realizadas no período de maturação fisiológica, onde se avaliou a produção de massa seca (MS) e a produtividade.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de médias dos tratamentos, e

quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A produção de MS das plantas de cobertura não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, com uma média de  $7.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , isso pode ser resultado da correção da acidez e fertilidade do solo nos tratamentos, conforme a análise do solo e recomendação para esse tipo de solo, promovendo condições químicas ideais para a produção de MS. As características climáticas nesse período para essa região, onde o clima é temperado, úmido, sem estação seca, onde o verão é fresco com temperatura média de  $15,7^\circ\text{C}$  e precipitação média anual na região de  $1.533 \text{ mm}$  (SCHICK et al., 2014), com chuvas bem distribuídas, o que favoreceu o desenvolvimento adequado das culturas. Outro fator importante que explica a eficiência na produção de MS deve-se, ao efeito de complementaridade entre as diferentes espécies utilizadas no consórcio. A aveia preta e o nabo forrageiro apresentam um crescimento mais ereto e servem de suporte para o crescimento da ervilhaca, que por sua vez, promove a fixação biológica de nitrogênio, disponibilizando este nutriente no solo e favorecendo o desenvolvimento do consórcio (BONJORNIO et al., 2010). Conforme Wolschick et al., 2016), utilizando o mesmo consorcio de plantas de cobertura, relataram uma produção de MS, e uma capacidade de cobrir o solo, maior, em relação ao seu cultivo solteiro. A cobertura do solo tem reflexos diretos na erosão hídrica do solo, pois desempenha papel importante na energia de escoamento, servindo como obstáculo para o livre escoamento da água sobre a superfície do solo, retardando-a, bem como retardando o encrostamento superficial do solo (DALLA ROSA et al., 2013).

Já na produção de MS do milho apresentou diferença significativa entre o tratamento, sendo o T1 superior em 41 %, ao T4. Os demais tratamentos não diferiram entre o T1 e T4. Na produção de grãos o T4 apresentou a menor produtividade com  $7.608 \text{ kg ha}^{-1}$ , não diferindo em relação ao T5. O T1, T2 e T3, foram superiores, com média de  $11.000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Alta produtividade do milho é esperada para a região geográfica onde se realizou essa pesquisa. Sangoi et al. (2015), obtiveram uma produção próxima a  $10.000$  e  $17.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , com um manejo de média e alta fertilidade, respectivamente. Em relação ao peso de mil grãos houve diferença entre o T4 e os demais, mostrando-se inferior. Essas diferenças entre o T4 e os demais, podem ser reflexos desse tratamento ter o primeiro cultivo, após 27 anos mantidos sem cultivo.

## Referências

- BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; MAFRA, Á. L.; FLORES, M. C.; Soil water erosion under different cultivation systems and different fertilization rates and forms over 10 years. **R. Bras. Ci. Solo**. n. 38, p.1918-1928, 2014.
- DALLA ROSA, J.; COOPER, M.; DARBOUX, F.; MEDEIROS, J.C. Processo de formação de crostas superficiais em razão de sistemas de preparo do solo e chuva simulada. **R. Bras. Ci. Solo**, n. 37, p.400-410, 2013.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. S. Bras. Ci. Solo. 10. ed.: Porto Alegre, 2004. 404p. Solo. 10. ed.: Porto Alegre, 2004. 404p.
- SANGOI, L.; SILVA, L. M. M. da.; MOTA, M. R.; PANISON, F.; SCHMITT, A.; SOUZA, N. M. de.; GIORDANI, W.; & SCHENATTO, D. E. Desempenho Agrônômico do Milho em Razão do Tratamento de Sementes com *Azospirillum* sp. e da Aplicação de Doses de Nitrogênio Mineral. **R. Bras. Ci. Solo**, n. 39, p.1141-1150, 2015
- SCHICK, J.; BERTOL, I.; COGO, N.P.; GONZÁLEZ, A. P. Erosividade das chuvas de Lages, Santa Catarina. **R. Bras. Ci. Solo**, n. 38, p.1890-1905, 2014
- WOLSCHICK, N. H.; BARBOSA, F. T.; BERTOL, I.; SANTOS, K. F. dos; WERNER, R. de S.; & BAGIO, B. Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **R. Ci. Agrov. Lages**, v.15, n.2, p.134-143, 2016.

## RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM SISTEMA DE CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA

Carlos Rodrigo Nunes de Oliveira<sup>2</sup>, Rafael Soriani<sup>1</sup>, José Francirlei de Oliveira<sup>1</sup>,  
Graziela Moraes de Cezare Barbosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Mestrando, Londrina - PR, [rodrigo\\_n\\_oliveira@hotmail.com](mailto:rodrigo_n_oliveira@hotmail.com);

<sup>2</sup>Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural.

**Palavras-chave:** compactação; plantas de cobertura; conservação do solo.

O Brasil ocupa uma posição de destaque na produção mundial de grãos, sendo um grande exportador. Porém, esse aumento da produção de grãos, proporciona o aumento da intensidade de uso do solo, o que muitas vezes resulta em degradação do mesmo. Para minimizar essa potencial degradação, o plantio direto tem-se mostrado como um sistema de manejo eficaz na conservação do solo. Segundo Debiase (2008) os resíduos vegetais do milho na safrinha, proporciona pouca cobertura do solo, podendo aumentar a suscetibilidade do solo à erosão hídrica, perda de água e redução do teor de matéria orgânica do solo. Nesse sentido, o consórcio do milho com braquiária, permite a manutenção do milho como cultura de rendimento econômico e a braquiária agregando cobertura ao sistema. Franchini et al. (2008) concluíram que técnicas de consórcio que utilizam plantas forrageiras reduzem a resistência mecânica do solo à penetração das raízes, sugerindo que é possível descompactar camadas de solo, sem intervenção mecânica. A compactação do solo é uma importante causa de perdas na produtividade das culturas, em razão de modificações físicas no ambiente radicular que pode limitar a adsorção, absorção de nutrientes, infiltração e redistribuição de água, trocas gasosas, desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea (ROSOLEN, 1999). O objetivo do trabalho foi avaliar a resistência do solo à penetração ao longo do tempo em diferentes sistemas de implantação do consórcio milho e braquiária. Esse experimento está instalado desde 2009 no Instituto Agronômico do Paraná, estação de Londrina em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, com características climáticas Cfa - Subtropical úmido, temperatura média 21 a 22 °C, precipitação média anual 1400 a 1600 mm, evapotranspiração média anual 1300 a 1400 mm, Umidade Relativa (UR) média anual 75 a 80 %. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em parcelas de 30 m de comprimento por 6 m de largura. Os tratamentos avaliados foram: T1 = 1 Linha de milho + 1 linha de *Brachiaria* (plantio simultâneo), T2 = 1 Linha de milho + 2 linhas de *Brachiaria* (plantio defasado), T3 = 1 Linha de milho + *Brachiaria* na linha (simultâneo e misturado no adubo), T4 = 1 Linha de milho + *Brachiaria* na linha (simultâneo e misturado no adubo) + 2 Linhas de *Brachiaria* (plantio defasado), T5 = Milho e *Brachiaria* (plantio sequencial com duas semeadoras), T6 = Milho Solteiro, T7 = *Brachiaria* solteira, T8 = Aveia Solteira. Nesse estudo, a semeadura do consórcio milho x *Brachiaria* foi realizada após a colheita da safra de soja 2014/2015. A resistência do solo à penetração (RP) foi utilizada como indicador da qualidade física do solo proporcionada pelos diferentes sistemas de implantação do consórcio entre o milho e braquiária durante a safra da soja 2015/2016. Para a coleta dos dados da RP, foi utilizado o penetrógrafo modelo FALKER penetroLOG PLG1020, com três repetições por parcela. Durante a amostragem determinou-se a umidade do solo nas camadas 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m. A média das avaliações da umidade do solo do período foi de 0,29 g g<sup>-1</sup> na camada 0,0-0,20 e 0,35 g g<sup>-1</sup> na camada de 0,20-0,40 m. As determinações de RP foram realizadas no

pré-plantio da soja, no estágio R1 da soja e no pós-colheita da soja. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os resultados da média dos três períodos determinados da RP variaram de 2,3 a 2,6 MPa, na camada de 0,10 a 0,30 m. A menor RP foi observada no tratamento T1, onde foi inserido uma linha de braquiária, na entre linha do milho em plantio simultâneo, enquanto que a maior RP foi observada no T2 onde foi semeado duas linhas braquiária na entre linha do milho em plantio defasado. As culturas semeadas solteira (monoculturas) apresentaram RP muito próximo do maior valor encontrado de 2,6 Mpa. Verificou-se que nessa camada, todos os tratamentos apresentaram valores de RP  $> 2$  Mpa. Esse resultado pode ser explicado parcialmente pelo histórico de mecanização de plantio convencional (aração e gradagens) nesta área antes da implantação do experimento, ratificando a sensibilidade da RP em detectar camadas mais compactadas no perfil do solo (CUNHA et al., 2007). Índices de resistência de solo à penetração acima de 2,0 MPa são restritivos ao crescimento e ao funcionamento do sistema radicular (SILVA et al., 2004). No entanto, mesmo com valores acima de 2 Mpa na camada de 0,10-0,30 m, a cultura da soja não apresentou queda na produtividade, com exceção dos tratamentos com a máxima densidade de braquiária (T4) e no milho solteiro (T6), sendo: T1 com 3.022 kg ha<sup>-1</sup> por ha, T2 com 3.193 kg ha<sup>-1</sup>, T3 com 3.194 kg ha<sup>-1</sup>, T4 com 2.886 kg ha<sup>-1</sup>, T5 com 3.198 kg ha<sup>-1</sup>, T6 com 2.862 kg ha<sup>-1</sup>, T7 com 3.040 kg ha<sup>-1</sup> e T8 com 3.181 kg ha<sup>-1</sup>. Os valores de produção estão dentro do esperado conforme médias nacionais apresentadas pela EMBRAPA que é de 3.011 kg ha<sup>-1</sup>. Isto comprova que o consórcio nas diferentes densidades de braquiária, comparando com as culturas solteiras, não influenciaram negativamente a produtividade da cultura da soja entre as parcelas. Não houve diferenças significativas na resistência à penetração no solo, para as diferentes densidades de braquiárias no consórcio com o milho segunda safra. Em todos os tratamentos, a camada de 0,10 a 0,30 m apresentaram valores médios de RP acima de 2 Mpa.

## Referências

- DEBIASI, H. **Recuperação física de um Argissolo compactado e suas implicações sobre o sistema solo-máquina planta**. 263 f. 2008. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- FRANCHINI, J. C.; SARAIVA, O. F.; DEBIASI, H.; GONÇALVES, S. L. **Contribuição de sistemas de manejo do solo para a produção sustentável da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 12 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 58).
- ROSOLEM, C.A. Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do solo à penetração. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 821-828, 1999.
- SILVA, R.H.; REICHERDT, J.M.; REINERT, D.J. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 34, p. 399-406, 2004.

## INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO, CARGA ANIMAL, DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM E ALTURA DE PASTEJO EM ILP

Jonez Fidalski, Graziela Moraes de Cezare Barbosa, Ivan Bordin, Sérgio José Alves

Instituto Agronômico do Paraná, Pesquisador, Paranaíba - PR, [fidalski@iapar.br](mailto:fidalski@iapar.br).

**Palavras-chave:** arenito caiuí; integração lavoura-pecuária; *Urochloa brizantha*.

Os solos do arenito Caiuí, na região Noroeste do Paraná, são constituídos de caulinita e apresentam camada superficial arenosa com baixos teores de carbono orgânico total, demandando sistemas conservacionistas que os mantenham vegetados devido à susceptibilidade à erosão hídrica. O aumento da carga animal reduz a disponibilidade de braquiária, comprometendo a qualidade física do solo em sistema de integração lavoura-pecuária – ILP (TURINI, 2013; FIDALSKI; ALVES, 2015), mas não se conhece a influência do manejo da altura de pastejo com bovinos, disponibilidade de forragem e carga animal na infiltração de água no solo em sistema de ILP.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de infiltração da água no final do quinto período de pastejo, a disponibilidade de forragem e a carga animal durante outono e inverno em sucessão anual ao cultivo de soja, em diferentes alturas de pastejo em braquiária.

O experimento foi implantado em 2009/2010, na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em Xambrê, no Noroeste do Paraná, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, com teores de argila de 126, 132 e 165 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-200 cm de profundidade. O delineamento experimental é de blocos casualizados, com três repetições, em parcelas experimentais de 1 ha. Os tratamentos consistiram de quatro alturas de pastejos em braquiária (*Urochloa brizantha*) cultivar MG5 (10, 20, 30 e 40 cm), controlados com carga animal variável de bovinos (TURINI, 2013), e um tratamento testemunha, sem pastejo. A braquiária foi semeada em plantio direto, em 14/03/2014, após o cultivo de soja. O pastejo contínuo em braquiária foi realizado durante 93 dias, entre 26/05/2014 e 27/08/2014, avaliando-se a carga animal e a disponibilidade de braquiária por altura de pastejo conforme Turini (2013). Os ensaios de infiltração de água foram realizados a campo em 01/09/2014 a 04/09/2014, com umidade do solo de 0,07 dm<sup>3</sup> dm<sup>-3</sup> a 20 cm de profundidade, em cada uma das parcelas experimentais, utilizando-se um minissimulador descrito por Roth (1985), com a simulação de chuva de 70 mm durante uma hora. A água e sedimentos escorridos das microparcelas de 50 x 50 cm foram coletados e o volume medido em proveta a cada 2 minutos. A taxa de infiltração de água no solo foi determinada pela diferença entre a intensidade de precipitação pluvial aplicada e a taxa de escoamento superficial gerada. Os dados médios de infiltração de água no solo por altura de pastejo foram ajustados em função do tempo (minutos) e a taxa de infiltração de água no solo (mm h<sup>-1</sup>) proposta por Lewis-Kostiakov-Mezencev (ASSOULINE, 2013). Os resultados da carga animal e disponibilidade de braquiária foram submetidos às análises de regressões em função da altura de pastejo.

A carga animal decresceu linearmente 1,5 arrobas ha<sup>-1</sup> de peso vivo para 1 cm de braquiária pastejada ( $p < 0,01$ ), dentro do intervalo de 100 e 55 arrobas ha<sup>-1</sup> de peso vivo (1 arroba = 15 kg<sup>-1</sup>), respectivamente, para as alturas de pastejo de 10 e 40 cm. A disponibilidade de braquiária aumentou linearmente 120 kg de ha<sup>-1</sup> de matéria seca para cada cm de altura não pastejada, dentro do intervalo de 3.167 e 6.767 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca, respectivamente, para as alturas de pastejo de 10 e 40 cm.



No tratamento testemunha sem pastejo, não houve escoamento superficial, tendo infiltrado 70 mm h<sup>-1</sup> de água no solo. A redução das taxas de infiltração de água no solo de 70 mm h<sup>-1</sup> para 50, 56, 66 e 66 mm h<sup>-1</sup>, iniciaram aos 12, 22, 22 e 18 minutos, respectivamente, para as alturas de pastejo de 10, 20, 30 e 40 cm. As taxas de infiltração de água no solo aos 30 minutos foram de 40, 54, 66 e 66 mm h<sup>-1</sup>, aos 45 minutos, 36, 52, 65 e 65 mm h<sup>-1</sup>, e aos 60 minutos, 34, 51, 65 e 65 mm h<sup>-1</sup>, respectivamente, para as alturas de pastejo de 10, 20, 30 e 40 cm. O tratamento com a menor altura de pastejo reduziu mais rapidamente e com maior intensidade a infiltração de água no solo.

As taxas de infiltrações de água no solo foram similares para as alturas de pastejo de 40 e 30 cm, e diminuíram com a redução da altura de pastejo para 20 e 10 cm. Após o quarto e quinto períodos de pastejos neste experimento, Fidalski (2015) verificou redução da densidade do solo com o aumento da altura de pastejo na camada de 0-10 cm, e redução dos teores de carbono orgânico total na camada de 10-20 cm abaixo da altura de pastejo de 27 cm.

A redução das alturas de pastejo de 30 para 10 cm esteve associada ao aumento da carga animal, mas com menores disponibilidades de forragem e infiltração de água no solo. Para os agropecuaristas, a altura de pastejo representa a variável mais prática de definir a carga animal para *U. brizantha* em sistema de ILP, que poderá ser utilizada para maximizar a infiltração de água em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico para evitar o escoamento superficial e, por conseguinte a erosão hídrica, tendo como referência a altura mínima de 30 cm pastejo. Barbosa et al. (2013) constataram que esta altura mínima pastejo de 30 cm proporcionou melhor desempenho de bovinos de corte em *U. brizantha* em solo similar na região do presente trabalho.

A altura de pastejo em 30 cm manteria 70 % (70 arrobas ha<sup>-1</sup> de peso vivo) da carga animal máxima obtida com a altura de pastejo em 10 cm e 83 % (5.567 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca) da disponibilidade máxima de forragem obtida com a altura de pastejo em 40 cm. Este resultado de carga animal é similar ao obtido por Fidalski e Alves (2015) para altura de pastejo de 23 cm em *U. ruziziensis* com melhor qualidade física do solo.

Após cinco anos de sucessão soja na primavera-verão e braquiária no outono-inverno em sistema de ILP, a altura mínima de pastejo de *U. brizantha* deverá ser de 30 cm para maximizar a infiltração de água em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, com 70 arrobas ha<sup>-1</sup> de peso vivo com disponibilidade de forragem de 6 toneladas ha<sup>-1</sup> de matéria seca, adequada para a semeadura de soja em plantio direto neste solo durante a primavera e verão.

Os autores agradecem aos Assistentes em Ciência e Tecnologia do IAPAR, Jorge Felix dos Santos, Paulo Henrique Almeida Parpinelli e Nilson Rogério Barrios Peraçoli, pelo apoio aos ensaios de infiltração de água no solo.

## Referências

- ASSOULINE, S. Infiltration into soils: Conceptual approaches and solutions. **Water Resour. Res.**, v. 49, p. 1755-1772, 2013.
- BARBOSA, M.A.A.F.; CASTRO, L.M.; BARBERO, R.P.; BRITO, V.C.; MIORIN, R.L.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y. Desempenho de bovinos de corte em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés manejados em diferentes alturas de pastejo. **Semin. Ciênc. Agrár.**, v. 34, p. 4133-4144, 2013.
- FIDALSKI, J. Qualidade física de Latossolo Vermelho em sistema de integração lavoura-pecuária após cultivo de soja e pastejo em braquiária. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 50, p. 1097-1104, 2015.
- FIDALSKI, J.; ALVES, S.J. Altura de pastejo de braquiária e carga animal limitada pelos atributos físicos do solo em sistema integração lavoura-pecuária com soja. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 39, p. 864-870, 2015.

ROTH, C.H.; MEYER, B.; FREDE; H.G. A portable rainfall simulator for studying factors affecting runoff, infiltration and soil loss. **Catena**, v. 12, p. 79-85, 1985.

TURINI, T. **Desempenho produtivo e comportamento ingestivo de bovinos submetidos a diferentes alturas de pastejo de *Brachiaria ruziziensis* em integração lavoura pecuária**. 2013. 71f. Tese – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2013.



## EFEITO DE DIFERENTES COBERTURAS NO CONTEÚDO DE ÁGUA DO SOLO E NO CRESCIMENTO INICIAL DE ERVA-MATE

Felipe Dalla-zen Bertol, Dalvan José Reinert, Samara Pozzan da Rocha, William Saidelles Foggiato, Breno Bevilaqua Heinz

Universidade Federal de Santa Maria, Iniciação Científica no Departamento de Solos, Santa Maria - RS, [fe\\_bertol@hotmail.com](mailto:fe_bertol@hotmail.com).

**Palavras-chave:** conservação do solo; umidade do solo; *Ilex paraguariensis*.

A erva-mate possui grande importância socioeconômica e cultural, podendo ser utilizada como matéria-prima para a fabricação de conservantes, tintas, produtos de limpeza, cosméticos, medicamentos e na indústria alimentícia. Além disso, as folhas moídas e secas são utilizadas no chimarrão, que é uma bebida típica de alguns países da América do Sul (RODIGHERI et al., 1995; DANIEL, 2009). Conforme a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO (2013), a Argentina é o maior produtor de erva-mate, com 206 mil hectares cultivados, seguido do Brasil, com 85 mil hectares, cuja produção se concentra principalmente nos estados do Sul e no Mato Grosso do Sul (DANIEL, 2009). Em 2012, segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2012), o Rio Grande do Sul foi o maior produtor de erva-mate, seguido pelo Paraná e por Santa Catarina. Grande parte dos plantios de erva-mate é homogênea e a pleno sol (LOURENÇO et al., 2001). Um dos grandes problemas desse sistema é que alguns produtores manejam o erval em total concorrência com plantas daninhas ou excessivamente limpo, expondo o solo em demasia. Uma solução utilizada pelos produtores é a adoção de coberturas do solo consorciando com os ervaais. Como coberturas, podem ser utilizadas culturas de subsistência que, além de proporcionarem uma renda adicional ao produtor, protegem e trazem benefícios ao solo, assim como para a erva-mate (MEDRADO, 2002). O uso de coberturas no solo proporciona a manutenção da umidade do solo, pela redução da evaporação e da temperatura na camada superficial do solo, provocando a formação de um microclima que favorece os processos fisiológicos da planta e seu desenvolvimento (LOURENÇO et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2005). Neste contexto, o objetivo do trabalho foi estudar o efeito de diferentes tipos de coberturas na umidade do solo e no crescimento inicial da erva mate.

O experimento foi implantado na área experimental do departamento de solos da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Rio Grande do Sul. O clima da região da área de estudo é o Cfa da classificação de Köppen, o qual corresponde ao clima subtropical úmido, sem estiagens. O solo da área experimental é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (EMPRARA, 2013), com textura franco arenosa até 40 cm de profundidade. O delineamento empregado na instalação do experimento foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. As unidades experimentais possuíam 17,5 x 10 m e bordadura simples, ou seja, havia uma linha de árvores em cada um de seus lados. O plantio da erva-mate foi feito com espaçamento de 2,0 x 2,5 m, com 35 plantas em cada unidade experimental. Os tratamentos utilizados foram cinco tipos de cobertura: soja perene (*Neonotonia wightii*) (SP), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) (AF), vegetação espontânea roçada (VR), aveia preta (*Avena strigosa*) + nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) (AN) e aveia preta (*Avena strigosa*) + ervilhaca (*Vicia sativa* L.) (AE). A implantação do experimento ocorreu em novembro de 2014. O monitoramento da umidade do solo foi feito com o uso de TDR (time

domain reflectometer, em português, Reflectometria no Domínio do Tempo), o qual estava conectado a datalogger, multiplexadores e sondas. As sondas utilizadas para medir a umidade foram instaladas horizontalmente no centro da camada de 0-5 cm de profundidade, a 70 cm de distância das mudas de erva-mate, sendo instalada uma sonda em cada unidade experimental. Os dados foram obtidos e armazenados a cada sessenta minutos no inverno de 2015. O diâmetro foi medido com paquímetro digital a 0,10 cm de altura (d10) das mudas de erva-mate, em agosto de 2015. Os dados de umidade do solo e diâmetro das plantas foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, foi calculada a análise de variância e, quando o F foi significativo, foi calculado o teste de tukey ( $P < 0,05$ ). Para a umidade do solo foi calculada uma ANOVA para cada dia. Para verificar a intensidade da associação da umidade com o crescimento da erva-mate, foi calculada a correlação de Pearson ( $P < 0,05$ ).

O conteúdo de água no solo no inverno de 2015 foi influenciado pelos diferentes tipos de coberturas na camada superficial (0-5 cm). No inverno, na camada de 0-5 cm ocorreram diferenças nos meses de julho, agosto e setembro. Nestes três meses, os menores valores de umidade do solo foram observados no tratamento AE. Contudo, em nenhum momento o AE diferiu do VR e em alguns dias não diferiu dos tratamentos AN, SP e AF. Os tratamentos SP e AF cobrem 100 % do solo o ano todo. Contudo, a altura da cobertura com SP é maior do que a proporcionada pelo AF, fazendo com que a umidade seja maior. Conforme Ferreira et al. (2012), o nabo forrageiro estabelece a cobertura plena do solo de 40 a 60 dias após a semeadura. Já a ervilhaca demora de 60 a 80 dias após a semeadura para ter cobertura plena do solo. Logo, um dos motivos do AE ter menor umidade é que o AN cobre o solo mais rapidamente. O d10 das plantas foi maior para o AF e VR no inverno, possivelmente por estas coberturas terem menor altura, competindo menos por luz e espaço com a erva-mate. A SP exibiu menor crescimento, possivelmente pela maior competição com a erva-mate, não diferindo estatisticamente dos tratamentos AE e AN. A SP possui rápido crescimento após estar estabelecida, além de exibir hábito trepador, competindo com a erva-mate. A correlação entre a umidade do solo e o diâmetro das plantas não foi significativa, possivelmente, pois no estágio de crescimento das plantas do presente estudo, outros fatores podem ter maior influência no crescimento, como a competição das coberturas com a erva-mate. Desta forma, concluiu-se que, na maior parte dos dias, as coberturas AN, SP e AF proporcionaram maior umidade ao solo. Contudo, não foi observada correlação significativa da umidade do solo com o crescimento da erva-mate aos oito meses após o plantio. A competição por luz e espaço causado pelas coberturas AN, SP, AE afetou negativamente o crescimento inicial da erva-mate.

## Referências

- DANIEL, O. **Erva-mate: sistema de produção e processamento industrial**. Dourados: Editora da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 2009. 288p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 306 p.
- FERREIRA, L. E.; SOUZA, E. P. de; CHAVES, A. F. **Adubação verde e seu efeito sobre os atributos do solo**. Revista Verde, Mossoró, v.7, n.1, p. 33-38, 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes**. v. 39. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 101 p.
- LOURENÇO, R. S. et al. **Influência da cobertura morta na produtividade da erva-mate**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. n. 43, p. 113-122, 2001.
- MEDRADO, M. J. S. **Uso de coberturas verdes de solo nas entrelinhas de erva-mate**. Colombo: EMBRAPA, 2002. p.7. Comunicado técnico 84.

RODIGUERI, H. R.; SCHLOSSNACHER NETO, L.; CICHACZEWSKI, I. F. **Custos, produtividade e renda da erva-mate cultivada na Região de Guarapuava, PR.** Colombo: EMBRAPA-CNPq, 1995, 22p. (EMBRAPA-CNPq. Circular Técnica, 24).

OLIVEIRA, M. L. de. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.535-539, 2005.

## AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

Amanda Duim Ferreira, Douglas Gomes Viana, Cássio Francisco Moreira de Carvalho, Fábio Ribeiro Pires, Benedicto Barbosa Neto

Universidade Federal do Espírito Santo, Graduanda em Agronomia, São Mateus - ES,  
*amanda\_duim@hotmail.com.*

**Palavras-chave:** feijão; milho; resistência a penetração.

O Sistema Plantio Direto (SPD) é uma prática agrícola difundida na maior parte do país possuindo um enorme potencial para revolucionar a agricultura brasileira, visto que associa preservação e melhoria da capacidade produtiva do solo à alta produção na maioria das culturas. Entretanto, no Espírito Santo o relevo acidentado na maior parte do estado, a falta de tradição na produção de grãos e as elevadas temperaturas associadas a irrigação nas regiões de relevo plano ou suave ondulado dificultam o sucesso do plantio direto, principalmente devido a rápida decomposição da palhada, premissa básica do SPD.

Sendo assim objetivou-se avaliar os atributos físicos de um LATOSSOLO VERMELHO cultivado com milho e um LATOSSOLO AMARELO cultivado com feijão, ambos sob pivô central, na região norte do Espírito Santo, município de Pinheiros.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições. Os atributos físicos dos solos foram avaliados em duas profundidades (0,0-0,20 e 0,20 - 0,40 m). Determinou-se a densidade do solo ( $D_s$ ), densidade de partículas ( $D_p$ ), porosidade total ( $P_t$ ), macroporosidade ( $M_a$ ), microporosidade ( $M_i$ ), índice de estabilidade de agregados (IEA) e resistência do solo à penetração (RP), conforme descrito por Donagema et al. (2011). A RP foi avaliada em duas épocas: abril e setembro de 2015, com três repetições até a 0,4 m de profundidade, com o penetrômetro de impacto Modelo IAA/Planalsucar (STOLF, 1984). No momento da determinação da RP foram retiradas amostras nas profundidades de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m para determinação da umidade. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando F era significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A área de milho apresentou os maiores valores dos índices de estabilidade de agregados estáveis em água, DMP e DMG, independentemente da profundidade, em decorrência do maior aporte de material vegetal na área. A  $D_s$  e a  $D_p$  não foram significativas pelo teste de F, contudo apresentaram valores altos.

De acordo com Figueiredo et al. (2008) há um aumento da  $D_s$  logo após a implantação do plantio direto devido ao arranjo natural que o solo tende a apresentar quando deixa de ser revolvido no plantio convencional. Dessa forma, esse arranjo natural promove também, além do aumento da  $D_s$ , uma redução da  $P_t$ , uma vez que esses atributos estão muito relacionados, conforme relatado por Llanillo et al. (2006).

Segundo Megda et al. (2008), o crescimento das raízes pode ser prejudicado quando a macroporosidade do solo é reduzida a valores inferiores a  $0,15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , provocada pelo não revolvimento do solo causando o adensamento, principalmente na camada superficial. As maiores diferenças de RP foram observadas para os menores teores de água.

Constatou-se relação inversa da RP com o teor de água do solo, ou seja, à medida que se aumenta o teor de água no solo, diminui-se a RP, e vice-versa. A RP foi menor no LATOSSOLO VERMELHO, cultivado com milho, quando a umidade do solo estava mais alta, que condiz com os resultados observados por Cunha et al. (2002). Outra constatação é de que a RP do solo sofreu alteração de acordo com a época de avaliação. Na fase inicial do milharal (MI) em condições de solo mais úmido observou-se menor RP, conforme o solo foi secando a RP foi aumentando até a fase final do milharal (MF), resultados estes em função da colheita do experimento havendo suspensão da irrigação. Já a RP do solo cultivado com feijão, na fase inicial (FI), era mais elevada, e menor na avaliação final, quando o feijão já havia sido colhido (feijão na fase final ou FF) por seu ciclo ser menor que o do milho, e já havia sido semeado milho em sucessão na área, sendo necessária a utilização da irrigação o que proporcionou maiores valores de umidade do solo.

A RP foi influenciada diretamente pela umidade do solo, apresentando maior compactação no período em que o solo estava mais seco. A Ds e Dp apresentaram valores elevados devido ao tipo de solo e à influência do sistema plantio direto adotado há pouco tempo, necessitando assim de avaliações por um período maior para a constatação de seu efeito.

## Referências

- CUNHA, J.P.A.R. da; VIEIRA, L.B.; MAGALHÃES, A.C. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes densidades e teores de água. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.10, n.1-4, p.1-7, 2002
- DONAGEMA, G.K.; et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 225p.
- FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G. & TOSTES, R. Propriedades físicas e matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo e Cerrado nativo. **Bioscience Journal**, v.24, p.:24-30, 2008.
- LLANILLO, R. F et al. Evolução das de propriedades físicas do solo em função dos sistmas de manejo em culturas anuais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n 2, p 205-220, abr./jun. 2006.
- MEGDA, MM; CARVALHO, MP; VIEIRA, MX; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, CE Correlação linear e espacial between a Produtividade de feijão ea porosidade de hum Latossolo Vermelho de Selvíria (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.781-788, 2008.
- STOLF, R. Operação do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf. Piracicaba: Boletim nº2, **Série Penetrômetro de Impacto IAA/PLANALSUCAR**, 8p., 1984.

## FATOR C DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO PARA SUCESSÕES DE CULTURAS EM ELDORADO DO SUL - RS

Tiago Stumpf da Silva, Elemar Antonino Cassol, Marcelo Raul Schmidt, Joelma Divina Murliki,  
Priscila Pacheco Mariani

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Estudante de Pós-Graduação, Porto Alegre - RS,  
*tiago.stumpf@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** fator C; erosão; cobertura do solo.

A erosão é um processo de desgaste da superfície de rochas e de solos. Quando ocorre como erosão geológica é um importante componente da evolução natural do ecossistema físico e no desenvolvimento das paisagens. No entanto, quando ocorre como erosão antrópica ou acelerada pode interferir na qualidade dos solos e dos recursos hídricos, sendo, portanto, uma forma de erosão indesejável.

Com a necessidade de quantificar as perdas de solo por erosão hídrica, existem modelos matemáticos para essa determinação. O modelo de predição da erosão hídrica do solo mais utilizado no mundo é a Equação Universal de Perdas de Solo (*Universal Soil Loss Equation* - USLE) apresentada por Wischmeier e Smith (1978). Na USLE o efeito da cobertura e do manejo do solo é expresso pelo Fator C. Este fator reflete a razão de perdas de solo em áreas com determinado manejo e cobertura vegetal, com as perdas de solo em uma parcela denominada “padrão” que é mantida permanentemente descoberta e preparada no sentido do declive (WISCHMEIER; SMITH, 1978), ponderada pela distribuição da erosividade das chuvas ao longo do ciclo das culturas. O fator C se aproxima de 1,0 onde há pouca cobertura associado a uma alta mobilização de solo. E será baixo (aproximando-se de zero) onde grandes quantidades de resíduos vegetais cobrem o solo e há baixa mobilização por implementos ou em áreas de vegetação perenes e densas (BRADY; NEIL, 2013).

Além da distribuição da erosividade das chuvas, o Fator C depende dos estádios de desenvolvimento vegetativo das culturas, da cobertura do solo pelo dossel das plantas, da cobertura do solo pelos resíduos culturais, do manejo dos resíduos culturais, do tipo de preparo do solo, do tipo de rotação de culturas e o efeito residual dos cultivos do uso do solo (WISCHMEIER; SMITH, 1978).

O objetivo deste trabalho foi determinar o fator manejo e cobertura vegetal do solo (Fator C da USLE) para a sucessão de culturas trigo/soja e trigo/milho em preparo convencional, durante 13 anos de experimentação a campo.

O experimento foi conduzido no campo, sob condições de chuva natural, durante 13 anos, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no município de Eldorado do Sul, RS. O solo é um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.

Foram utilizados os dados de perdas de solo entre junho de 1976 a junho de 1989, nos tratamentos de: sucessão trigo/soja em preparo convencional e sucessão trigo/milho em preparo convencional, com os preparos sendo feitos com uma aração e duas gradagens, preparado convencionalmente no sentido do declive. Além desses, também avaliou-se as perdas de solo em uma parcela de solo descoberto, preparado convencionalmente com uma aração e duas gradagens no sentido do declive nas mesmas épocas dos tratamentos com as sucessões de culturas, e mantido livre de vegetação, o



qual representava a parcela padrão da USLE. As parcelas foram instaladas com dimensões de 3,5 x 22,0 m, com declividade de aproximadamente 0,12 m m<sup>-1</sup>, delimitadas por chapas galvanizadas, e por uma calha coletora de enxurrada, na extremidade inferior, conectadas por um cano de PVC aos tanques coletores localizados abaixo das parcelas experimentais.

As amostragens foram efetuadas sempre que possível após cada evento erosivo. No entanto, em muitas ocasiões foram realizadas amostragens acumulando as perdas ocasionadas por mais de uma chuva erosiva ou não erosiva. O volume de escoamento superficial era coletado pelo conjunto de tanques, os sedimentos eram retirados em amostras e posteriormente, levados ao laboratório de erosão para serem quantificados.

O Fator C foi determinado em dez períodos ao longo do ano agrícola, que inicia com os preparos e semeadura da cultura de inverno (trigo) e termina com a colheita das culturas de verão (soja e milho). Os cinco primeiros períodos correspondem ao ciclo de inverno e os cinco últimos ao das culturas de verão. Esses períodos foram divididos em número de dias ao longo do ciclo das culturas, determinando-se as perdas de solo e a erosividade. O cálculo do fator C em cada período por ano de cultivo foi efetuado pela expressão:

$$\text{Fator C} = \Sigma \text{RPS} * \text{FEI30}$$

Onde RPS é a razão de perdas de solo em cada período das culturas e FEI30 é a fração do índice de erosividade das chuvas nos mesmos períodos. A RPS é a razão de perdas de solo, entre a perda de solo ocorrida no tratamento com as culturas e as perdas correspondente a parcela-padrão da USLE em cada período do ciclo das culturas (1 ao 10). A FEI30 foi obtida pela razão entre o valor da erosividade que causou a perda de solo em cada período e o valor da erosividade anual (ano agrícola). O somatório dos valores do fator C ao longo dez períodos permitiu a obtenção deste fator dos diferentes sistemas de manejo do solo. A média dos 13 anos gerou o valor do Fator C para a utilização na Equação Universal de Perdas de Solo.

O Fator C varia entre pouco mais que zero e um, atingindo o máximo (C = 1,0) na parcela padrão, isto é, com solo permanentemente descoberto preparado convencionalmente no sentido do declive, com 9 % de declividade e 22 m de comprimento do declive. Para a sucessão trigo/soja em preparo convencional foi determinado Fator C de 0,1576 e de 0,1238 para a sucessão trigo/milho em preparo convencional. Em relação ao solo descoberto, a eficiência desses tratamentos foi de 84 e 87 %, respectivamente. Tendo em vista que o sistema de manejo foi o mesmo nos dois tratamentos (preparo convencional), a diferença reflete o efeito das culturas, no caso a diferente cultura de verão, pois no inverno foi a mesma cultura do trigo nos dois tratamentos. Assim, evidencia-se que a cultura do milho (e seus resíduos) são mais eficientes que a cultura da soja. A sucessão trigo/milho em preparo convencional foi 21 % mais eficiente do que o trigo/soja em preparo convencional.

Amaral (2006) determinou para sucessão de culturas trigo/soja em preparo convencional valor do Fator C de 0,198, em trabalho realizado em Lages, SC. Esse resultado é 20 % maior que o valor do Fator C de 0,1576 determinado no presente trabalho. Para a mesma sucessão de culturas, Bertol et al. (2001) encontrou valores do fator C igual a 0,3595. A variação destes resultados pode ser atribuída tanto a variações metodológicas, quanto a localização dos experimentos, e principalmente a distribuição das chuvas.

O Fator C para a sucessão de culturas do trigo seguido da soja, para o sistema de preparo convencional foi de 0,1576. Para a sucessão trigo/milho em preparo convencional o Fator C foi 0,1238.



## Referências

AMARAL, A. J. **Fator cobertura e manejo da equação universal de perda de solo para soja e trigo em um Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de manejo.** 2006. 112p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciência Agroveterinária, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2006.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator C para as culturas de soja e trigo em três sistemas de preparo em um Cambissolo Húmico alumínico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.451-461, 2001.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos.** 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 704p.

WISCHMEIER, W. H., SMITH D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.** Washington: USDA, 58 p. (Agricultural Handbook, 537), 1978.

## COMPORTAMENTO DO GERGELIM EM SUCESSÃO COM ADUBOS VERDES DE INVERNO NO DISTRITO DE MINGA GUAZU

Nélida Elizabet Quiñonez Silvero<sup>1</sup>, Rosa Maria Luján Oviedo de Cristaldo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Mestranda, Jaboticabal - SP, [neliquinhonez92@gmail.com](mailto:neliqinhonez92@gmail.com); <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción.

**Palavras-chave:** semeadura direta; adubos verdes; semeadura convencional.

A cultura do gergelim constitui uma excelente peça de renda para pequenos agricultores devido ao seu baixo custo de produção, bons rendimentos e renda significativa, também e um cultivo de fácil manejo agrônômico. Além do mencionado, desempenha um papel socioeconômico importante por meio da criação de postos de trabalho. Da família *Pedaliaceae*, se caracteriza por ser uma das oleaginosas mais antigas e utilizadas pelo ser humano, possui uma distribuição tropical e subtropical sendo intolerante à seca (ANTONIASSI et al., 2013; QUEIROGA; FERREIRA, 2008). As plantas podem ser anuais ou perenes, alcançando alturas de 0,50 a 3 m (ARRIEL, 2007).

O experimento foi conduzido no Distrito de Minga Guazú, Departamento de Alto Paraná, Paraguai, com o objetivo de avaliar a resposta do gergelim, semeado em sucessão com adubos verdes de inverno. O solo foi caracterizado segundo Lopez Gorostiaga et al. (1995) como Rhodic Kandiodox da Ordem Oxisol, na classificação americana, de textura argilosa muito fina e cor vermelha na camada arável. Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso com arranjo em parcelas subdivididas (split plot), onde os tratamentos principais (parcelas maiores) foram os sistemas de semeadura (direto e convencional) e os tratamentos secundários (subparcelas) foram os adubos verdes de inverno; aveia preta (*Avena strigosa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), tremoço branco (*Lupinus albus*) e uma parcela testigo. A semeadura dos adubos verdes e o gergelim foram realizados em abril e outubro, respectivamente, sendo o corte dos adubos em julho e a colheita do gergelim em março. A variedade utilizada foi Escoba Blanca. Foram avaliadas variáveis de produção e morfologia: matéria seca de adubos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), altura do gergelim (cm), número de ramificações por planta, número de cápsulas por planta, número de sementes por cápsula, peso de 1000 sementes (g) e rendimento do gergelim ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). As análises estatísticas foram feitas a partir da análise da variância e a comparação de medias pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para a produção de matéria seca de adubos verdes, sendo o tremoço branco ( $5.039 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e aveia preta ( $4.453 \text{ kg ha}^{-1}$ ) os que apresentaram melhor produção, sendo estatisticamente iguais. O tremoço é um legume anual, tendo uma parede celular forte e baixo conteúdo de água nos tecidos, motivo que obedece ao alto aporte de matéria seca, mas, também apresenta uma rápida decomposição e cobre o solo por períodos curtos de tempo. A aveia preta apresenta também uma alta produção de matéria seca e uma cobertura do solo por mais tempo.

A altura de plantas diferiu significativamente entre os sistemas de semeadura, observando-se um comportamento melhor no sistema de semeadura convencional, onde a altura máxima foi de 2,32 m diferindo estatisticamente da altura observada na semeadura direta. Não houve interação entre os adubos verdes e o tipo de semeadura. Esse comportamento poderia indicar que o sistema de semeadura direta em solos argilosos, que fornecem condições de ideais para o cultivo, como

umidade, aporte de matéria orgânica e proteção do solo contra a erosão, estaria favorecendo a compactação do solo pela falta de remoção, convertendo-se numa situação limitante para o ótimo desenvolvimento das raízes do gergelim, que necessita de boa areação para que isso aconteça. Não houve diferenças significativas para o número de ramificações por planta e o número de cápsulas por planta, observando-se médias de 5,43 ramas e 136 cápsulas. O número de ramificações por planta é uma característica de cada variedade e pode verse modificada dependendo do manejo do cultivo e do número final de plantas por metro (EMBRAPA, 2009).

O número de sementes por cápsula apresentou diferenças entre os tratamentos, sendo maior a quantidade de semente quando o gergelim é semeado em sucessão ao tremoço, observando-se em média 63 sementes por cápsula. O gergelim é uma cultura composta principalmente de óleo e proteína em suas sementes, sendo necessária uma maior quantidade de energia para a sua fabricação, demandando muitos nutrientes, principalmente nitrogênio, que o tremoço, mediante a fixação biológica do nitrogênio, proporcionou este nutriente para as plantas. Houve interação entre os sistemas de semeadura e os adubos verdes para o peso de 1000 sementes, observando-se melhor comportamento quando o gergelim é semeado no sistema de semeadura direta, sobre parcelas em pousio, com média de 3,11 g. No entanto, a semeadura direta, apesar de ter contribuído a um maior peso de sementes, proporcionou uma diminuição no número de sementes por cápsula, como visto anteriormente. O peso das sementes pode variar entre 2 a 4 gramas (EMBRAPA, 2009) e constitui um componente importante no rendimento do gergelim.

O rendimento do gergelim não foi estatisticamente diferente para a semeadura direta e convencional, mas houve diferenças na sucessão com os adubos verdes de inverno, sendo o melhor comportamento observado sobre o tremoço, com média de 881,67 kg ha<sup>-1</sup>. Em condições favoráveis de clima e manejo, o gergelim tem uma produtividade de 800 a 900 kg ha<sup>-1</sup>. Sobre sucessão com aveia preta, o gergelim apresentou baixo rendimento, devendo-se provavelmente a baixa relação C/N que apresenta o que produz a imobilização do nitrogênio pelos organismos do solo para a decomposição dos resíduos sobre a superfície (SILVEIRA, 2002).

Entre os elementos essenciais, o nitrogênio caracteriza-se por limitar com mais frequência o desenvolvimento dos cultivos, formando parte de numerosos compostos essenciais à planta representados maioritariamente pelas proteínas (90 % ou mais). Uma deficiência deste elemento pode retrazar o desenvolvimento da planta de gergelim, provocando folhas amareladas e conseqüentemente queda. Se a deficiência for prolongada ocorre à queda dos botões florais, reduzindo o número de frutos por planta e conseqüentemente diminuição da produtividade (BELTRÃO et al., 2013)

## Referências

- ANTONIASSI, R.; ARRIEL, N. H.; GONÇALVES, E.; CORDEIRO DE FREITAS, S.; ZANNOTTO, D. L.; RIBEIRO BIZZO, H. Influência das condições de cultivo na composição da semente e do óleo de gergelim. **Revista Ceres**, v.60, n.3, p.301-310.
- ARRIEL, N. E. **Cultura do gergelim**. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília. 72p. 2007.
- BELTRÃO, N.; FERREIRA, L.; QUEIROZ, N. L.; TAVARES, M.; ROCHA M.; ALENCAR, R. D.; NASCIMENTO PORTO, V. C. 2013. **O gergelim e seu cultivo no semiárido brasileiro**. IFRN. Natal. 245p.
- EMBRAPA. **Gergelim. 500 perguntas, 500 respostas**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília. 214p. 2009.
- LÓPEZ GOROSTIAGA, O.; GONZÁLEZ ERICO, E.; LLAMAS, P.; MOLINAS, A.; FRANCO, E.; GARCÍA, S.; RÍOS, E.

**Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental Del Paraguay.** Proyecto de Racionalización del uso de la tierra. Asunción. Ministerio De Agricultura y Ganadería. Vol. I. 246p, 1995.

QUEIROGA, V.; FERREIRA DA SILVA, O. R. **Tecnologias utilizadas no cultivo de gergelim mecanizado.** Embrapa Documentos, 203. Campinas. 140p. 2008.

SILVEIRA, P. M. **Influência do preparo do solo e de rotação de culturas no feijoeiro.** EMBRAPA, p. 16, 2002.

## DECOMPOSIÇÃO E PRODUÇÃO DE FITOMASSA EM ÁREAS COM DIFERENTES REMOÇÕES DE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Laisa Gouveia Pimentel<sup>1</sup>, Izaías Pinheiro Lisboa<sup>1</sup>, Maristela Calvente Morais<sup>2</sup>, Gustavo Vicentini Popin<sup>1</sup>, Carlos Clemente Cerri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Doutorando, Piracicaba - SP, [pimentel.laisa@usp.br](mailto:pimentel.laisa@usp.br); <sup>2</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo.

**Palavras-chave:** etanol celulósico; biota do solo; biocombustíveis.

A busca pela produção sustentável de biocombustíveis propiciou o surgimento e desenvolvimento de novas tecnologias, uma delas é o etanol de segunda geração, que é o etanol produzido a partir de resíduos culturais. Dessa forma, a remoção da palha dos campos de cultivo deve se tornar uma prática comum em áreas de plantio da cana-de-açúcar, em poucos anos.

O efeito da remoção da palha sobre o solo ainda permanece incerto. No entanto, é consenso que a decomposição dos resíduos culturais é fonte de carbono (C) e nutrientes para o solo. Assim, a retirada desses resíduos pode alterar o estoque de C e a disponibilidade de nutrientes para as plantas (PETERSEN et al., 2013), com consequente diminuição da produtividade da cultura.

Dessa forma, especialmente no cenário atual da crescente demanda por etanol, é importante identificar e compreender os impactos da remoção de resíduos da colheita da cana-de-açúcar da superfície do solo no processo de decomposição da palha e o efeito na produção de fitomassa da cana-de-açúcar.

Para que o objetivo pudesse ser alcançado, foram instalados dois experimentos na estação chuvosa em condições de campo em duas usinas no estado de São Paulo: Bom Retiro (Capivari – SP) e Univalem (Valparaíso – SP). As áreas experimentais diferem quanto ao tipo de solo, de clima e quanto às variedades de cana-de-açúcar. O solo da Usina Bom Retiro foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico e textura franco argilo arenosa, já o solo da Usina Univalem, como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico de textura areia franca. O clima na Usina Bom Retiro é classificado como subtropical úmido (Cwa) e na Usina Univalem como tropical chuvoso (Aw). A variedade de cana-de-açúcar cultivada na Usina Bom Retiro foi a CTC 14 e a variedade RB-86-7515 na Usina Univalem.

Durante a colheita mecanizada da cana-de-açúcar, em outubro de 2014, foram retiradas diferentes quantidades de palha do campo. Os tratamentos avaliados foram: i) 0, ii) 25 e iii) 50 iv) 75 % de palha removida do solo. O experimento foi delineado em blocos inteiramente casualizados com os tratamentos (doses de remoção de palha) dispostos em faixas.

Para a avaliação da taxa de decomposição foram coletadas palhas dentro de caixas (0,5 x 0,5 m), instaladas no campo, nos tempos um, dois, quatro, seis, oito e doze meses após a colheita da cana-de-açúcar e as massas de matéria seca de palha remanescente em cada coleta foram quantificadas. Além disso, foram calculados o tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ), que é o tempo necessário para que metade do material vegetal se decomponha e a taxa de decomposição (k) da palha. Para a extração da biomassa microbiana da palha e do solo (0-0,05 m) foi usado o método da fumigação-extração (VANCE, 1987) e os teores de C microbiano foram determinados por combustão úmida.

Por fim, com o objetivo de avaliar a produtividade de fitomassa da parte aérea da cana-de-açúcar, foram feitas avaliações biométricas nove meses após a instalação do experimento. Essa avaliação

consistiu em determinar a produtividade dos componentes da planta: folhas secas, ponteiros e colmos em 4 metros; com posterior extrapolação para produtividade por hectare.

A decomposição é um processo biológico de quebra do material orgânico particulado em materiais solúveis, que serão absorvidos pelas células microbianas e raiz das plantas. Assim, os organismos do solo ao mesmo tempo em que são os responsáveis pela decomposição do material vegetal, utilizam os produtos das reações para produção da sua própria biomassa. Além disso, a presença da palha sobre o solo, e não só a decomposição desse material, pode ter efeitos diretos sobre a comunidade microbiana, especialmente por manter a umidade e diminuir as oscilações de temperatura do solo.

A palha depositada sobre o solo é fonte de C, energia e nutrientes para os organismos quimioheterotróficos (BAYER; MIELNICZUK, 2008), principal grupo de organismos decompositores presente no solo. No entanto, a eficácia da conversão do substrato em biomassa microbiana depende da quantidade e da qualidade (natureza) do material vegetal. A maior taxa de decomposição e maiores teores de C da biomassa microbiana tanto do solo quanto da palha foram verificadas nos tratamentos com menor remoção de palha, não observando diferença entre as usinas. Além disso, os substratos com baixas taxas de decomposição e altos  $t_{1/2}$  foram os menos aproveitados pela biomassa microbiana. Nesse sentido, independente das condições edafoclimáticas e da dose de remoção de palha, a maior biomassa foi acompanhada de maiores taxas de decomposição, confirmando o efeito direto da decomposição dos resíduos pelos organismos do solo.

Além da decomposição de resíduos vegetais fornecer componentes solúveis para a biomassa microbiana, há também o fornecimento de compostos às raízes das plantas, em especial os macronutrientes, como fósforo, potássio, nitrogênio, cálcio e magnésio. Esse maior fornecimento advindo da decomposição de resíduos pode ocorrer pela maior disponibilidade de nutrientes no solo ou como fonte de nutrientes às plantas. Isso, devido à complexação ou adsorção de íons competidores, que inibem a ação dos grupos funcionais do solo deixando os nutrientes mais livres em solução, para posterior absorção radicular. Além disso, a decomposição dos resíduos vegetais atua como fonte de nutrientes para as plantas devido à mineralização dos elementos nos tecidos dos vegetais.

Dessa maneira, a decomposição dos resíduos pode favorecer o adequado suprimento desses nutrientes às raízes da cana-de-açúcar, no decorrer do ciclo. Sendo assim, a produtividade de massa de matéria seca total da cana-de-açúcar foi crescente de acordo com a taxa de decomposição dos resíduos e com a quantidade de palha deixada sobre o solo. A maior decomposição possivelmente disponibilizou maiores teores de nutrientes que propiciou o aumento na produtividade de fitomassa ao longo dos nove meses de avaliação da produtividade da cultura.

Dessa forma, pode-se concluir que a maior deposição de palha sobre o solo favoreceu o incremento da biomassa microbiana, que aumentou a taxa de decomposição dos resíduos, refletindo na maior produtividade de fitomassa total da cana-de-açúcar. Nesse sentido, estudos de campo sobre a adequação ambiental da remoção de palha em áreas de cana-de-açúcar são fundamentais antes da utilização, em larga escala, dos resíduos como fonte de biomassa para a produção de etanol celulósico.

Agradecimentos: Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do estudo (Processo FAPESP 2015/00308-0).

## Referências

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e Função da Matéria Orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo; Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 2008. p. 7-18.

VANCE E. D.; BROOKES P.C.; JENKINSON D. S. Microbial biomass measurements in forest soils: The use of the chloroform fumigation-incubation method in strongly acid soils. **Soil Biol Biochem.** n. 19, p. 697-702, 1987.

PETERSEN, B. M.; KNUDSEN, M. T.; HERMANSEN, J. E.; HALBERG, N. An approach to include soil carbon changes in life cycle assessments. **J. Clean. Prod.** v. 52, p. 217-224, 2013.



## ESTIMATIVA DE PERDAS DE SOLO EM DIFERENTES ANOS NA BACIA DO RIO CAMBORIÚ - SC

Kleber Trabaquini<sup>1</sup>, Denilson Dortzbach<sup>1</sup>, Everton Blainski<sup>1</sup>, Antonio Paz González<sup>2</sup>,  
Marcos Gervasio Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Pesquisador, Florianópolis - SC, [klebertrabaquini@epagri.sc.gov.br](mailto:klebertrabaquini@epagri.sc.gov.br); <sup>2</sup>Centro Universitário Dinâmica das Cataratas;  
<sup>3</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**Palavras-chave:** EUPS; SIG; bacia hidrográfica; Santa Catarina.

Os fenômenos erosivos têm como causas principais a ocupação de forma desordenada do solo, causando problemas socioambientais, que reduzem a fertilidade dos solos, provocam o assoreamento de cursos de água, possibilidades de enchentes e voçorocas (VIEIRA, 2008). Para o estudo desse fenômeno é possível a utilização de métodos diretos, baseados na coleta do material erodido, em campos experimentais e/ou em laboratório, ou ainda de métodos indiretos, por meio de modelagem matemática. Dentre esses modelos, a equação universal de perdas de solo (EUPS), proposta por Wischmeier e Smith (1978) que espacializada por meio de SIG, permite de forma prática e utilizando variáveis de fácil obtenção, uma análise da perda de solo por erosão laminar, possibilitando contextualizar os resultados obtidos em função do uso e ocupação das terras. Assim, o objetivo do presente estudo foi o de avaliar as perdas de solo através da aplicação da equação de perdas do solo, na Bacia Hidrográfica (BH) do Rio Camboriú - SC nos anos de 1957, 1978 e 2008. A BH do Rio Camboriú está inserida nos municípios de Camboriú e Balneário Camboriú que estão localizados entre os paralelos 26° 57' 15" e 27° 09' 20" de Latitude Sul e os meridianos 48° 33' 30" e 48° 48' 45" de Longitude Oeste com uma área de 25.824,83 ha, e estão situados na região litorânea do estado de Santa Catarina. Para quantificar as perdas de solo foi utilizada a EUPS que estima as perdas de solo por erosão laminar através da multiplicação de seis fatores intrínsecos às características climáticas, propriedades do solo, paisagem do terreno, cobertura vegetal com manejo agrícola e práticas conservacionistas (WISCHMEIER; SMITH, 1978). O fato de não haver estações meteorológicas na área de estudo com leituras apropriadas com intervalos de coleta de precipitação inferiores a 30 minutos, o presente estudo, para o cálculo do fator R de erosividade das chuvas ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), utilizou o valor obtido por Bertol et al. (1993) para o município de Lages, Santa Catarina, que foi de  $5.694 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Segundo estudo realizado por Veiga et al. (1992), o potencial erosivo das chuvas do município de Camboriú está na mesma faixa que Lages (120 a 140 mm mensais), o que reforça a utilização desse valor. Para o cálculo do fator K, fator erodibilidade do solo ( $\text{t h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ), as informações acerca das classes de solos encontradas na área do estudo foram obtidas do inventário de terras realizado por Epagri (LAUS NETO et al., 1999) em escala 1:25.000, no local em que são encontradas as associações entre Argissolos, Cambissolos, NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS e GLEISSOLOS HÁPLICOS. Para o cálculo do valor K utilizou-se a Equação Wischmeier e Smith (1978) uma vez que todos os parâmetros necessários para este modelo podem ser encontrados no relatório do levantamento de solos, realizado por Epagri (LAUS NETO et al., 1999) na área do estudo. O fator topográfico (LS) da EUPS é composto pelo comprimento da

rampa (L) em metros e pela declividade da encosta (S) em porcentagem, e são, inicialmente, definidos de maneira separada. A equação utilizada para a determinação do LS vem da EUPS, adaptada por Bertoni e Lombardi Neto (2008). A análise do fator CP de uso e cobertura e manejo do solo foi realizada para os anos de 1957, 1978 e 2008. O processamento digital das imagens foi realizado no *software ArcGIS* 10.1. O mapa de estimativa de perda de solo foi obtido através do *software ArcGIS*, com o cruzamento das variáveis de erosividade, erodibilidade, fator LS e fator CP. Foram gerados três mapas de perdas de solos para as três datas analisadas, 1957, 1978 e 2008. Conforme os dados de pluviosidade observados nas estações meteorológicas instaladas na BH, reforça-se o potencial erosivo das chuvas nessas áreas que em alguns momentos do ano, possuem valores superiores a 25 mm h<sup>-1</sup>. De acordo com essa metodologia da erodibilidade adotada, a classe de solo predominante na área representa a classe alta. Esses valores estão relacionados as áreas com maior declividade, junto aos divisores de água e onde tem-se a predominância da classe dos Argissolos. A classe média está relacionada às áreas próximas aos cursos de água e a baixa onde estão localizadas as áreas urbanas de Camboriú e Balneário Camboriú, nas áreas próximas ao litoral. Mais da metade da área se encontra em relevo forte ondulado, com declividade variando entre 20 e 45 %, o que remete a cuidados com as perdas de erosão. As áreas com declividade inferior a 20 % perfazem um total de cerca de 35 % da área total. O comprimento de rampa apresenta o predomínio de áreas com rampas inferiores a 100 m e se encontram distribuídas por toda a área de estudo. O cruzamento dos mapas de declividade e comprimento de rampa gerou o mapa do fator topográfico (Fator LS), que apresentou maior percentual de valores na faixa de 10 a 50, definida por Bertoni e Lombardi Neto (2008) como muito alto. Na observação entre as três datas avaliadas verifica-se que em todas as épocas, predominam índices baixos de CP, condicionados pela vegetação florestal presente na área, assim como as áreas urbanizadas que possuem valor zero no método utilizado. Verifica-se valor elevado atribuído as áreas de arroz irrigado, pelo fato da grande movimentação do solo e este sendo prontamente despejado e perdido nos corpos d'água. O resultado da multiplicação de todos os fatores da EUPS, compilada por Wischmeier e Smith (1978), verifica-se que a maior perda de solo ocorreu no de 1978, chegando em algumas áreas perdas superiores as 20 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, este relacionado ao cultivo com atividades agropecuárias em áreas de maior declividade, principalmente pastagens. A estimativa de perdas de solo indicam valores baixos para os 3 anos avaliados, destacando os menores valores de perdas de solos no ano mais recentemente avaliado, reflexo pelo abandono das áreas antes agricultáveis, reforçando a importância da cobertura do solo. O que chama a atenção para os dados apresentados, é que as menores perdas de solo se encontram nos dias atuais (ano 2008), reflexo da redução das áreas agricultáveis que deram espaço para as áreas de floresta. O êxodo rural é um fator importante a ser considerado nessas áreas, que acarretou em aumento nas áreas urbanizadas, contribuindo para a diminuição das perdas de solo em relação aos anos de 1957 e 1978. Uma das críticas da aplicação da EUPS está baseado no fato que numa BH existem áreas de transporte e áreas de deposição, sendo o volume do solo perdido da área menor que o estimado pelo modelo. A equação não identifica as áreas de deposição, as quais seriam responsáveis pela retenção de parte dos sedimentos. A EUPS apesar de suas limitações constitui-se num importante instrumento de investigação sobre o processo erosivo, pois, a partir das características e propriedades dos fatores ambientais responsáveis pelas perdas de solos, possibilitando ações mais efetivas de planejamento ambiental e otimização dos recursos.

## Referências

BERTOL, I. Índices de erosividade ( $EI_{30}$ ) para Lages (SC) - 1ª aproximação. **Pesq. Agrop. Bras.**, 28:515-521, 1993.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6.ed. São Paulo, Ícone. 2008. 355p.

LAUS NETO, J.A.; MACIEL, C.A.T.; TASSINARI, G.; BACIC, I.L.Z.; BENEZ, M.C.; CHANIN, Y.M.A; SOUZA, C.V.; BUCHMANN, E.; FIGUEIRÓ, N.; ZAMPARETI, A.F.; ROSSO, R.V.; CARRIÃO, S.L.; VIEIRA, V.F.; POLA, A.C.; MOLINARI, A.J. & SIMON, A.A. **Inventário das terras em bacias hidrográficas - 1: Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú** (municípios de Camboriú e Balneário Camboriú). 1999, 102p.

VEIGA, M., MASSIGNAM, A.M. & WILDNER, L.P. Potencial erosivo das chuvas no Estado de Santa Catarina. **Agrop. Catarinense**. v.5, p.17-19, 1992.

VIEIRA, V.F. Estimativa de perdas de solo por erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica. **Geografia**. v.17, n.1, p.73-81, 2008.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, USDA, 1978. 57p.

## INFLUÊNCIA DA COMPACTAÇÃO DO SOLO NO FECHAMENTO DAS ENTRELINHAS DA CULTURA DA SOJA E DO MILHO

Camila Jorge Bernabé Ferreira<sup>1</sup>, Cássio Antônio Tormena<sup>1</sup>, Edner Betioli Junior<sup>2</sup>,  
Ivan Gabriel Ruiz Scarabeli<sup>1</sup>, Henrique Sasso Favilla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Doutoranda, Maringá - PR, [camilajbferreira@gmail.com](mailto:camilajbferreira@gmail.com); <sup>2</sup>COCAMAR.

**Palavras-chave:** densidade do solo; plantio direto; passadas de trator.

A reduzida mobilização do solo sob sistema plantio direto (SPD), associada ao uso de maquinaria agrícola pesada, em especial sob condição de alta umidade do solo, tem provocado a compactação da camada superficial dos solos argilosos. A compactação é considerada uma das principais causas da degradação física do solo ocasionada pela redução de volume do solo quando uma pressão externa é aplicada (KELLER et al., 2013), culminando no aumento de densidade do solo (Ds), diminuição da porosidade e alterações na distribuição do tamanho de poros. Um dos efeitos mais pronunciados da compactação do solo é a redução do volume de solo explorado pelas raízes, limitando o aproveitamento de água e dos nutrientes aplicados no solo. Os nutrientes podem estar disponíveis, mas o crescimento das raízes é limitado dificultando o acesso aos mesmos (BEUTLER; CENTURION, 2004).

A resposta das culturas à compactação do solo é um assunto ainda pouco compreendido, pois é altamente dependente das condições climáticas durante o crescimento das mesmas. A magnitude do efeito da compactação sobre as culturas varia com a disponibilidade de chuvas, de modo que em períodos com pronunciado déficit hídrico é possível perceber o grande impacto da compactação na produção das lavouras devido a baixa eficiência do sistema radicular em absorver água e nutrientes. Fatores que retardam o crescimento das culturas podem causar o fechamento tardio das entrelinhas das mesmas. Menor fechamento nas entrelinhas implica em crescimento e desenvolvimento de maior número de plantas daninhas que, aumento da temperatura do solo, aumento da evaporação, com reflexos na produtividade das culturas. Por outro lado, o fechamento das entrelinhas, nos estádios mais precoces das culturas, propicia às plantas rápido desenvolvimento do seu aparato fotossintético e maior controle cultural das plantas daninhas (RAIMONDI et al., 2014), além de diminuir a temperatura e a taxa de evaporação do solo. Diante do exposto, a hipótese deste trabalho é que a compactação do solo influencia o fechamento da entrelinha da cultura da soja e do milho. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes níveis de compactação do solo na incidência de luz da entrelinha da cultura da soja e do milho de um LATOSSOLO VERMELHO sob SPD.

O estudo foi desenvolvido no município de Floresta, Paraná. A região apresenta médias anuais de temperatura e precipitação pluvial de 22 °C e 1.450 mm, respectivamente. O tipo climático dominante, segundo a classificação de Köppen, é o Cfa (subtropical úmido mesotérmico). O solo foi identificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico (EMBRAPA, 2013). A análise granulométrica da área indicou 785 g kg<sup>-1</sup> de argila e 140 g kg<sup>-1</sup> de areia para camada de 0-10 cm, 760 g kg<sup>-1</sup> de argila e 175 g kg<sup>-1</sup> de areia para camada de 10-20 cm. A área é cultivada em sistema plantio direto desde 1980: no verão é cultivado soja (*Glycine max*) e no inverno trigo (*Triticum* spp.), aveia (*Avena* spp.) ou milho (*Zea mays*). A compactação sobre as parcelas foi induzida pelo tráfego de trator de aproximadamente 4510 kg, dois dias após uma chuva de 65 mm. Os tratamentos avaliados foram: 0 (testemunha), 3, 6 e 9 passadas de trator. Foram retiradas amostras com estrutura indeformada nas camadas de 0-10

e 10-20 cm após a colheita da soja, sendo 4 amostras em cada tratamento e camada, num total de 32 amostras. Para a determinação da densidade do solo (Ds), as amostras foram submetidas ao secamento em estufa a 105 °C por 24h e em seguida pesadas. A Ds foi obtida pela razão entre a massa do solo seco e do volume de cada amostra. As medidas de incidência de luz na entrelinha foram realizadas para a cultura da soja (safra 2015/2016 – Variedade Vtop RR®) no estágio fenológico R1 e milho (segunda safra 2016 – AG 9010 PRO) em R3, utilizando um luxímetro modelo LD – 22, indicando as medidas em Lux (Lux = Lúmen m<sup>-2</sup>). O equipamento foi disposto ao nível do solo, no centro da entrelinha. Os dados foram submetidos à análise de regressão utilizando o *software* SAS (SAS, 1999). Além disso, foi realizada a análise de correlação simples de Pearson entre a Ds (camadas de 0-10 e 10-20 cm) e a medida de incidência de luz na entrelinha das duas culturas.

A Ds na camada de 0-10 cm aumentou com o número de passadas de trator, indicando uma degradação da qualidade física do solo com o aumento da compactação em comparação com a testemunha. Na camada de 10-20 cm, todos os tratamentos apresentaram elevados valores de Ds, no entanto, não houve diferenças entre tratamentos. Estes resultados são consistentes com Tormena et al. (2002) que também constataram a ausência de efeitos dos sistemas de manejo na Ds para a camada de 10-20 cm. O número de passadas de trator influenciou positivamente a incidência de luz na entrelinha da soja e do milho (R<sup>2</sup> de 0,85 e 0,65 para soja e milho, respectivamente). Esse resultado indica que quanto maior a compactação do solo mais tardio foi o fechamento da entrelinha da cultura. Isso pode ser justificado pelo limitado crescimento das plantas devido a redução do volume de solo explorado pelas raízes em função da compactação do solo. Estes resultados sugerem que poderá ocorrer maior incidência de plantas daninhas nas entrelinhas dos tratamentos mais compactados, maior taxa evaporativa do solo exposto e consequentemente maior temperatura do solo, que são fatores limitantes a obtenção de alta produtividade das culturas. Além disso é possível observar que a cultura da soja foi mais sensível à compactação do solo do que o milho, o que pode ter ocorrido devido a diferença natural na arquitetura do sistema radicular dessas culturas, sendo que as raízes do milho possuem maior capacidade de penetrar as fissuras existentes no solo em comparação com a cultura da soja.

A análise de correlação entre a Ds na camada de 0-10 cm e a incidência de luz na entrelinha das plantas foram significativas ( $p < 0,05$ ) com coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,66 e 0,52 para a cultura da soja e milho, respectivamente. Isso indica que o aumento da Ds implica em aumento da incidência de luz na entrelinha e que a soja foi mais fortemente influenciada pela Ds do que o milho. Por outro lado, a Ds na camada de 10-20 cm apresentou fraca correlação sendo  $r = 0,41$  e  $0,25$ , ambas não significativas ( $p > 0,05$ ). Indicando que a qualidade física do solo na camada de 10-20 cm exerceu pouca influência no fechamento da cultura. Conclui-se que a compactação adicional ocasionada pelos diferentes números de passadas do trator reduziu a qualidade física do solo e implicou em menor fechamento das entrelinhas das culturas de soja e milho.

## Referências

- BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.581-8, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, Brasília, Sistema de Produção de Informação, 2013. 353p.

KELLER, T.; LAMANDÉ, M.; PETH, S.; BERLI, M.; DELENNE, J.Y.; BAUMGARTEN, W.; RABBEL, W.; RADJAI, F.; RAJCHENBACH, J.; SELVADURAI, A.P.S.; OR, D. An interdisciplinary approach towards improved understanding of soil deformation during compaction. **Soil and Tillage Research**, V.128, n.0, p.61-80, 2013.

RAIMONDI, M.A.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; FRANCHINI, L.H.M.; BIFFE, D.F.; BLAINSKI, É; RAIMONDI, R.T. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodão em semeadura adensada na safrinha. **Planta Daninha**, v. 32, n. 3, p. 521-532, 2014.

SAS/STAT. **Procedure guide for personal computers**. Version 5, SAS Inst. Cary, NC. 1999.

TORMENA, C.A.; BARBOSA, M.C.; COSTA, A.C.S.; GONÇALVES, A.C.A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v.59, n.4, p.795-801, 2002.

## INFLUÊNCIA DA IDADE DE PLANTIOS DE PINUS NOS FLUXOS DE ÓXIDO NITROSO E METANO DO SOLO

Mariana Alves Ibarr<sup>1</sup>, Josiléia Acordi Zanatta<sup>2</sup>, Jeferson Dieckow<sup>1</sup>, Marcos Fernando Glück Rachwal<sup>2</sup>, James Stahl<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Doutoranda, Curitiba - PR, [marianaibarr@gmail.com](mailto:marianaibarr@gmail.com);

<sup>2</sup>Embrapa Florestas; <sup>3</sup>Klabin.

**Palavras-chave:** gases de efeito estufa; sistemas florestais; idade dos plantios.

O cultivo de florestas é considerado mundialmente como uma alternativa para a redução das emissões de óxido nitroso ( $N_2O$ ) e metano ( $CH_4$ ) do solo, devido ao longo período de rotação (HILTBRUNNER et al., 2012).

Em nível nacional, os estudos que envolvem fluxos de  $N_2O$  e  $CH_4$  em solos florestais ainda estão em estágio inicial, e pouco se sabe sobre o efeito dos plantios nos fluxos destes gases, principalmente a influência da idade do povoamento. Neste aspecto, o Estado do Paraná torna-se uma interessante alternativa de realização de estudos nesta linha de pesquisa, visto que possui a maior área florestal de pinus do Brasil (42 %) (IBÁ, 2016).

Sendo assim, considerando a importância da cultura do pinus para o Estado do Paraná, e a necessidade de estudos relacionados aos fluxos de gases de efeito estufa, este estudo tem como objetivo avaliar a emissão de  $N_2O$  e  $CH_4$  do solo em uma cronossequência de plantios de pinus comparativamente à floresta nativa.

O estudo foi realizado no município de Telêmaco Borba – PR, sob um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argiloso. Os tratamentos incluíram Floresta Estacional Semidecidual (MN) e plantações de *Pinus taeda* L. com 1 (P34+1), 9 (P29+9) e 18 (P31+18) anos em segunda rotação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições.

A amostragem de ar foi realizada com câmara estática fechada, durante um ano (09/12/2014 a 16/11/2015) e em intervalos de 21 dias (ZANATTA et al., 2014). A quantificação dos gases foi realizada por cromatografia gasosa. Concomitante a amostragem de ar, amostras de solo foram coletadas na camada 0-5 cm para a determinação do espaço poroso preenchido por água (PPA) e da concentração de nitrogênio mineral do solo, na forma de amônio ( $NH_4^+$ ) e nitrato ( $NO_3^-$ ), que foi determinada por espectrofotometria em sistema de análise por injeção em fluxo (FIA).

Em fevereiro de 2015, amostras deformadas e indeformadas de solo foram coletadas na camada 0-5 cm, em seis pontos aleatórios de cada tratamento. A concentração de carbono orgânico total foi determinada por combustão seca, a partir das amostras deformadas. As amostras indeformadas foram utilizadas para a determinação dos atributos físicos do solo (microporosidade, macroporosidade, porosidade total e densidade), conforme método descrito em Embrapa (1997). Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância (Bartlett), seguido de análise de variância, e posterior teste de comparação de médias de Tukey ( $p < 0,10$ ). A correlação de Pearson foi realizada a fim de conhecer a relação entre as variáveis ambientais e os fluxos de  $N_2O$  e  $CH_4$  individualmente.

O fluxo de  $N_2O$  do solo variou de -44,4 a 304,1  $\mu g N m^{-2} h^{-1}$ , sendo que a maioria dos eventos ficou dentro da faixa de -30 e +30  $\mu g N m^{-2} h^{-1}$ . As emissões cumulativas anuais de  $N_2O$  dos plantios mais velhos (P29+9 e P31+18) foram semelhantes a MN, em média 0,67 kg N ha<sup>-1</sup>, enquanto que P34+1



emitiu 3,23 kg N ha<sup>-1</sup>, sendo a maior entre os tratamentos avaliados. As emissões de N<sub>2</sub>O entre os sistemas podem estar relacionadas à concentração de nitrogênio do solo. Na MN, a concentração média de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> foi a maior (17,3 mg N kg<sup>-1</sup>), e a de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a menor (1,0 mg N kg<sup>-1</sup>). Possivelmente, a eficiente ciclagem de nutrientes e a elevada competição pelo amônio mineralizado fez com que restasse uma baixa concentração para o processo de nitrificação e emissão de N<sub>2</sub>O (0,7 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) (MCDONALD e HEALEY, 2000).

No solo dos plantios P29+9 e P31+18, as concentrações médias de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> foram as menores entre os tratamentos avaliados, 5,2 e 1,5 mg N kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Assim, a menor disponibilidade de nitrogênio verificada no solo destes plantios fez com que as emissões de N<sub>2</sub>O permanecessem baixas (1,0 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para P29+9 e 0,7 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para P31+18) e equivalentes a MN. E, no plantio P34+1, a maior concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> do solo (3,1 mg N kg<sup>-1</sup>) pode decorrer da recente colheita da primeira rotação. O aporte de elevada quantidade de material orgânico estimulou a atividade microbiana e a decomposição. Logo, o nitrogênio mineralizado ficou mais vulnerável à nitrificação, devido à presença de árvores pouco desenvolvidas e que não exploravam o volume integral de solo das entrelinhas, culminando em maiores taxas de perdas de N<sub>2</sub>O.

O fluxo de CH<sub>4</sub> foi predominantemente negativo, variando de -96,8 a 6,2 µg C m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. O maior consumo anual acumulado ocorreu no solo da MN (-5,9 kg C ha<sup>-1</sup>), seguido de P34+1 e P31+18 (média de -1,8 kg C ha<sup>-1</sup>), e menor no plantio P29+9 (-0,4 kg C ha<sup>-1</sup>). A PPA do solo apresentou correlação positiva com o fluxo de CH<sub>4</sub> (r = 0,619; p < 0,10), no entanto, o seu comportamento entre os tratamentos foi influenciado por diferentes fatores. No solo da MN, o maior teor de carbono orgânico (64,4 g kg<sup>-1</sup>) contribuiu para a melhoria da estrutura do solo, o que favoreceu a infiltração de água e resultou em menores valores de PPA (em média 33 %). No plantio P29+9, o menor volume de microporos do solo (0,2 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) resultou em maiores valores de PPA (média de 50 %). Desta forma, para uma mesma condição de umidade, o reduzido volume de macroporos permitiu que maior proporção destes estivessem ocupados por água, condição propícia para o menor consumo de CH<sub>4</sub> no solo.

No P34+1, o preparo do solo (subsolagem) para o plantio deve ter favorecido a rápida infiltração de água, contribuindo para valores intermediários de PPA (média de 42 %). Valores intermediários de PPA também foram encontrados no solo do plantio P31+18 (em média 36 %), porém, devido à maior idade do plantio. Normalmente, plantios mais velhos possuem maiores taxas de absorção, evapotranspiração e interceptação de água (HILTBRUNNER et al., 2012).

Nas condições edafoclimáticas deste estudo, conclui-se que sistemas florestais constituídos por plantios de *Pinus taeda* L. com idade igual ou superior a nove anos foram eficientes em mitigar N<sub>2</sub>O, chegando a apresentar emissões equivalentes ao ecossistema nativo. Todos os sistemas avaliados apresentaram capacidade de mitigar CH<sub>4</sub>, contudo, a magnitude foi maior no solo da mata nativa do que nos plantios pinus, onde não foi observado efeito claro da idade.

## Referências

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.

HILTBRUNNER, D.; ZIMMERMANN, S.; KARBIN, S.; HAGEDORN, F.; NIKLAUS, P.A. Increasing soil methane sink along 120-year afforestation chronosequence is driven by soil moisture. **Global Change Biology**, v. 18, n. 12, p. 3664-3671, 2012.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Indústria Brasileira de Árvores 2016**. IBÁ, Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.iba.org.br>. Acesso em: 04 ago. 2016.

MCDONALD, M.A.; HEALEY, J.R. Nutrient cycling in secondary forests in the blue mountains of Jamaica. **Forest Ecology and Management**, v. 139, p. 257-278, 2000.

ZANATTA, J.A.; ALVES, B.J.R.; BAYER, C.; TOMAZI, M.; FERNANDES, A.H.B.M.; COSTA, F.S.; CARVALHO, A.M. **Protocolo para medição de fluxos de gases de efeito estufa do solo**. Embrapa Florestas, n. 265, 2014. Disponível em: . Acesso em: 04 ago. 2016.

## PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO HÍDRICA, INFLUENCIADAS PELO COMPRIMENTO DE DECLIVE

Tercio Vaisnava Fehlauer, Sonia Armbrust Rodrigues, Ildegardis Bertol, Barbara Bagio, Loriane Bernardi

Universidade do Estado de Santa Catarina, Doutorado em Ciência do Solo, Lages - SC,  
*tercioagro@gmail.com*.

**Palavras-chave:** semeadura direta; cobertura do solo; comprimento de rampa.

A erosão hídrica é um processo físico que ocorre naturalmente com a ação das chuvas, sendo iniciado com o impacto das gotas sobre a superfície do solo, provocando a quebra dos agregados e, simultaneamente, o transporte dos sedimentos, nutrientes, água e matéria orgânica. A erosão pode se tornar intensa dependendo do clima, solo, topografia, cobertura e manejo do solo e práticas conservacionistas, fatores estes influenciados pela ação antrópica (CASTRO et al., 2011).

A topografia do terreno, representada pela declividade e pelo comprimento de rampa das pendentes, exerce acentuada influência energética sobre a erosão. O tamanho dos sedimentos e a quantidade do material em suspensão arrastado pela água dependem da velocidade e volume com que ela escoar. Assim a medida que o caminho percorrido pela enxurrada vai aumentando, não somente as águas vão-se avolumando, proporcionalmente, como a sua velocidade de escoamento vai aumentando progressivamente. Em princípio, quanto maior o comprimento de rampa, mais enxurrada e com maior velocidade se acumula e, a energia resultante se traduz por uma erosão maior (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2012).

Assim, o relevo é um fator muito importante na erosão hídrica, pois, em Santa Catarina em geral os terrenos apresenta-se com inclinação elevada e com comprimentos de pente variáveis. Em curtos comprimentos de rampa, a erosão pode ser pequena, mas, em longos comprimentos, o fenômeno da erosão é intenso mesmo em condições de cobertura e manejo adequado.

Com isso, com este trabalho objetivou-se avaliar as perdas de solo e água pela erosão hídrica pluvial em um CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico léptico, cultivado em condição de semeadura direta nos tratamentos constituídos dos comprimentos de rampa de 11, 22, 33 e 44 m, numa pendente com declividade média de 8 %, em experimento instalado há três anos. Utilizou-se o delineamento experimental em parcelas com 2 m de largura cada uma, com duas repetições por tratamento.

Cultivou-se o consórcio com aveia preta, nabo e ervilhaca comum entre julho e novembro de 2015, entre novembro e fevereiro de 2015/2016 com feijão preto solteiro e, entre março e julho de 2016 com aveia preta solteira. Amostras dos sedimentos e da água da erosão hídrica foram coletadas em cada chuva erosiva, para cálculo das perdas totais de solo e água de acordo com a metodologia descrita por Cogo (1978). As chuvas erosivas totalizaram o número de 49 chuvas perfazendo o total de 1.781 mm.

Os dados de perdas de água e solo por erosão hídrica foram submetidos à análise de variância e as médias, quando diferidas entre tratamentos, comparadas pelo Teste de Tuckey ( $p \leq 0,05$ ).

As perdas de solo por tratamento no primeiro cultivo diferiram entre o tratamento de 11 e de 44 m, tendo sido respectivamente de 3,06 a 11,36 kg, significando um aumento da perda de solo de quatro vezes com um aumento do comprimento de declive igualmente de quatro vezes. Para o segundo e terceiro cultivo não houve diferença estatística entre os tratamentos na perda de solo. Esse fato

pode ser atribuído ao aumento do resíduo vegetal e da cobertura de plantas no decorrer da pesquisa, cujas culturas produziram, em média, 4,22 e 7 t ha<sup>-1</sup> de massa seca nos respectivos cultivos. Com isso houve dissipação total da energia de impacto das gotas de chuva e quase que total do escoamento superficial, minimizando a desagregação do solo e a formação do selamento superficial, favorecendo a infiltração da água no solo e reduzindo o escoamento superficial. Silva et al. (2005) verificaram a diminuição acentuada nas perdas de solo com o aumento da porcentagem de cobertura do solo, em que a cobertura apresentou maior influência do que a intensidade de precipitação nas perdas de solo.

As perdas de água não foram influenciadas com o comprimento de declive, devido ao sistema de semeadura direta manter a maior parte da superfície do solo consolidada e protegida por resíduos culturais. Essa menor eficácia da semeadura direta no controle das perdas de água, comparada à redução das perdas de solo, deve-se ao fato de que o solo apresenta capacidade finita de infiltração de água (BERTOL et al., 2014).

As perdas de solo aumentaram com comprimento de declive no primeiro cultivo e as perdas de água foram menos afetadas do que as perdas de solo. No conjunto dos três cultivos, as perdas de solo foram reduzidas ao longo do período de tempo da pesquisa para o Cambissolo em sistema de semeadura direta.

## Referências

- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**, 8. ed. São Paulo: Ícone, 355p., 2012.
- BERTOL, I.; BARBOSA, F.T.; BERTOL, C. & LUCIANIO, R.V. Water infiltration in two cultivated soils in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.39, p.573-588, 2014.
- CASTRO, N. E. A.; SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F.; CARVALHO, G. J.; MARQUES, R. M. & GONTIJO NETO. Plantas de cobertura no controle da erosão hídrica sob chuva natural. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 779-789, 2011.
- COGO, N.P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas por erosão em condições de chuva natural. I - sugestões gerais, medição de volume, amostragem e quantificação de solo e água da enxurrada. (Primeira aproximação). In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO**. 2. Passo Fundo, EMBRAPA/CNPT, 1978. 75p.
- COGO, N.P.; LEVIEN, R. & SCHWARZ, R.A. Perda de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.743-753, 2003.
- SILVA, D.D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um argissolo vermelho amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.25, n.2, p.409-419,2005.

## COMPONENTES DE PRODUÇÃO EM DOIS CULTIVOS DE FEIJÃO-CAUPI APÓS A APLICAÇÃO DE BIOCARVÃO AO SOLO

Neyton de Oliveira Miranda<sup>1</sup>, Isabel Giovanna Costa e Melo<sup>2</sup>, Gleidson Bezerra de Góes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Professor, Mossoró - RN, [neyton@ufersa.edu.br](mailto:neyton@ufersa.edu.br);

<sup>2</sup>Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará; <sup>3</sup>Prefeitura Municipal de Quixeramobim - CE.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*; carvão vegetal; condicionador de solo.

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) tem importância socioeconômica no Norte e Nordeste do Brasil, onde faz parte da dieta das populações e tem baixo custo de produção, porém, apesar do melhoramento genético, problemas de solo, clima, irrigação, pragas, doenças e baixo emprego de tecnologia causam baixa produtividade. A cultura está em expansão para o Centro-Oeste, empregando mais tecnologia e mecanizando até a colheita (MATOS FILHO et al., 2009; FREIRE FILHO et al., 2011).

A agricultura intensiva causa degradação ambiental, poluição da água e degradação do solo. Tais problemas afetam a produtividade de culturas como o feijão-caupi, com consequências econômicas e sociais. Devido ao aumento da população mundial, a FAO (2011) apregoa a intensificação sustentável da agricultura em solos já ocupados para aumentar a produção de alimentos. Os recursos solo e água e seu manejo são pontos chave neste desafio. Entre as práticas sustentáveis de manejo de solo e água, estão as baseadas no sequestro de carbono e aumento na matéria orgânica, havendo a possibilidade de aplicar ao solo o biocarvão resultante da carbonização de biomassa, que resiste à decomposição, tem alto teor de carbono, grande área superficial e porosidade.

O objetivo deste trabalho foi analisar avaliados os efeitos da aplicação ao solo de carvão vegetal sobre componentes de produção em dois cultivos sucessivos de feijão-caupi.

Em casa de vegetação da UFRSA, Mossoró-RN, no ano de 2014, foram conduzidos, sem adubação, dois cultivos sucessivos de feijão-caupi (variedades BRS Potengi e Guariba) em vasos dispostos em blocos ao acaso, testando-se os fatores doses de biocarvão (0, 3, 5, 7 e 10,5 t ha<sup>-1</sup>) e tipos de solo (Cambissolo, Argissolo, Latossolo, NEOSSOLO FLÚVICO e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO), com 5 repetições. O biocarvão foi produzido de madeira de poda de cajueiro.

Foram determinados como secos no primeiro e verdes no segundo cultivo: número de grãos por vagem; comprimento médio de vagem; peso de cem grãos e produtividade de grãos.

As análises estatísticas constaram de análise de variância, Teste Tukey a 5 % de probabilidade e análise de regressão.

As variáveis de produção receberam efeito significativo de dose, tipo de solo e da interação nos dois cultivos, indicando o efeito residual da aplicação de biocarvão.

Quanto a número de grãos por vagem: no primeiro cultivo a resposta à dose de biocarvão foi linear positiva em todos os solos, com aumento médio de 18 % entre doses extremas. O maior valor foi no NEOSSOLO FLÚVICO (9,4), devido à maior fertilidade, e os demais solos (7,9 a 8,2) não diferiram. As médias superaram os 7,1 obtidos por Matos Filho et al. (2009), porém Silva e Neves (2011) obtiveram mais de 14 grãos por vagem. No segundo cultivo o maior valor ocorreu na dose zero de biocarvão para o NEOSSOLO QUARTAZARÊNICO, que apresentou resposta linear negativa em função da dose, e argissolo, que apresentou resposta quadrática com ponto de mínimo em 6,5 t ha<sup>-1</sup>. Apresentaram aumento linear, o cambissolo, com aumento de 50 % entre

as doses extremas, o Latossolo e o NEOSSOLO FLÚVICO, que obtiveram 10 grãos por vagem na dose de  $10,5 \text{ t ha}^{-1}$ . Os valores deste trabalho foram menores do que os 15,1 obtidos por Sousa et al. (2015).

Quanto a comprimento de vagem: no primeiro cultivo a resposta foi linear positiva em função da dose, exceto no NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, que obteve 13,5 cm com  $10,5 \text{ t ha}^{-1}$  e ponto de mínimo na dose de  $3,7 \text{ t ha}^{-1}$ . O Argissolo apresentou aumento de 21 % entre as doses extremas. Os maiores valores ocorreram no NEOSSOLO FLÚVICO e Latossolo (14 e 14,7 cm), inferiores aos 19,7 cm, obtidos por Silva e Neves (2011). No segundo cultivo, Cambissolo, Latossolo e NEOSSOLO FLÚVICO mostraram resposta linear positiva às doses, com aumentos respectivos, entre doses extremas, de 28 %, 15 % e 16 %. O NEOSSOLO QUARTZARÊNICO apresentou máximo (14,2 cm) na dose  $5,3 \text{ t ha}^{-1}$  e o mínimo no Argissolo foi em  $5,1 \text{ t ha}^{-1}$ . Maiores valores foram obtidos por Sousa et al. (2015) (21,0 a 25,1 cm).

Quanto ao peso de cem grãos: no primeiro cultivo ocorreu resposta linear positiva à dose de biocarvão, exceto no NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. O aumento no Cambissolo foi de 20 % entre as doses extremas. Independente da dose, o NEOSSOLO FLÚVICO obteve os maiores valores, os quais, na dose de  $10,5 \text{ t ha}^{-1}$ , foram semelhantes aos 20,9 g obtidos por Matos Filho et al. (2009). Os valores obtidos se assemelham aos de Silva e Neves (2011), entre 17,7 e 18,7 g. No segundo cultivo, o NEOSSOLO FLÚVICO apresentou os maiores pesos de cem grãos verdes, que dobraram entre as doses extremas, e resposta linear positiva em função da dose. A mesma resposta ocorreu no Cambissolo e Latossolo, com 25,6 e 27,3 g, respectivamente, na maior dose. Sousa et al. (2015) obtiveram valores entre 27,9 e 49,9 g. A testemunha apresentou os maiores valores no Argissolo e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, com resposta quadrática às doses, com respectivos pontos de mínimo em  $5,9 \text{ t ha}^{-1}$  e  $7,5 \text{ t ha}^{-1}$ .

Quanto à produtividade: no primeiro cultivo a resposta foi linear positiva em função da dose de biocarvão, com exceção do NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. Os aumentos, entre as doses extremas, no NEOSSOLO FLÚVICO, Argissolo, Latossolo e Cambissolo foram de 60, 33, 24 e 13 %, respectivamente. No NEOSSOLO QUARTZARÊNICO os valores não diferiram entre doses extremas, mas ocorreu ponto de mínimo na dose de  $3,1 \text{ t ha}^{-1}$ . Jeffery et al. (2011) citam doses de 10, 25, 40 e  $100 \text{ t ha}^{-1}$  de biocarvão causando aumento na produtividade de culturas. As causas são que o biocarvão adiciona nutrientes ao solo, retém nutrientes existentes, aumenta pH e CTC do solo e melhora suas propriedades físicas. No segundo cultivo, independente da dose, o NEOSSOLO FLÚVICO alcançou maior produtividade, com aumento linear de 50 % entre as doses extremas. Os demais solos apresentaram valores médios inferiores a  $1000 \text{ kg ha}^{-1}$ . A resposta quadrática em função da dose, no Argissolo e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, está indicada pelos pontos de mínimo nas doses de  $7,3$  e  $5,4 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente, enquanto que os valores máximos ( $871,4 \text{ t ha}^{-1}$  e  $647,9 \text{ t ha}^{-1}$ ) corresponderam à testemunha. Os valores obtidos neste trabalho foram inferiores aos de Sousa et al. (2015), entre 1.956 e  $2.389 \text{ kg ha}^{-1}$ .

A aplicação de biocarvão influenciou os componentes de produção do feijão-caupi diferentemente conforme o solo, com maiores valores no NEOSSOLO FLÚVICO.

As doses de biocarvão exerceram efeitos positivos sobre os componentes de produção do feijão-caupi na maioria dos solos.

## Referências

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture. Managing systems at risk.** Summary Report. Rome, 2011. 47p.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 81p.

JEFFERY, S. et al. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v. 144, n. 1, p. 175-187, 2011.

MATOS FILHO, C. H. A. et al.. Potencial produtivo de progênies de feijão-caupi com arquitetura ereta de planta. **Cienc. Rural**, v. 39, n. 2, p. 348-354, 2009.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 42, n. 3, p. 702-713, 2011.

SOUSA, J. L. M. et al. Potencial de genótipos de feijão-caupi para o mercado de vagens e grãos verdes. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 50, n. 5, p. 392-398, 2015



## DENSIDADE DO SOLO EM PERFIS DE LATOSSOLO VERMELHO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E PASTAGEM

Augusto Cesar Gasparetto, Gabriel Kudig de Souza, Thadeu Rodrigues de Melo, Wesley Machado,  
João Tavares Filho

Universidade Estadual de Londrina, Graduando, Londrina - PR, [augustocesargasporetto@gmail.com](mailto:augustocesargasporetto@gmail.com).

**Palavras-chave:** perfil cultural; manejo e estrutura do solo.

A abertura de trincheiras para avaliações do solo são de extrema importância, pois através delas, é possível observar a morfologia e organização da estrutura ao longo do perfil e inferir sobre os impactos causados por seu uso e manejo.

O manejo tende a aumentar a densidade do solo, diminuindo o volume dos poros, reagrupando partículas e deixando-o compacto (CURI et al., 1993; DIAS JÚNIOR; PIERCE, 1996).

A densidade do solo expressa a relação entre a massa de sólidos e o volume total do solo e representa o estado de sua estrutura sendo influenciada pelo tipo de argila, pela textura, matéria orgânica entre outros fatores (TAVARES FILHO, 2013).

O uso do Sistema de Plantio Direto (SPD) proporciona melhorias ao solo, aumentando o conteúdo de matéria orgânica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura e densidade de um LATOSSOLO VERMELHO pelo método do perfil cultural em solos sob SPD e pastagem.

O trabalho foi realizado na Fazenda Escola (Fazesc) e Laboratório de Solos, da Universidade Estadual de Londrina (UEL) (23° 19' 31,09" S e 51° 11' 59,92" O) em um LATOSSOLO VERMELHO sob SPD e pastagem.

Para a determinação do perfil cultural foram abertas quatro trincheiras de 2,0 m x 1,0 m x 1,20 m, em cada uma das áreas.

Dessas trincheiras, foram retirados 3 anéis volumétricos de 98 cm<sup>3</sup>, variando em 10 cm cada profundidade, até 60 cm (0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-50; 50-60 cm), para mensurar a Densidade do solo (Ds) (EMBRAPA, 1997). Depois de coletados, os anéis foram pesados, calculando-se o volume. Após este procedimento, foram acondicionados em estufa a 105 °C para secagem até peso constante.

A densidade de partículas do solo foi determinada através do método do balão volumétrico. Foi pesado 20 g de Terra Fina Seca em Estufa (TFSE) e transferido para um balão volumétrico de 50 mL. Adicionou-se 25 mL de álcool etílico, agitou-se por 1 minuto para eliminação de bolhas de ar e facilitar a penetração do álcool nos capilares do solo. Deixou-se em repouso até o dia seguinte, completou o volume com álcool etílico 96 °GL e anotou o volume total de álcool gasto e realizaram-se os cálculos.

Com a abertura do perfil cultural, foi possível avaliar o uso do solo, mas também, notar o modo de organização do solo e das estruturas, os quais variam em C (volume de solo em que os elementos estão unidos), F (volume de solo fissurado), L (volume de solo livre), Z (volume de solo formado essencialmente de estrutura laminar) e além, do estado interno dos torrões,  $\Delta$ ,  $\mu$ ,  $\mu\Delta$  e  $\Delta\mu$ , representando os agregados compactos, agregados não compactos, agregados em processo de compactação e agregados compactos com características do estado  $\mu$ , além da estrutura Bw (B Latossólico), caracterizado como Latossolo. Observou-se também a presença de pequenos, médios e grandes torrões ao longo dos perfis.

Os resultados mostraram que não houve diferença estatística nas médias das densidades, sendo que, as densidades do solo na pastagem e SPD se assemelharam pela avaliação realizada ao longo do perfil. Os maiores valores de densidade 1,55 e 1,69 Mg m<sup>-3</sup> foram encontrados nas estruturas  $\Delta$  e  $\Delta\mu$ , localizados no SPD e pastagem, respectivamente, evidenciando a acurácia do método.

Nas camadas superficiais (0—20 cm), o SPD apresentou maiores valores de densidade, isso devido ao tráfego de maquinários para a realização dos tratos culturais, enquanto que a pastagem teve aumento nas camadas superficiais e intermediárias (20—40), possivelmente, pela renovação da pastagem ocorrida na área e o pisoteio de animais.

As densidades de solo se assemelharam tanto na cultura da pastagem como no SPD apesar das estruturas apresentadas em cada trincheira. Com isso, pode-se concluir que a característica avaliada neste presente trabalho (densidade do solo) não foi afetada em detrimento das diferentes condições atribuídas ao solo, entretanto, a avaliação do perfil cultural se mostrou interessante no sentido de permitir a distribuição da compactação ao longo dos perfis.

## Referências

CURI, N.; LARACH, J.O.I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A.C.; FONTES, L.E.F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90p.

DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, p. 175-182, 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

TAVARES FILHO, J. **Física e conservação do solo e água**. 1ª edição. Londrina. Editora Edue, 2013.

## CAFEEIRO CONILON SOMBREADOS COMO ALTERNATIVA NA RESERVAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO EM REGIÕES TROPICAIS

Gustavo Soares de Souza<sup>1</sup>, Maurício Lima Dan<sup>1</sup>, João Batista Silva Araújo<sup>1</sup>,  
Abner Luiz Castelão Campos da Fonseca<sup>1</sup>, Danielle Inácio Alves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Capixaba de Pesquisa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Pesquisador, Cachoeiro de Itapemirim - ES, [gustavo.souza@incaper.es.gov.br](mailto:gustavo.souza@incaper.es.gov.br); <sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo.

**Palavras-chave:** retenção de água; estrutura do solo; café consorciado; *Coffea canephora*.

O sistema de manejo do cafeeiro conilon predominante nas regiões produtivas caracteriza-se pelo monocultivo com a condução das plantas a pleno sol. Contudo esse sistema tem sido questionado pelos seus efeitos na qualidade do solo e sua sustentabilidade. A lavoura cafeeira, quando manejada de forma indevida, pode trazer consequências negativas ao solo, como compactação, perda de nutrientes via erosão, mineralização da matéria orgânica, podendo trazer reflexos negativos na produtividade.

A implantação de lavouras de café em consórcio com espécies arbóreas ou arbustivas, em ambientes parcialmente sombreados, é apontada como uma opção viável para minimizar o depauperamento do solo (GUIMARÃES et al., 2014; PADOVAN et al., 2015). A arborização dos cafezais pode melhorar a estrutura do solo, com maior armazenamento e disponibilidade de água no solo, além da atenuação de condições climáticas potencialmente estressantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do cafeeiro conilon consorciado com espécies arbóreas sobre a retenção e o conteúdo de água no solo, como medida para reservação de água no solo em regiões tropicais.

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental Bananal do Norte / INCAPER (latitude 20°45' S, longitude 41°47' W e altitude 146 m), em Cachoeiro de Itapemirim-ES. O local apresenta precipitação anual média de 1.197 mm e temperatura média anual de 23,8 °C. O solo da área é um NEOSSOLO FLÚVICO. O relevo do terreno é suave ondulado. A variedade estudada foi a Robusta Tropical (EMCAPER-8151).

Os sistemas de manejo do cafeeiro conilon em estudo foram: T1- monocultivo a pleno sol; T2- consórcio com pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth); T3- consórcio com gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth); T4- consórcio com banana cultivar Japira (*Musa* spp.) e T5- consórcio com ingá (*Inga edulis* Mart.). O cafezal foi conduzido em sistema de manejo orgânico, no espaçamento 3,0 x 1,0 m. As espécies em consórcio foram instaladas nas linhas de plantio do café no espaçamento de 3,0 x 6,0 m. A área do trabalho estava em pousio por 6 anos, sendo anteriormente utilizada com plantio de milho, feijão e sorgo em rotação.

Os plantios do cafeeiro e das espécies em consórcio foram realizados no mesmo período, em janeiro de 2013, em covas de 0,45 m de diâmetro por 0,40 m de profundidade. Na adubação de plantio foram utilizados 0,3 kg de fosfato natural reativo, 0,2 kg de calcário e 10 L de esterco de galinha por cova.

Amostras indeformadas de solo foram coletadas em cilindros volumétricos de 0,05 x 0,05 m distante 0,50 m da linha de plantio nas camadas 0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,4 e 0,4-0,8 m. A retenção de água no solo foi obtida em câmaras de pressão de Richards, utilizando as pressões de 6, 10, 33, 100, 500 e 1500 kPa com placas porosas. Os dados obtidos foram ajustados ao modelo proposto por van Genuchten (1980), utilizando o programa RETC. A capacidade de água disponível às plantas foi obtida

pela diferença entre a capacidade de campo ( $y = 10$  kPa) e o ponto de murcha permanente ( $y = 1500$  kPa). O conteúdo de água do solo ( $q_v$ ) foi estimado por meio da permissividade dielétrica, utilizando um sensor Decagon Devices – GS3, no período de maio a dezembro de 2015.

Os ajustes dos modelos de retenção de água no solo foram significativos, com  $R^2$  variando de 0,9850 a 0,9998. Os manejos apresentaram diferença no comportamento da curva de retenção de água no solo, o que está associado em parte ao efeito dos sistemas de manejo sobre a estrutura do solo. Essa retenção é influenciada principalmente pela quantidade, tipos e tamanhos dos poros e pode influenciar a disponibilidade de água às plantas (PACHECO; CANTALICE, 2011).

A capacidade de água disponível (CAD) não diferiu entre os manejos, ocorrendo uma redução em profundidade. A CAD variou de 0,055 a 0,094  $m^3 m^{-3}$  nos manejos e camadas em estudo. O tempo de instalação das parcelas na área, cerca de 2,3 anos, ainda não foi suficiente para expressar o total efeito dos manejos na estrutura do solo, uma vez que as plantas do cafeeiro e das espécies em consórcio ainda não estão totalmente desenvolvidas e o sistema continua em transformação. Assis e Lanças (2005), estudando sistemas de manejo, observaram alterações nos atributos físicos do solo somente após 12 anos de manejo. Assim, espera-se que o desenvolvimento radicular e o aporte de material vegetal do estrato arbóreo atuem na melhoria da qualidade física do solo no médio e longo prazo, com agregados mais estáveis e poros interconectados, o que pode favorecer a estrutura e a infiltração de água no solo e o desenvolvimento radicular das plantas (GUIMARÃES et al., 2014; PADOVAN et al., 2015).

Os sistemas de manejo de café conilon consorciados com pupunha e gliricídia apresentaram maior conteúdo de água no solo no período de avaliação, variando de 0,28-0,40 e 0,23-0,39  $m^3 m^{-3}$ . Em média os sistemas consorciados apresentaram conteúdo de água no solo 21,13 % maior que o manejo a pleno solo e 27,28 % maior que a mata nativa. Esses resultados indicam melhoria dos sistemas consorciados em relação à conservação da água no solo, o que ocorre pela melhoria do microclima, menor demanda das plantas e maior eficiência do sistema em reter água no solo (CAMPANHA et al., 2007; PADOVAN et al., 2015). As diferenças no conteúdo de água entre manejos consorciados e a pleno sol são mais evidentes em períodos mais quentes e com menor precipitação ( $Dq = 0,08$ - $0,09 m^3 m^{-3}$ ) em relação aos períodos mais chuvoso ( $Dq = 0,03$ - $0,06 m^3 m^{-3}$ ). Essas diferenças foram relativamente pequenas em função principalmente do período de carência de chuvas ocorrido no Estado do Espírito Santo na safra 2014/2015, com redução de 45 % da precipitação em relação à média anual.

Assim, pode-se concluir que os sistemas de manejos do cafeeiro conilon alteram a retenção de água no solo em relação a mata nativa, contudo esses efeitos ainda não refletiram em aumento na capacidade de água disponível para as plantas. Os sistemas de manejo consorciado do cafeeiro conilon apresentaram maior conteúdo de água no solo nas camadas em estudo, com destaque para o consórcio com pupunha e gliricídia, contribuindo para a conservação do solo e água e para a sustentabilidade da cafeicultura do conilon.

## Referências

- ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférrico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p.515-522, 2005.
- CAMPANHA, M. M.; SANTOS, R.H.S.; FREITAS, G.B.; MARTINEZ, H.E.P.; JARAMILLO-BOTERO, C.; GARCIA, S.L. Análise comparativa das características da serrapilheira e do solo em cafezais cultivados em sistema agroflorestal e em monocultura, na Zona da Mata MG. **Revista Árvore**, v.31, n.5, p.805-812, 2007.

GUIMARÃES, G.P.; MENDONÇA, E.S.; PASSOS, R.R.; ANDRADE, F.V. Soil aggregation and organic carbon of Oxisols under coffee in agroforestry systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.1, p.278-287, 2014.

PACHECO, E.P.; CANTALICE, J.R.B. Compressibilidade, resistência à penetração e intervalo hídrico ótimo de um Argissolo Amarelo cultivado com cana-de-açúcar nos tabuleiros costeiros de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.2, p.403-415, 2011.

PADOVAN, M. DA P.; CORTEZ, V. J.; NAVARRETE, L. F.; NAVARRETE, E. D.; DEFFNER, A. C.; CENTENO, L. G.; MUNGUÍA, R.; BARRIOS, M.; VÍLCHEZ-MENDOZA, J. S.; VEGA-JARQUÍN, C.; COSTA, A. N. DA.; BROOK, R. M.; RAPIDEL, B. Root distribution and water use in coffee shaded with *Tabebuia rosea* Bertol. and *Simarouba glauca* DC. compared to full sun coffee in sub-optimal environmental conditions. **Agroforestry Systems**, v.89, n.5, p.743-749, 2015.

VAN GENUCHTEN, M.Th. A closed form equation for predicting hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.44, n.5, p.892-898, 1980.

## ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO NA SUB-BACIA MICAELA - RS

Thais Palumbo Silva, Stefan Nachtigall, Maria Cândida Moitinho Nunes, Cláudia Liane Rodrigues de Lima, Fioravante Jaekel dos Santos

Universidade Federal de Pelotas, Mestranda, Pelotas - RS, *thaispalumbosilva@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** erosão hídrica; bacia hidrográfica; USLE.

A perda de solo provocada pela erosão hídrica acelerada é um dos principais fatores da degradação ambiental, resultando no empobrecimento dos solos, eutrofização e assoreamento de rios e lagos. Também causam danos econômicos devido à diminuição da produtividade agrícola e abandono de áreas improdutivas, prejudicando a segurança alimentar e a qualidade da água, indicando assim a necessidade de medidas de conservação do solo e da água.

Devido as condições climáticas do Brasil, a forma de erosão mais expressiva é a erosão hídrica, proveniente do impacto da gota da chuva e do escoamento superficial.

O modelo mais conhecido e utilizado na estimativa da perda de solo provocado pela erosão é a Equação Universal de Perda de Solo (USLE), proposta por Wischmeier e Smith (1978), o qual considera a erosividade da chuva, a erodibilidade do solo, o comprimento de rampa e a declividade do terreno, o uso do solo e manejo da cobertura e as práticas conservacionistas empregadas na área de estudo.

O objetivo do presente trabalho foi estimar a perda de solo por erosão hídrica na sub bacia Micaela, com o intuito de obter subsídios para o adequado uso e manejo do solo.

A sub bacia hidrográfica Micaela, inserida na Bacia do Arroio Moreira/Fragata, está situada no Sul do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 31° 37' 50,32" de latitude Sul e 52° 31' 28,15" de longitude Oeste. A bacia apresenta uma área de 3.732 hectares e se encontra no município de Pelotas - RS. A classificação climática de acordo com Köppen é do tipo subtropical úmido (Cfa). Os solos com maior representatividade na BHAM são: ARGISSOLO BRUNO Acinzentado (PBd1); Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO, NEOSSOLO LITÓLICO e ARGISSOLO BRUNO Acinzentado (Rd); ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (7C); PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico e GLEISSOLO HÁPLICO (5L(A)) e associação de PLANOSSOLO com ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico com ARGISSOLO AMARELO e Acinzentado (6M) (CUNHA; SILVEIRA, 1996). Os principais sistemas de uso e manejo adotados na BHAM são campo e mata nativa, correspondendo a 47,98 % e 52,02 %, respectivamente.

As estimativas das perdas de solo foram realizadas com base no modelo da USLE (Equação Universal de Perda de Solo) descrito pela equação (WISCHMEIER; SMITH, 1978).

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Sendo que:

A = perda de solo por unidade de área ( $\text{Mg ha}^{-1}$ );

R = fator chuva: índice de erosão pela chuva ( $\text{MJ mm h}^{-1} \text{ano}^{-1}$ );

K = fator erodibilidade do solo: intensidade de erosão por unidade de índice de erosão da chuva, para um solo específico que é mantido continuamente sem cobertura ( $\text{Mg h MJ}^{-1} \text{mm}^{-1}$ );

LS = fator comprimento e grau de declive (adimensional);

C = fator uso do solo e manejo da cobertura: relação entre perdas de solo de um terreno cultivado

em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto (adimensional);

P = fator prática conservacionista: relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado com determinada prática e as perdas quando se planta morro abaixo (adimensional).

Para o cálculo da perda de solo da área estudada foram adotados valores de fatores de diversas literaturas para esta região. A erosividade da chuva, conforme dados pluviométricos da Estação Climatológica de Pelotas - RS é de  $5.992,3 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Para a erodibilidade dos solos encontrados na área foram utilizados valores de K obtidos em solos semelhantes porém de outras regiões: para o solo 7C tem-se um valor de  $0,0320 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ; o PBd1 de  $0,018 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ; o Rd de  $0,0533 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ; o 5L(A) de  $0,0317 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ; e o 6M de  $0,03168 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ .

A estimativa do valor de LS foi obtida pela segunda equação, desenvolvida por Bertoni e Lombardi Neto (1990). O fator foi obtido pelo modelo digital de elevação (MDE) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), utilizando o *software* SPRING versão 5.3, calculando-se em cada pixel os valores de comprimento de rampa e a declividade.

O comprimento de rampa foi processado através da digitalização dos divisores de águas. A obtenção do mapa das distâncias se dá por meio de uma grade triangular, resultando em uma matriz com valores de distância.

$$LS = 0,00984 \times L^{0,63} \times S^{1,18}$$

Sendo que:

LS = fator topográfico (adimensional);

L = comprimento de rampa (m)

S = declividade do terreno (%).

Os valores do fator C, cobertura do solo e manejo da cobertura são: 0,001 para mata e 0,042 para campo. Para o fator P foi atribuído o valor um, considerando-se que não existe na região a adoção de práticas conservacionistas de controle à erosão.

De acordo com Foster et al. (1981), a erosividade encontrada para a área de estudo é classificada como alta. Com os valores obtidos por meio da equação da USLE e a espacialização desses dados, observou-se que grande parte da sub-bacia tem perdas de solo menores que  $10 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , correspondendo a 65,18 % da área, sendo considerada uma área com perda de solo de pequena a nula. Isso se deve, principalmente, ao relevo predominantemente ondulado, com poucas áreas de declividade acentuada, reduzindo consideravelmente a perda de solo. Outro fator que também pode ter influenciado no resultado encontrado é a cobertura do solo, constituída de campo e mata nativa, sendo áreas com menor influência antrópica, contribuindo em uma menor perda de solo, os quais apresentam valores de erodibilidade relativamente baixos, como é o caso da bacia em estudo.

Observa-se que em algumas áreas houve maior perda de solo, chegando a  $120 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Do total, 5,94 % da área apresentaram perdas de 10 a  $15 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , classificada como moderada, 20,68 % apresentaram índices de perda de 15 a  $50 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , considerados como valores médios de perda de solo e 7,73 % com perdas de 50 a  $120 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , classificados de média a forte (CARVALHO, 2008).

De forma geral, a sub-bacia Micaela pode ser considerada pouco suscetível a erosão hídrica, apesar dos fatores favorecerem a drenagem e a erosão. No entanto, de forma localizada, destacam-se algumas áreas de grande suscetibilidade, decorrentes da maior inclinação e alta erosividade.



Nesse caso, a suscetibilidade para estas regiões pode ser diminuída, com a implantação de práticas conservacionistas, uso adequado do solo e adoção de sistemas de manejo do solo e das culturas de acordo com as características da região, principalmente em áreas de acentuada declividade.

O estudo evidenciou que o modelo da Equação Universal de Perda de Solo (USLE) foi adequado para a sub-bacia Micaela, localizada na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira/Fragata, sendo possível avaliar a suscetibilidade do solo à erosão hídrica na região.

## Referências

- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 7.ed. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.
- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: Interciência, 2 ed, 2008.
- CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C. **Estudo dos solos do município de Pelotas**. EMBRAPACPACT (Documentos, 11/96). Pelotas, Ed. UFPel, 1996. 54p.
- FOSTER, G. R.; MCCOOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. Conversion of the universal soil loss equation to SI units. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 36, p. 355-359, 1981.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, DC: USDA, 1978. 58p.

## RELAÇÕES ENTRE USO DO SOLO E OS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO PANDEIROS

Marcos Koiti Kondo, Pablo Fernando Santos Alves, Willer Fagundes de Oliveira,  
Verônica Godinho Ferreira, Silvânio Rodrigues dos Santos

Universidade Estadual de Montes Claros, Professor, Janaúba - MG, [marcos.kondo@unimontes.br](mailto:marcos.kondo@unimontes.br).

**Palavras-chave:** Neossolo Quartzarênico; voçoroca; disponibilidade hídrica.

A sub-bacia hidrográfica do rio Pandeiros localiza-se na região do alto-médio São Francisco no Norte de Minas Gerais, estendendo-se por 4.371,56 km<sup>2</sup> nos municípios de Bonito de Minas, Chapada Gaúcha, Cônego Marinho, Januária e Pedras de Maria da Cruz. Em 1995 foi criada a Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros – APA Pandeiros, englobando o Refúgio Estadual de Vida Silvestre Rio Pandeiros, conhecido como “pantanal mineiro” (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME-SKILL, 2014).

A exploração de carvão vegetal no passado e a pecuária extensiva, associados a solos com alta erodibilidade e textura média e arenosa, intensificaram o processo erosivo, principalmente na região do alto Pandeiros, com assoreamento das nascentes e degradação das veredas. Esse processo foi agravado por uma pequena central hidrelétrica (PCH Pandeiros), instalada em 1957 e desativada em 2008.

A caracterização dos processos erosivos relacionados com a vazão do rio Pandeiros e as alterações provocadas pelo uso e ocupação do solo são precursoras de políticas públicas e ações de preservação da APA Pandeiros.

Esse trabalho caracterizou o impacto do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos da sub-bacia hidrográfica do rio Pandeiros a montante da PCH Pandeiros.

A área de estudo localiza-se entre as coordenadas 14° 59' 02" S e 15° 31' 43" S e 44° 31' 22" O e 45° 25' 14" O. O clima Aw (tropical savana com inverno seco), segundo Köppen, possui alternância de períodos secos (maio a setembro) e chuvosos (novembro a março).

O mapeamento do uso atual e de solos foi desenvolvido em *software* livre de código aberto QGIS 2.6.1 – Brighton. Os dados de vazão do rio, de 1973 a 2015, foram extraídos do sistema Hidroweb da Agência Nacional das Águas, da estação fluviométrica (código Hidroweb: 44250000), imediatamente a montante do reservatório da PCH Pandeiros. Os dados meteorológicos foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia. A área de drenagem acima da barragem da PCH Pandeiros foi considerada como exutório para delimitação da bacia.

O levantamento de solos utilizou como base o mapa de solos de Minas Gerais (FEAM, 2010), sendo validado com visitas a campo.

Grande parte da bacia encontra-se na faixa de transição entre o cerrado e a caatinga. As superfícies aplainadas dominam a paisagem, associadas a vales rasos e morros residuais isolados, que formam a depressão sertaneja e do São Francisco (BETHONICO, 2009).

A alta vulnerabilidade do ecossistema foi exposta pelo histórico de exploração da vegetação nativa para carvão. Conforme relato dos moradores da bacia, com a retirada das árvores na década de 70 e 80, o solo exposto teve erosão acelerada, agravada pela implantação de pastagens nas áreas mais elevadas e frágeis. A baixa fertilidade restringiu muito o estabelecimento dessas pastagens, limitando-as atualmente às áreas mais baixas e úmidas, sobre solos hidromórficos ou mal drenados.

Nas áreas mais elevadas e declivosas, com raras exceções, a produção de forragem é muito baixa, com o gado pastejando entre a vegetação remanescente do cerrado.

As classes LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico textura média e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico compõe 72,8 % da área estudada, dominando as regiões elevadas da paisagem.

Na região oeste e norte, ocorre o LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico textura argilosa abrangendo 16,2 % da área, ocupado por pastagens em melhores condições do que aquelas sobre solos de textura média e arenosa. Nas vertentes na região do alto Pandeiros, ocorre o CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico, com NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico nas maiores declividades, associando-se com NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, sendo áreas muito fragilizadas pela remoção ou dano à cobertura vegetal nativa.

Na região do alto Pandeiros há grande quantidade de voçorocas ativas e crescentes. Esses processos resultam da ação antrópica associada às características pedológicas e geológicas, à pouca cobertura vegetal e à concentração das chuvas. O NEOSSOLO QUARTZARÊNICO órtico dominante é excessivamente drenado, possuindo baixa disponibilidade de nutrientes e limitada retenção de água, com alta erodibilidade.

Também a erosão laminar é intensa e evidente nas bordas das voçorocas, causada pela água que não infiltra e escorre pela superfície do terreno, transportando as partículas mais finas e se concentrando em alguns pontos, como as trilhas de gado, formando sulcos que evoluem para canais mais profundos, atingindo o horizonte B do solo, disparando o voçorocamento.

As nascentes associam-se às veredas presentes no alto Pandeiros, sendo um ambiente conservador de umidade, onde formaram-se o GLEISSOLO MELÂNICO Distrófico e GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico, passando para NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico nas áreas mais drenadas, que acompanham os corpos d'água receptores das nascentes. Esses Gleissolos são explorados frequentemente com pastagens e agricultura de subsistência, com muitos moradores no entorno, em função das facilidades disponíveis.

Para avaliação das vazões da bacia do Rio Pandeiros, foram coletados dados do sistema Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA). Uma estação fluviométrica (código Hidroweb: 44250000) localizada próxima e a montante da barragem da PCH Pandeiros forneceu os dados de vazão do rio, no período de 42 anos (1973 a 2015).

A disponibilidade hídrica, consumo e demanda para o rio Pandeiros foi estimada em 16,85 (Q90), 15,35 (Q95) e 13,81 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (Q7,10), sendo o consumo médio de 0,078 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> e máximo de 0,156 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, com demanda média de 0,124 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> e máxima de 0,220 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUMESKILL, 2014).

Os valores mensais históricos de vazão e precipitação são compatíveis, com coeficiente de correlação de Pearson de 0,893 ( $p < 0,01$ ). A vazão do rio apresentou queda substancial a partir da década de 1990, cuja tendência se mantém nos últimos anos, abaixo da média histórica (21,86 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>). Caso a taxa de redução da vazão do rio continue em 0,4108 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, a vazão será nula antes de 2050. A redução das vazões não pode ser explicada pelo regime de chuvas, cuja média anual de 864 mm ano<sup>-1</sup> apresentou tendência de aumento nas últimas décadas.

Dessa forma, outros fatores ambientais estão influenciando a vazão média anual do rio Pandeiros, como a mudança da cobertura do solo e comprometimento das nascentes devido ao assoreamento

das veredas. A amplitude dos valores de vazão ao longo do ano foi reduzida de  $25,07 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (1974 a 1983) para  $16,42 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (2004 a 2013), atingindo  $10,39 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  entre a maior e menor vazão em 2015. Essa menor amplitude das vazões contrasta com a precipitação, cuja amplitude anual de 185,10 mm (1975 a 1983) subiu para 212,43 mm (2004 a 2013).

Conclui-se que parte da disponibilidade hídrica superficial está sendo comprometida na bacia antes de atingir o leito do rio Pandeiros, tornando sua vazão dependente principalmente do fluxo subterrâneo.

As maiores erosões e assoreamentos na bacia hidrográfica do rio Pandeiros resultam da antiga exploração de carvão vegetal da vegetação nativa com posterior pecuária extensiva de baixa tecnologia.

A exploração antrópica das veredas intensifica sua degradação, rebaixando o nível de base e alterando o fluxo das nascentes de contínuo para intermitente.

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsas e apoio financeiro ao projeto APQ-03775/14, em conjunto com a Comissão Pandeiros (MPMG, IEF e CEMIG).

## Referências

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Mapa de solos de Minas Gerais: legenda expandida**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente/UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010. 49 p.

BETHONICO, M. B. M. **Área de proteção ambiental estadual do rio Pandeiros, MG: espaço, território e atores**. Niterói: UFF, 2009. 288 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal Fluminense.

CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME-SKILL. **Plano diretor de recursos hídricos da Bacia do Rio Pandeiros: resumo executivo**. Belo Horizonte: Consórcio Ecoplan-Lume-Skill, 2014. 82 p.

## MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ERODIBILIDADE DO SOLO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DAS POSSES - MG

Fabio Arnaldo Pomar Avalos, Lucas Machado Pontes, Pedro Velloso Gomes Batista,  
Marx Leandro Naves Silva, Marcelo Silva de Oliveira

Universidade Federal de Lavras, Doutorado, Lavras - MG, *fa.ingeo@gmail.com*.

**Palavras-chave:** fator K; geoestatística; erosão hídrica.

A erosão hídrica é o processo de degradação do solo mais ativo em regiões tropicais. As perdas de solo ocasionadas por esse processo são associadas às perdas de nutrientes, água e matéria orgânica, com efeitos negativos à sustentabilidade de diferentes agroecossistemas. A relação entre as perdas de solo ( $\text{t ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ) e a erosividade da chuva ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ) determina a erodibilidade do solo ( $\text{t h MJ}^{-1} \text{mm}^{-1}$ ) (WISCHMEIER; SMITH, 1978). O conhecimento da distribuição espacial da erodibilidade do solo é uma informação fundamental para a previsão de perdas de solo, o planejamento de uso da terra ou para a implementação de práticas localizadas de conservação do solo (PANAGOS et al., 2014), notadamente em regiões como a Sub-bacia das Posses, área que registra um grande impacto de processos de degradação do solo e que, atualmente, tem implementados projetos de recuperação de áreas degradadas e produção de água (LIMA et al., 2016; ZOLIN et al., 2014). Os objetivos deste trabalho foram avaliar a relação entre a erodibilidade do solo e parâmetros do relevo e, com base nessa relação, realizar seu mapeamento na Sub-bacia das Posses, Extrema - MG. A erodibilidade do solo foi calculada por meio de uma aproximação do nomograma de Wischmeier et al. (1971), conforme Auerswald et al. (2014). Foi usado um banco de dados de 147 amostras pontuais da camada superficial do solo (0 - 0,20 m). As amostras foram divididas em subconjuntos de treinamento e validação. A avaliação do efeito dos parâmetros topográficos na erodibilidade foi feita usando o método de regressão-krigagem. A tendência global foi modelada por regressão linear múltipla por passos, entre as combinações lineares de atributos de terreno obtidas por Análise de Componentes Principais (ACP) e a erodibilidade calculada em cada ponto do subconjunto de treinamento. Os resíduos do modelo de regressão foram interpolados por krigagem simples e adicionados à tendência estimada, obtendo assim o mapa final.

Para a avaliação do desempenho do modelo foram atribuídos os valores de erodibilidade do mapa final ao subconjunto de validação, o que permitiu avaliar o Erro Médio (EM) e sua distribuição e a Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM). A regressão linear por passos indicou que há uma relação linear, fraca mas significativa, entre as combinações lineares de pedoforma, declividade e índice topográfico de umidade com a erodibilidade do solo ( $R^2 = 11,10$ ,  $F_{2,99} = 6,18$ ,  $P = 0,0072$ ). A variabilidade espacial dos resíduos da regressão foi modelada pelo ajuste de um modelo variográfico exponencial ( $C_0 = 1,1 \times 10^{-5}$ ,  $C_0 + C_1 = 4 \times 10^{-5}$ ,  $A = 886 \text{ m}$ ). A erodibilidade média do solo na sub-bacia foi  $0,0244 \text{ t h MJ}^{-1} \text{mm}^{-1}$  com um desvio padrão igual a  $0,0038 \text{ t h MJ}^{-1} \text{mm}^{-1}$ . A validação externa do modelo permitiu constatar que o modelo apresentou acurácia adequada para valores de erodibilidade média, sendo que o REQM foi baixo, o EM da estimativa não foi significativamente diferente de zero ( $\text{REQM} = 0,00718$  e  $\text{EM} = -0,00018 \text{ t h MJ}^{-1} \text{mm}^{-1}$ ,  $t = -0,16$ , g.l. = 43,  $P = 0,87$ ) e apresentou distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk ( $W = 0,975$ ,  $P = 0,439$ ). As variáveis de relevo apresentaram correlação linear baixa, mas significativa com a erodibilidade do solo. A validação externa demonstrou um bom desempenho

do modelo para a estimativa da distribuição espacial de valores médios de erodibilidade do solo na sub-bacia analisada. Os mapas obtidos são uma informação muito importante para a modelagem dos processos erosivos na sub-bacia, assim como o estabelecimento de práticas de conservação do solo.

Os autores agradecem às agências FAPEMIG, CAPES e CNPq pelo apoio financeiro e à Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Extrema – MG pelo apoio e suporte logístico à pesquisa.

## Referências

- AUERSWALD, K.; FIENER, P.; MARTIN, W.; ELHAUS, D. Use and misuse of the K factor equation in soil erosion modeling: An alternative equation for determining USLE nomograph soil erodibility values. **Catena**, v. 118, p. 220–225, 2014.
- LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F. DE; et al. Spatialization of soil quality index in the Sub-Basin of Posses, Extrema, Minas Gerais. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, v. 20, n. 1, p. 78–84, 2016.
- PANAGOS, P.; MEUSBURGER, K.; BALLABIO, C.; BORRELLI, P.; ALEWELL, C. Soil erodibility in Europe: a high-resolution dataset based on LUCAS. **Sci. Total Environ.**, v. 479-480, p. 189–200, 2014.
- WISCHMEIER, W.; JOHNSON, C.; CROSS, B. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **J. Soil Water Conserv.**, v. 26, n. 5, p. 189–193, 1971.
- WISCHMEIER, W.; SMITH, D. **Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning.** Washington: USDA, Science and Education Administration, 1978.
- ZOLIN, C. A.; FOLEGATTI, M. V.; MINGOTI, R.; et al. The first Brazilian municipal initiative of payments for environmental services and its potential for soil conservation. **Agr. Water Manage.**, v. 137, p. 75–83, 2014.

## PERDAS DE SOLO E ÁGUA EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DA CULTURA DE OLIVEIRA (*Olea europaea*)

Adnane Beniaich, Danielle Vieira Guimarães, Marx Leandro Naves Silva, Rafael Pio, Fabio Arnaldo Pomar

Universidade Federal de Lavras, Doutorado / Departamento de Ciência do Solo, Lavras - MG,  
[beniaich@gmail.com](mailto:beniaich@gmail.com).

**Palavras-chave:** erosão hídrica; qualidade de solo; plantas de cobertura.

A erosão hídrica do solo constitui um processo dinâmico que é fisicamente iniciado pelo movimento de partículas de solo, sob o efeito da energia cinética das gotas de chuva. A erosão pode afetar a qualidade do solo e induzir a deterioração do mesmo pela perda de sua camada superficial, sendo essa camada local de concentração de matéria orgânica e nutrientes, elementos necessários para o desenvolvimento das plantas. Dessa forma, a erosão pode causar a redução da produtividade das culturas, sendo acelerada nas culturas com baixo índice de cobertura como na cultura da Oliveira, notadamente na região Sul do estado de Minas Gerais, onde observa-se grande expansão desta cultura, em solos rasos, classificados como Cambissolos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar perdas de solo e água utilizando a metodologia da parcela-padrão em perdas de solo e água associada as plantas de cobertura. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais, Brasil, nas coordenadas 21°13'20 " S e 44°58'17 " W e altitude média de 925 m, a partir de Novembro de 2015 a Abril de 2016. O clima é classificado como Cwa, de acordo com o sistema de classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.529,7 mm e temperatura média de 19,4 °C. O solo foi classificado como CAMBISSOLO HÁPLICO de acordo com Embrapa (2006). Para os tratamentos foram considerados quatro práticas de manejo da cobertura em sistemas de plantio da cultura da oliveira da cultivar Arbequina (*Olea europaea* L.), utilizando três repetições na seguinte combinação: Oliveira em solo descoberto (OSD); oliveira consorciada com brachiária (*Brachiaria* ssp.) e vegetação espontânea (OVE); Oliveira consorciada com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) (OCF); oliveira consorciada com milheto (*Pennisetum glaucum* L.) (OCM) e solo descoberto (SD), usado como controle. As plantas de cobertura do solo escolhidas foram o feijão-de-porco devido à sua capacidade de fixar nitrogênio, rusticidade e capacidade de produzir grande massa vegetal, além do excelente desempenho na cobertura do solo e ser uma leguminosa, o milheto por ser uma planta amplamente utilizada como planta de cobertura e representar as gramíneas e a vegetação espontânea por ser a cobertura mais comum utilizada em sistemas de cultivos de perenes (CASTRO et al., 2011; CARDOSO et al., 2012; DIAS et al., 2013; LIMA et al., 2014). As plantas de oliveira foram plantadas no mês de Março/2015, enquanto as culturas de cobertura feijão-de-porco e milheto foram instaladas no início de Novembro/2015 através de semeadura manual com sulcos espaçados de 0,5 m e densidade de 8 sementes m<sup>-1</sup> e 0,25 m e densidade de 90 sementes m<sup>-1</sup> para as respectivas culturas respeitando o sentido do declive sendo lançados diretamente nos sulcos. As avaliações de perdas de solo e água foram realizadas em parcelas instaladas no campo, no Pomar do departamento de fitotecnia da Universidade Federal de Lavras (Minas Gerais - Brasil), com dimensões de 4,0 x 12,0 m declividade média de 0,23 m m<sup>-1</sup>. Os resultados das perdas do solo foram submetidos às análises de variância e ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade usando o programa R. A erosividade da chuva para a região é de Lavras, sendo o período crítico de Novembro a Janeiro, totalizando 4 865 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (SILVA et al., 2005). A tendência de perdas de solo foi OSD > SD > OCF > OCM > OVE. A perda de água seguiu



a seguinte ordem: SD > OSD > OCF > OCM > OVE. Os valores de perdas de solo foram: 546,45 Mg ha<sup>-1</sup> no tratamento OSD, 489,87 Mg ha<sup>-1</sup> nas parcelas SD, 200,65 Mg ha<sup>-1</sup> no tratamento OCF, 125,45 Mg ha<sup>-1</sup> no tratamento OCM e 40,86 Mg ha<sup>-1</sup> no tratamento OVE. Os valores altos das perdas do solo nas parcelas com solo descoberto com oliveira podem ser explicados pela declividade nestas parcelas de 0,25 m m<sup>-1</sup> em relação à média das outras parcelas, que era de 0,23 m m<sup>-1</sup>. As perdas altas nas parcelas com plantas de cobertura (milheto e feijão-de-porco) foram aumentadas pelos trabalhos relativos ao plantio, o que pode ser observado nas parcelas de oliveira com vegetação espontânea onde não houve preparos de sulcos de plantio, além da estabilidade do solo proporcionada pela cobertura vegetal durante o período de estudo. Em relação as perdas de água foram: 551,82 mm na parcela SD, 536,70 mm no tratamento OSD, 285,74 mm no tratamento OCF, 160,51 mm no tratamento OCM e 97,20 mm no tratamento OVE. A comparação entre a perda de água em parcelas descobertas e descobertas com oliveira mostra o efeito da oliveira no aumento da taxa de infiltração nessas parcelas, reduzindo as perdas de águas da chuva. O tratamento OVE se mostrou o mais eficiente pra reduzir a perdas de solo e de água. Trabalho desenvolvido por de Silva et al. (2005) com dados de 5 anos de estudo da perda de solo e água em parcela descoberta para Cambissolo, declividade de 0,15 m m<sup>-1</sup> mostrou que houve uma grande variabilidade das perdas, com uma perda média anual de solo de 205,65 Mg ha<sup>-1</sup> e uma perda média de água de 369 mm. O trabalho de Bertol et al. (2002) em CAMBISSOLO HÚMICO, com declividade 0,102 m m<sup>-1</sup>, mostrou que a perda média anual nesse solo foi de 66,47 Mg ha<sup>-1</sup> com valores entre 6,17 e 146,97 Mg ha<sup>-1</sup>, em parcelas descobertas. Através dos resultados pode-se concluir que a cultura da oliveira predispõe o solo à erosão hídrica, notadamente nos Cambissolos. Os valores da perda de solo acumulada decresceram na seguinte ordem: OSD > SD > OCF > OCM > OVE. Enquanto o valor das perdas de água acumulados decresceram na seguinte ordem: SD > OSD > OCF > OCM > OVE. O tratamento oliveira com vegetação espontânea mostrou ser mais eficiente pra reduzir a perdas de solo e de água em cultura de pós-plantio de oliveira.

Os autores agradecem ao The World Academy of Sciences (TWAS), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro a pesquisa e pelas bolsas de estudos concedidas.

## Referências

- BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O.; LEITE, D.; AMARAL, A.J. Erodibilidade de um Cambissolo húmico aluminoléptico, determinada sob chuva natural entre 1989 e 1998 em Lages (SC). **Rev. Bras. Cienc.Solo.**, v. 26, p. 465-471, 2002.
- CARDOSO, D.P.; SILVA, M.L. N.; Carvalho G. J.; FREITAS, D. A. F.; AVANZI, J. C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, v.16, n.6, p. 632-638, 2012.
- CASTRO, N.E.A.; SILVA, M.L. N.; FREITAS, D. A. F.; CARVALO, G. J.; MARQUES, R. M., GONTIJO NETO, G. F. Plantas de cobertura no controle da erosão hídrica sob chuvas naturais. **Biosci. J.**, v. 27, n. 5, p.775-785, 2011.
- DIAS, A. C.; SILVA, M.L. N.; FREITAS, D. A. F.; Batista P. V. G.; CURTI, N.; Carvalho G. J. Soil cover plants on water erosion control in the south of Minas Gerais. **Ciênc. Agrotec.** v.37, n. 5, p. 410-418, 2013.
- LIMA, P. L. T; SILVA, M.L. N ; CURTI, N.; QUINTON, J. Soil loss by water erosion in areas under maize and jack beans intercropped and monocultures. **Ciênc. Agrotec.**, v. 38, n.2, p. 29-139, 2014.
- SILVA, A. M.; SILVA, M.L. N.; CURTI, N.; LIMA, J. M.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. **Pesq. agropec. bras.**, v.40, n.12, p. 1223-1230, 2005.

## ESTIMATIVA DA CAPACIDADE DE CAMPO PELA DENSIDADE DE FLUXO DE ÁGUA EM LATOSSOLO DE TEXTURA MÉDIA

Carlos Henrique da Silva Rezende, Francisco Assis de Souza Filho, Jean Carlos Coelho Pacheco, Igor Rodrigues de Assis, Genelício Crusoé Rocha

Universidade Federal de Viçosa, Doutorado, Viçosa - MG, [hs.rezende@bol.com.br](mailto:hs.rezende@bol.com.br).

**Palavras-chave:** redistribuição de água no solo; drenagem interna; tensiômetros.

A quantidade de água retida no solo após o excesso ter sido drenado por ação da gravidade é denominada “capacidade de campo”, sendo estimada por meio de métodos de laboratório que podem não retratar o real valor de campo, gerando grandes desperdícios ou deficiências no manejo da irrigação, por exemplo. O objetivo deste trabalho foi estimar a capacidade de campo em condições de campo pelo método da densidade de fluxo de água em um Latossolo de textura média.

O experimento foi realizado em área do viveiro de mudas da empresa Acrotech, localizada no município de João Pinheiro - MG. Instalou-se em um Latossolo textura franco-argilo-arenoso dez estruturas cilíndricas de chapa galvanizada de 0,60 m de altura e 1 m de diâmetro, com o objetivo de garantir apenas fluxo vertical quando da inundação e durante o processo de redistribuição da água no solo. No interior destas estruturas foram instalados tensiômetros nas profundidades de 0,05; 0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,90 m. Em seguida procedeu-se a saturação do perfil. Cessado este processo, o solo foi coberto com lona plástica e capim, dando início às leituras periódicas dos tensiômetros. Ao atingir condição de densidade de fluxo mínima, coletaram-se quatro amostras indeformadas e quatro amostras deformadas nas profundidades de 0,10; 0,20; 0,30 e 0,40 m, para a determinação da densidade do solo, granulometria e construção da curva de retenção de água no solo. A umidade do solo ao longo do tempo de redistribuição de água observado foi obtida pela Curva de Retenção de Água (CRA), ajustada pelo modelo de van Genuchten (1980), e pelo potencial mátrico obtido com os tensiômetros. A densidade de fluxo de água no solo foi calculada pela equação da continuidade integrada com relação à profundidade e os valores testados como capacidade de campo foram 1,0 e 0,1 mm dia<sup>-1</sup>.

Para o tempo de redistribuição de aproximadamente 900 h, a capacidade de campo correspondente à densidade de fluxo de 1,0 mm dia<sup>-1</sup> foi encontrada em 12, 24, 36 e 70 h, para as profundidades 0,10; 0,20; 0,30 e 0,40 m, respectivamente. Considerando a densidade de fluxo 0,1 mm dia<sup>-1</sup>, os tempos encontrados foram 144, 192, 288 e 503 h, para as profundidades 0,10; 0,20; 0,30 e 0,40 m, respectivamente. Segundo Jabro et al. (2009), o tempo necessário para se atingir a capacidade de campo para solos franco-arenoso e franco-argiloso são de 50 e 450 horas, respectivamente. Brito et al. (2011), trabalhando com solo de textura semelhante, encontrou valores de 52, 97, 152 e 205 h para densidade de fluxo 1,0 mm dia<sup>-1</sup>, nas profundidades 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 m.

A melhor estimativa alcançada para a capacidade de campo foi a densidade de fluxo 1,0 mm dia<sup>-1</sup>, dado o longo tempo decorrido para se alcançar densidade de 0,1 mm dia<sup>-1</sup>, corroborando com os dados de Brito et al. (2011). A umidade média do solo que caracterizou essa densidade de fluxo foi de 0,23; 0,23; 0,24 e 0,24 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, com potenciais mátrico 9,7; 11; 11,5 e 11,8 kPa, nas profundidades 0,10; 0,20; 0,30 e 0,40, respectivamente. Segundo Meyer e Gee (1999), a capacidade de campo estimada pelo método baseado na densidade de fluxo de água produz valores próximos aos do método baseado

no potencial mátrico. Porém, estes valores devem ser bem definidos, visto a complexidade dos fatores que interferem na retenção de água no solo. Reichardt (1988) considera o valor de 33 kPa como capacidade de campo para solos de ambientes temperados, dado predomínio de argila de alta atividade e valores entre 6 e 10 kPa para solos de regiões tropicais, com predomínio de argila de baixa atividade e óxidos.

O potencial mátrico de 10 kPa da curva de retenção de água no solo corresponde à estimativa da capacidade de campo para este Latossolo, considerando a densidade de fluxo desprezível de 1,0 mm dia<sup>-1</sup>.

## Referências

- BRITO, A. S. et al. Estimativa da capacidade de campo pela curva de retenção e pela densidade de fluxo da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 1939-1948, 2011.
- JABRO, J. D.; EVANS, R. G.; KIM, Y.; IVERSEN, W. M. Estimating in situ soil-water retention and field water capacity in two contrasting soil textures. **Irrigation Science**, v. 27, n. 3, p. 223-229, 2009.
- MEYER, P. D.; GEE, G. W. Flux based estimation of field capacity. **Geotechn**, v. 125, p. 595-599, 1999.
- REICHARDT, K. Capacidade de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, São Paulo, v. 12, p. 211-216, 1988.

## FATOR COBERTURA E MANEJO DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO EM UM LATOSSOLO DO RIO GRANDE DO SUL

Marcelo Raul Schmidt, Elemar Antonino Cassol, Tiago Stumpf da Silva, Joelma Divina Murliki, Priscila Pacheco Mariani

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestrando, Porto Alegre - RS,  
*marceloraulschmidt@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** erosão; fator C; cobertura vegetal.

A erosão do solo é um dos mais importantes problemas ambientais no mundo, isso porque além das perdas econômicas ocorridas a cada ano, vai contra a sustentabilidade do sistema (JING et al., 2005).

De acordo com Bertoni e Lombardi (2010). O processo de erosão hídrica do solo é afetado por forças ativas, tais como as características da chuva, grau e comprimento do declive do terreno e a capacidade de infiltração do solo; e também por forças passivas, como a resistência do solo e a densidade da cobertura vegetal.

Para possibilitar o planejamento sobre a melhor forma de manejar o solo e desenvolver métodos eficazes para reduzir as perdas por erosão hídrica, há necessidade de estimar previamente. Diante disto, existem modelos de predição de erosão, sendo o mais conhecido e utilizado em escala mundial a Equação Universal de Perdas de Solo (USLE na sigla original) que abrange os fatores erosividade, erodibilidade, relevo, cobertura e manejo vegetal e práticas conservacionistas complementares (WISCHMEIER; SMITH, 1978). Na USLE, o manejo e cobertura do solo são representados pelo fator “C”, o qual é definido pela relação de perda de solo entre uma área com determinado manejo, com as perdas que ocorrem na parcela padrão (solo descoberto, preparado convencionalmente no sentido do declive, com 9 % de declividade e 22 m de comprimento do declive).

O fator “C” varia de acordo com o desenvolvimento vegetativo, a cobertura do solo e o manejo, influenciado pela distribuição da erosividade de cada região. Deste modo, há grande dificuldade na determinação desse fator em virtude das inúmeras combinações possíveis de erosividades, culturas, sistemas de cultivo e tipos de preparo e manejo.

O objetivo deste trabalho foi determinar o valor do Fator “C” da USLE, em diferentes sistemas de cultivos e de manejo do solo, de forma preliminar, com base em 4 anos de experimentação em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. O experimento foi conduzido no campo, durante o período de 1982 a 1985, sob condições de chuva natural, no município de Augusto Pestana – RS.

A declividade da área experimental era de 7,5 %. As parcelas tinham dimensões de 22,0 m x 3,5 m, totalizando uma área de 77 m<sup>2</sup>. As mesmas foram delimitadas por chapas galvanizadas fixadas ao solo em 10 cm, na extremidade inferior possuía a calha coletora do escoamento conectada por um cano de PVC aos tanques coletores com divisores de vazão do tipo GEIB, localizados abaixo da parcela experimental.

Os tratamentos avaliados foram os seguintes: a) solo descoberto em preparo convencional (parcela padrão); b) sucessão trigo-soja em preparo convencional, com incorporação dos restos culturais; c) sucessão trigo-soja em preparo reduzido (uma gradagem leve sobre a resteva da cultura anterior); d) sucessão trigo-soja em plantio direto; e) sucessão aveia-milho em preparo convencional,

com incorporação da resteva das culturas; f) sucessão aveia-milho em plantio direto; g) pastagem com uso de alfafa; h) pastagem de setária + siratro + desmodio.

O processo de amostragem, medição dos volumes e quantificação do solo e água de enxurrada, era realizado a cada evento de chuva que tivesse capacidade de formar um volume de escoamento superficial.

O ciclo das culturas foi dividido em períodos (5 para culturas de inverno e 5 para culturas de verão) ao longo do ano agrícola, tendo cada período tempo similar de duração. O fator “C” foi determinado conforme a seguinte expressão:

Fator C anual =  $\Sigma (RPS \times FEI_{30})$  de cada período.

Onde RPS representa a Razão de Perda de Solo e o FEI30 a Fração do Índice de Erosividade, em cada período das culturas. A RPS em cada período do ciclo das culturas foi calculada pela razão entre a perda de solo ocorrida nos tratamentos estudados e a perda correspondente à parcela-padrão da USLE. A FEI30 em cada período do ciclo das culturas foi obtida pela razão entre o valor da erosividade que causou a perda de solo em cada um dos períodos no ciclo das culturas e o valor total da erosividade ocorrida no ano agrícola. O somatório dos dez valores do fator “C” ao longo do ano agrícola permitiu a obtenção deste fator utilizando a média dos 4 anos de avaliação, sob os diferentes sistemas de manejo do solo. (WISCHMEIER; SMITH, 1978).

O fator “C” varia de 0 a 1, aproximando-se de 0, nos sistemas de manejo conservacionistas, e de 1, nos não conservacionistas (BERTOL et al., 2002).

O tratamento “a” por ser a parcela padrão apresenta o valor máximo com fator “C” = 1. A sucessão trigo-soja apresentou os valores 0,1840; 0,1050; 0,0637 nos preparos convencional, reduzido e direto, respectivamente. A sucessão aveia-milho apresentou o valor de 0,1787 em preparo convencional e de 0,1001 em plantio direto. As pastagens apresentaram valores de 0,0658 para alfafa; e de 0,0626 para setária + siratro + desmodio.

Com esses valores é possível perceber a importância do não revolvimento do solo e do uso de plantas perenes para diminuição do fator “C”. Isso porque o uso de qualquer pastagem reduziu em aproximadamente 93,5 % o fator “C”. A sucessão trigo-soja diminuiu o fator “C” em 81,6, 89,5 e 93,63 % para os preparos convencional, reduzido e direto, respectivamente. Já a sucessão aveia-milho diminuiu em 82,1 e 90 % para os preparos convencional e direto, respectivamente. Assim demonstrando a importância da cobertura do solo para diminuição do fator “C”, refletindo diretamente nas perdas de solo de determinada área.

No município de Lages - SC, Bertol et al. (2001) trabalhando com chuva natural, na sucessão trigo-soja em um Cambissolo, encontraram valores de fator “C” de 0,3595, 0,2661 e 0,1043 para os preparos convencional, reduzido e direto, respectivamente. Os mesmos autores trabalhando com o mesmo solo em 2002, determinaram os valores de fator “C” para a sucessão aveia-milho, encontrando os valores de 0,1768, 0,1218 e 0,1043 para os preparos convencional, reduzido e direto, respectivamente. Os valores encontrados no presente trabalho foram inferiores aos encontrados pelos autores citados na sucessão trigo-soja e bem próximos aos da sucessão aveia-milho. Essas diferenças podem ser explicadas por ter-se apenas 4 anos de amostragem ou mesmo pela diferente erosividade e distribuição das chuvas entre cada região. Chuvas concentradas no estágio inicial das culturas proporcionam um fator “C” maior por esse período apresentar menor cobertura do solo pelo dossel. Por se tratar de uma razão, as características do solo tem pouca influência sobre o valor do fator “C”.

Os valores de fator “C” variaram do menor para o maior entre os manejos estudados: pastagem de setária + siratro + desmodio < sucessão trigo-soja em plantio direto < pastagem de alfafa < sucessão aveia-milho em plantio direto < sucessão trigo-soja em preparo mínimo < sucessão trigo-soja em preparo convencional < sucessão aveia-milho em preparo convencional.

Os menores valores do Fator “C” em sistemas conservacionistas confirmam a eficiência dos mesmos na redução e perdas de solo, e estabelecem a grandeza dessa diferença.

## Referências

- BERTOL, I.; SCHICK, J. & BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator C para milho e aveia em rotação com outras culturas em três tipos de preparo de solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.26, p.545-552, 2002.
- BERTOL, I.; SCHICK, J. & BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator C para as culturas de soja e trigo em três sistemas de preparo em um Cambissolo húmico alumínico. **R. Bras. Ci. Solo**, v.25, p.451-461, 2001.
- BERTONI, J.; LOMBARDI N. F. **Conservação do Solo**, 7ª Edição, Editora Ícone. São Paulo, SP. 2010, 355p.
- JING, K.; WANG, W.Z.; ZHENG, F.L. Soil Erosion and Environment in China. **Science Press**, Beijing. 2005, 359p. (in Chinese).
- WISCHMEIER, W. H., SMITH D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: USDA, 58 p. (Agricultural Handbook, 537), 1978.



## POTENCIAL DE INÓCULO MICORRÍZICO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO EM SANTA CATARINA

Ana Carolina Lovatel<sup>1</sup>, Gessiane Ceola<sup>2</sup>, Osmar Klauberg Filho<sup>1</sup>, José Paulo Afonso Felipe de Sousa<sup>3</sup>,  
Dilmar Baretta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestrado, Lages - SC, [anacarol.lovatel@hotmail.com](mailto:anacarol.lovatel@hotmail.com); <sup>2</sup>Centro Universitário FACVEST; <sup>3</sup>Universidade de Coimbra.

**Palavras-chave:** fungos micorrízicos arbusculares; solos subtropicais; inóculo micorrízico.

Considerando a hipótese de que os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são sensíveis aos diferentes tipos de uso do solo em sistemas naturais, florestais e agrícolas, apresentando mudança na atividade, este estudo verifica a influência de sistemas de uso do solo nos aspectos funcionais da simbiose relacionados à capacidade infectiva, em condições subtropicais do Sul do Brasil.

O estudo foi realizado nas regiões Oeste (O), Planalto (P), Leste (L) e Sul (S) do Estado de Santa Catarina, no Sul do Brasil. Em cada região foram selecionados três municípios representativos que constituíram as repetições verdadeiras deste estudo. No Oeste: Xanxerê (XAN), São Miguel do Oeste (SMO) e Chapecó (XAP); no Planalto: Campo Belo do Sul (CBS), Lages (LAG) e Otacílio Costa (OC); no Leste: Blumenau (BLU), Joinville (JOI) e Timbó (TIM), e no Sul: Orleans (ORL), Siderópolis (SID) e Lauro Müller (LAU). Os sistemas de uso do solo avaliados foram: floresta nativa (FN), reflorestamento de eucalipto (RE), pastagem (PA), integração lavoura-pecuária (ILP) e plantio direto (PD). As amostras de solo foram coletadas no inverno, em julho-agosto 2011 e no verão, de dezembro/2011 a janeiro/2012.

Em cada sistema de uso do solo foi estabelecida uma grade amostral com nove pontos, georeferenciados e distanciados em 30 m, considerando 20 m de bordadura. Foram coletadas 12 sub-amostras ao redor de cada ponto amostral na camada de 0-10 cm com trado tipo holandês, para compor uma amostra composta.

O potencial de inóculo micorrízico (PIM) foi estimado pelo método descrito por Moorman e Reeves (1979). O solo de cada amostra foi diluído em areia (1:1), colocado em cones de 270 ml e semeado com *Sorghum bicolor*. Após a germinação, foi feito o desbaste para deixar apenas uma planta por cone. Após 21 dias as raízes foram separadas do solo e preparadas de acordo com o método de Koske e Gemma (1989) e a porcentagem de colonização radicular estimada de acordo com Giovannetti e Mosse (1980).

Os efeitos dos tratamentos foram analisados por modelos mistos lineares generalizados (GLMM). As funções de distribuição utilizadas em cada GLMM foram selecionadas de acordo com a tipologia de dados e o melhor ajuste do modelo, tendo-se utilizada distribuição Beta com Logit. Em todos os GLMM, a parcela foi considerada como "Random effect", e no caso do comprimento do micélio e do potencial de inoculação das micorrizas, a época foi também adicionada como "Random effect".

Em toda a análise estatística, valores de  $P < 0,05$  foram considerados significativos. Sempre que se verificou a ocorrência de diferenças significativas, foi utilizado o teste de Tukey para comparações múltiplas com correção de Bonferroni. Os resultados estão apresentados sob a forma de média estimada  $\pm$  erro padrão e intervalos de confiança. A análise estatística foi realizada em SPSS e R.

A capacidade de colonização dos propágulos dos FMA no solo apresentou interação significativa entre os fatores região e tipo de uso, resultantes das diferenças obtidas entre a região Sul e o Leste



( $Z(1060) = 2,729$ ;  $P = 0,029$ ) e entre o Sul e Planalto ( $Z(1060) = 4,014$ ;  $P < 0,001$ ), ambas no que concerne a FN. Globalmente, PIM é mais elevado em ILP nas regiões do Planalto ( $69 \pm 17 \%$ ) e do Leste ( $67 \pm 18 \%$ ) e no sistema de uso FN foi observado maior potencial na região Sul ( $63 \pm 9 \%$ ) quando comparado aos demais sistemas.

Primeiramente o experimento comparou como os diferentes usos do solo se comportaram em diferentes regiões. As diferenças significativas ocorreram entre a região Planalto e Leste em relação a Sul, no que diz respeito à FN. Os FMA têm ocorrência generalizada na maioria dos ecossistemas e são influenciados por fatores diversos de natureza biótica e abiótica, que interferem na sobrevivência e na germinação dos propágulos infectivos alterando os processos e os efeitos da colonização radicular nas plantas. A FN foi o que diferenciou as regiões porque que os demais usos do solo (RE, PA, ILP e PD) seguem um padrão de cultivo, adubação, calagem e uso de herbicidas e inseticidas semelhantes e FN permanece com as características originais de cada região sofrendo pouca ou nenhuma interferência antrópica, como por exemplo, a textura do solo, porosidade, densidade, além da fertilidade natural.

Dentro da segunda perspectiva de análise estatística, quando comparado os sistemas de uso dentro de cada região, ILP foi maior para Planalto e Leste e FN foi maior para Sul quando comparado aos demais usos do solo. Nos agrossistemas os efeitos das práticas agrícolas como o preparo mecânico, o manejo das culturas e os tratamentos culturais promovem alterações significativas nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo alterando a comunidade dos FMA e os efeitos destes organismos na relação solo-planta-microrganismos. Estudos já realizados concluíram que valores maiores de PIM podem ser atribuídos a vários fatores como a umidade, uso e manejo do solo, plantas cultivadas, predadores. Todos interferem na capacidade infectiva e número inicial de propágulos da população indígena de FMA.

Apesar dos resultados alcançados, as diferenças estatísticas foram poucas quando observado o experimento globalmente. Os resultados foram semelhantes entre os solos com manejos agrícolas e pastoris comparados com sistemas florestais (nativos e cultivados). Resultados semelhantes foram alcançados por Öpik et al. (2009) em solos cultivado com alfafa e milho onde solos com manejo convencional e plantio direto não obtiveram diferenças significativas para PIM. Isto ressalta a ideia de que os esporos não são os únicos propágulos infectivos. As redes de hifas e restos de raízes pode ser importantes para colonização de novas raízes (JASPER et al., 1989).

Foi concluído que os diferentes sistemas de uso do solo influenciam a atividade do FMA. O PIM é mais elevado em ILP nas regiões do Planalto e Leste e no sistema de uso FN foi observado maior potencial na região Sul.

## Referências

- GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v.84, p.489-500, 1980.
- JASPER D.A, ABBOTT L.K, ROBSON A.D. Hyphae of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus maintain infectivity in dry soil, except when the soil is disturbed. **New Phytol.** v.112, p.101-107, 1989
- KOSKE, R.E. & GEMMA, J.N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, v.92, p.486-505, 1989.
- MOORMAN T, REEVES F.B. The role of endomycorrhizae in revegetation practices in the semi-arid West. II. A bioassay to determine the effect of land disturbance on endomycorrhizal populations. **Am. J. Bot.** v.66, p.14-18, 1979.
- ÖPIK M, MOORA M, LIIRA J, ZOBEL M. Composition of root-colonizing arbuscular mycorrhizal fungal communities in different ecosystems around the globe. **J. Ecol.** v.94, p.778-790, 2006.

## QUANTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DA TAXA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL PELA TÉCNICA DE CAÇAMBA BASCULANTE

André Somavilla, Paulo Ivonir Gubiani, Anderson Luiz Zwirtes

Universidade Federal de Santa Maria, Mestrando, Santa Maria - RS, [somavillaa@gmail.com](mailto:somavillaa@gmail.com).

**Palavras-chave:** infiltração de água; precipitação; perdas de água.

A quantificação manual do escoamento superficial em parcelas é uma atividade onerosa, que demanda tempo e dedicação da equipe, principalmente quando se necessita quantificar a taxa de escoamento. Em estudos de bacias e microbacias hidrográficas, onde o volume escoado é alto, este procedimento pode ser automatizado com a utilização de linígrafo. Entretanto, para parcelas pequenas, normalmente a medição da taxa de escoamento é realizada pela coleta de uma alíquota de água em um dado intervalo de tempo, com a utilização de recipientes plásticos, o que facilita a ocorrência de erros de medições. Logo, a aquisição automática do escoamento em parcelas dispensaria a presença de uma pessoa para realizar o trabalho manualmente.

A utilização da técnica da caçamba basculante é bastante difundida para medir a intensidade de precipitação. Porém, essa técnica também pode ser utilizada para medir outros fluxos, como proposto por Edwards et al. (1974) para quantificação do escoamento em parcelas de até 5 hectares. No entanto, não há um equipamento formatado para medir com acurácia o escoamento em parcelas pequenas. Deste modo, objetivou-se com este trabalho desenvolver um equipamento baseado na técnica de caçamba basculante capaz de quantificar, de forma automática, o escoamento superficial gerado em parcelas com pequena área de captação.

O equipamento foi desenvolvido no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - RS, Brasil. O equipamento foi construído com base na técnica de caçamba basculante, que foi montado com o uso de chapas metálicas, parafusos e porcas de 5 mm, funil, tela 20 x 20 cm de malha 3 mm, cano PVC 200 mm de diâmetro e aproximadamente 35 cm de altura, sensor magnético Reed Switch e ímã, cabo paralelo de cobre/estanhado e Datalogger modelo CR1000. O sistema basculante foi ajustado para iniciar a descarga quando o armazenamento atingir 15 cm<sup>3</sup>.

O ajuste adequado do volume comportado pelo sistema de báscula é importante para evitar erros de leitura. No entanto, outros erros, como os oriundos do fluxo turbulento da água dentro da báscula e do tempo de movimento da mesma, podem ocorrer e suas magnitudes serão tão maiores quanto maior for o fluxo mensurado (EDWARDS et al., 1974). Por isso, esses autores, sugerem uma correção nas leituras realizadas por equipamento contendo báscula.

Em laboratório, constatou-se a necessidade de correção das leituras e para isso ajustou-se uma curva de correção entre intensidade real do fluxo *versus* a intensidade quantificada pelo equipamento. A função foi ajustada para um intervalo de tempo ( $\Delta t$ , min) de correção das leituras de 1 min. O desempenho do equipamento foi avaliado pela eficiência de Nash-Sutcliffe (NSE) e pelo percentual de bias (PBIAS), conforme descrito por Moriasi et al. (2007).

A calibração do equipamento construído foi realizada por meio de uma equação quadrática e sua utilização foi considerada satisfatória por ambos os coeficientes estatísticos (NSE = 0,997 e PBIAS = 2,274). Deste modo os erros oriundos do fluxo turbulento da água e do tempo de movimento da báscula foram passíveis de serem minimizados de forma satisfatória com a utilização de uma equação quadrática.

Ainda, a resolução do equipamento também pode comprometer as leituras. Ou seja, caso o volume necessário para que o sistema de báscula realize o movimento não for atingido, esta fração de escoamento, menor que  $15 \text{ cm}^3$  neste caso, não será quantificada, resultando assim em erro de resolução. O erro de resolução do equipamento poderá ocorrer apenas uma vez durante o evento de escoamento e sua magnitude será dependente tanto do volume escoado quanto da área de captação da parcela. Quanto menor o volume escoado acumulado maior será a participação do erro na leitura e por isso sua importância será relativa à área de captação do escoamento na parcela e em áreas pequenas não deve ser desconsiderado.

Com isso concluímos que o equipamento pode ser utilizado para quantificação de escoamento superficial mediante aplicação de uma correção nos valores obtidos. As dimensões e a capacidade do equipamento podem ser alteradas de acordo com a necessidade de cada usuário.

## Referências

MORIASI, D. N.; ARNOLD, J. G. VAN LIEW, M. W.; BINGNER, R. L.; HARMEL, R. D.; VEITH, T. L. Model evaluation for guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. **Transactions of the ASABE**, v. 50, n. 3, p. 885-900, 2007.

EDWARDS, I. J.; JACKON, W. D.; FLEMING, P. M. Tipping bucket gauges for measuring run-off from experimental plots. **Agricultural Meteorology**, v. 13, p. 189 – 201, 1974.

## INFILTRAÇÃO DE AGUA EM UM ARGISSOLO VERMELHO CULTIVADO COM CAPIM MOMBAÇA

João Paulo Guerta Antonio, Carolina dos Santos Batista Bonini, Ronaldo Cintra Lima, Guilherme Constantino Meireles, Samuel Dias Moreira

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho",  
Auxiliar de campo, Dracena - SP, [joaopaulo@dracena.unesp.br](mailto:joaopaulo@dracena.unesp.br).

**Palavras-chave:** *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça; manejo da água; adubação potássica.

O capim Mombaça é uma gramínea bastante utilizado na pecuária leiteira onde o pasto é disposto na forma de piquetes rotacionados em ciclos de 28 dias, geralmente os mesmos são irrigados para obter o melhor desempenho do mesmo e adubados com nitrogênio a cada pastejo. Sua produtividade varia de 20 a 28 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de matéria seca formando touceiras que podem atingir mais de 1,6 m onde tem um teor proteico de 12 a 16 % na matéria seca, sua palatabilidade e digestibilidade são excelentes podendo ser utilizados em pastejo direto, silagem e fenação. As gramíneas através da sua produção de raízes e massa seca fornece matéria orgânica que auxilia na manutenção do solo, protegendo contra a ação da água na desestruturação desse solo, que apresenta capacidade semelhante a da vegetação nativa na proteção do mesmo, que em comparação ao eucalipto tem uma melhor qualidade física do solo (ROMEIRO, BONINI, NETO, 2014). Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de infiltração de água em um ARGISSOLO VERMELHO cultivado com *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça tratado com quatro doses de potássio e três laminas de irrigação. O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - UNESP de Dracena – SP, com coordenadas do local de 21° 29' Latitude Sul e 51° 52' Longitude Oeste, a uma altitude média de 420 metros. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é o subtropical úmido, Cwa, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso. O solo foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico (EMBRAPA, 2013). O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com quatro repetições, sendo o tratamento principal doses de potássio 0; 50; 100; 200 (kg ha<sup>-1</sup>) e o secundário as laminas de irrigação L1 = ETo ; L3 = 0,7 x ETo ; L5 = Sem Irrigação, um em esquema fatorial 4 x 3. A correção do solo foi feita com 1100 kg calcário dolomítico, para elevar a saturação por bases até 70 %. A semeadura foi realizada em fevereiro de 2015, realizada a lanço seguida de uma passagem de grade leve para cobrir as sementes com aproximadamente 2 cm de profundidade. A adubação de implantação foi realizada com 80 ppm P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg de N (o nitrogênio foi repostado em todos os cortes a cada 30 dias). Após 30 dias da semeadura, efetuou-se uma adubação de cobertura a lanço, numa dose de 40 kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup> (89 kg de ureia ha<sup>-1</sup>). Depois de 60 dias de semeadura foi realizado o corte de rebaixamento com roçadeira costal motorizada, com o objetivo de uniformizar a altura da forragem, esta foi baseado na altura da gema apical se acima ou abaixo de 35 cm de altura do solo. Foi avaliada a taxa de infiltração de água usando o mini infiltrômetro de disco (ZANG, 1997). Os resultados foram analisados efetuando-se a análise de variância e teste de Tukey a 5 % de probabilidade para a comparação de médias, no programa SISVAR (FERREIRA, 2011). Para a variável analisada houve diferença estatística. A taxa de infiltração foi menor no tratamento da lamina L1 e dose 0. Na lamina L3 não houve um resultado muito significativo para as doses de potássio, com a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> tendo a melhor performance. E observou-se os melhores resultados na taxa infiltração na lamina L5 (sem irrigação) com aplicação

de 50 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo Brandão et al. (2012), solos com pastagem e de textura arenosa possuem valor médio de infiltração que variam de 38,1 a 111,8 mm h<sup>-1</sup>, parte dos valores estudados neste trabalho, concordam com os autores, exceto dose 0 e 50 com a L1. Apesar de L1 e L3 consistir em tratamentos com irrigação e na análise estatística não ter significância, nota-se que a taxa de infiltração foi menor em relação a L5, devido a maior oferta de água. Também outro fator é o pisoteio animal que diminui a porosidade do solo e consequentemente a infiltração de água, que de acordo com Miguel et al. (2009) houve uma diminuição da taxa de infiltração em uma pastagem de *Urochloa brizantha* de até 73,3 % a 0,10 m e de 64,6 % a 0,20 m de profundidade de devido ao pisoteio do gado nessa área. Neste experimento não houve pastejo, o rebaixamento foi realizado mensalmente com roçadeira costal.

## Referências

- BRANDÃO, V.S.; CECILIO, R. A.; PRUSKI, F.F. & SILVA, D. D. **Infiltração da Água no Solo**. Viçosa: UFV, 2012. 120p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação do solo**. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 93 p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciênc. Agrotec.**, n.35, p. 1039-1042, 2011.
- MIGUEL, F.R.M.; VIEIRA, S.L.; GREGO, C.R. Variabilidade espacial da infiltração de água do solo sobre pastagem em função da intensidade de pisoteio. **Pesq. Agropec. Bras.** n. 11, p. 1513-1519, 2009.
- ROMEIRO, E.R.; BONINI, C.S.B. & BONINI NETO, A. INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO SOB DIFERENTES USOS E MANEJO. **F. Amb. A. Paulista**, n.10: p. 39-49, 2015.

## CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DO CACHIMBAL, PINHEIRAL - RJ

João Henrique Gaia Gomes, Marcos Gervasio Pereira, Rafael Coll Delgado, Marcos Bacis Ceddia, Gilsonley Santos Lopes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Mestrando, Rio de Janeiro - RJ,  
*gaia.gomes.pgeaamb@gmail.com*.

**Palavras-chave:** SIG; potencial erosivo; morfometria.

A bacia hidrográfica é uma área onde ocorre a drenagem das precipitações pluviométricas para o curso d'água principal e seus afluentes, devido as suas características geográficas e topográficas. É tomada como unidade de planejamento para uso e exploração dos recursos naturais, já que seus limites são permanentes dentro de uma área física. A caracterização morfométrica vem sendo utilizada para diferenciar áreas homogêneas dentro de uma bacia hidrográfica por meio da obtenção de dados quantitativos. Ela consiste na caracterização física da bacia, onde são verificados indicadores específicos, de maneira a qualificar as modificações ocorridas na área (PISSARRA et al., 2004), através do uso de parâmetros calculados, como: comprimento de cursos d'água, fator forma, coeficiente de conformidade, índice de circularidade, dentre outros (ALVES; CASTRO, 2003). O modelo digital de elevação (MDE) pode ser adicionado ao processo de caracterização morfométrica como uma ferramenta de alta praticidade. O MDE é definido como a representação digital de uma seção da superfície, por meio de coordenadas planimétricas e coordenadas correspondentes à elevação. Diante desse contexto, o objetivo desse estudo foi caracterizar morfometricamente e avaliar a suscetibilidade da sub-bacia do Ribeirão do Cachimbal a desastres naturais.

O estudo foi realizado no município de Pinheiral, Rio de Janeiro, na região do Médio Paraíba Fluminense, na sub-bacia de Ribeirão Cachimbal, que compõe a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, localizado entre as latitudes 22°29'03"S e 22°35'27"S e entre as longitudes 43°54'49" W e 44°04'05"W. O programa *ArcGIS* 10.2 foi utilizado para gerar o modelo digital de elevação, com a finalidade de se determinar algumas características morfométricas da sub-bacia do Ribeirão do Cachimbal. As características morfométricas foram divididas em geométricas (área, perímetro, fator forma, coeficiente de compacidade (Kc), índice de circularidade (IC)) e rede de drenagem (comprimento do curso d'água principal, comprimento total dos cursos d'água e a ordem dos cursos). A área e o perímetro total da bacia foram determinados através do programa *ArcGIS* 10.2. O fator forma (Kf), o coeficiente de conformidade (Kc) e o índice de circularidade (IC) foram determinados com base em Christofletti (1974) e Rocha e Kurts (2001). O comprimento do curso d'água principal, total dos cursos d'água e a ordem dos cursos foram determinadas por meio do uso do programa *ArcGIS* 10.2, no módulo Spatial Analys Tools: Hidrology. A ordem dos cursos d'água foi classificada segundo Strahler (1952) onde os menores canais são considerados de primeira ordem; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem; os canais de terceira ordem da confluência de dois canais de segunda ordem; os canais e quarta ordem da confluência de dois canais de segunda ordem, e assim sucessivamente.

Verificou-se que a sub-bacia de Ribeirão do Cachimbal possui área total de 104,15 km<sup>2</sup>, perímetro de 63,41 km e comprimento do rio principal de 21,79 km. Os valores verificados para o coeficiente de

compacidade (Kc), índice de circularidade (IC) e para o fator forma (Kf), classificam a sub-bacia de Ribeirão do Cachimbal com formato alongado. Observou-se que a sub-bacia possui ramificações de quinta ordem, o que aponta um sistema de drenagem pouco ramificado, mantendo padrão similar ao constatado por Abdala et al. (2009). A drenagem da sub-bacia é pouco ramificada.

A sub-bacia de Ribeirão Cachimbal não apresenta propensão a enchentes devido ao seu formato alongado. O método utilizado para avaliação das características morfométricas mostra-se adequado e de alta praticidade, podendo ser empregado em estudos em outras localidades para avaliação de possíveis desastres ambientais.

## Referências

- ABDALA, V.L.; TORRES, J.L.R; BARRETO, A.C. Análise hidrológica das nascentes da bacia do alto curso do rio Uberaba. **Rev. Caminhos de Geografia** Uberlândia, v. 10, n. 31, p.171-183, 2009.
- ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Rev. Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, n.2, p117-127, 2003.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 150p., 1974.
- PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W. ; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego rico, Jaboticabal (SP). **Rev. Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2, p.297-305, 2004.
- ROCHA, J. S. M.; KURTS, S. M. J. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 120p, 2001.
- STRAHLER, A. N. **Hypsometric analysis of erosional topography**. Bulletin Geological Society of America, v.63, p.1117-1142, 1952.



## CONTAMINAÇÃO DE METAL PESADO EM DIFERENTES USOS E MANEJO DO SOLO NA MICROBACIA CÓRREGO DA OLARIA - SP

Mariana Bárbara Lopes Simedo<sup>1</sup>, Antonio Lucio Mello Martins<sup>2</sup>, Maria Conceição Lopes<sup>2</sup>,  
Teresa Cristina Tarlé Pissarra<sup>1</sup>, Sandro Roberto Brancalhão<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - Campus Jaboticabal, Mestranda em Agronomia (Ciência do Solo), Jaboticabal - SP, *mariana\_blopes@hotmail.com*; <sup>2</sup>Polo Regional Centro Norte-APTA.

**Palavras-chave:** sedimentos; mercúrio; monitoramento.

O estudo dos metais pesados é considerado importante pelo fato destes serem elementos químicos tóxicos e por apresentar grande estabilidade na natureza, com a possibilidade de permanecerem acumulados no solo ou em sistemas aquáticos.

A contaminação por esses elementos em áreas agrícolas pode ser evidente, devido ao elevado uso de fertilizantes e agroquímicos, os quais em grande parte utilizam desses componentes nocivos em sua composição. O uso contínuo e prolongado destes pesticidas em atividades agrícolas é considerado a principal fonte de introdução dos metais nos solos e nos corpos hídricos, colaborando assim para a contaminação de solos, ambientes aquáticos e também para a redução da produtividade agrícola por efeitos fitotóxicos nas culturas.

Os metais pesados são elementos tóxicos que contaminam o solo, provocam a redução da produtividade das culturas se absorvidos pelas plantas, e quando inseridos na cadeia alimentar oferecem riscos à saúde humana e animal (NASCIMENTO et al., 2015).

O monitoramento dos metais pesados em bacias hidrográficas eminentemente rurais torna-se imprescindível, uma vez que este conhecimento possibilitará o melhor manejo e conservação do solo e da água, e irá amenizar impactos ambientais. Para Siqueira da Silva et al. (2012), o monitoramento dos teores de metais pesados em áreas com uso intensivo de insumos agrícolas é de grande importância para alcançar a sustentabilidade agrícola. Como hipótese geral, pode-se admitir: determinar o acúmulo de elementos tóxicos após a utilização de aplicação de defensivos e práticas agrícolas ao longo dos anos associadas ao uso e manejo do solo.

Diante do exposto, objetivou-se nesse trabalho identificar a contaminação de metais pesados em diferentes áreas de uso e ocupação do solo e da água da Microbacia Hidrográfica Córrego da Olaria.

A área de estudo foi a Microbacia Hidrográfica Córrego da Olaria, a qual apresenta uma extensão de 9,18 Km<sup>2</sup>, balizada entre as coordenadas UTM, zona 22K, latitudes 21°05'47,80" S e 21°19'35,93" S; e longitudes 49°03'02,88" W e 48°42'52,27" W, com altitudes que variam de 498 a 594 m, e faz parte da sub-bacia hidrográfica do rio São Domingos pertencente à bacia hidrográfica dos rios Turvo e Grande. Situa-se no Polo Regional Centro Norte pertencente à APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios), município de Pindorama - SP, unidade de pesquisa vinculada à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado São Paulo.

O Polo possui uma área de 532,8 ha e situa-se na região sul do município. Segundo a classificação de Köppen, o clima enquadra-se como o Aw, sendo tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Os solos e relevo do local são classificados como ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS, PODZOLÓGICOS VERMELHO-AMARELOS (PVA1 e PVA2), a saber: PVA1: Eutróficos abruptos A moderado, textura arenosa/média, relevo suave ondulado e ondulado, e PVA2: Eutróficos Abruptos

ou não, A moderado, textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado e ondulado (OLIVEIRA et al., 1999).

Foi realizado o monitoramento de metais pesados semestralmente em oito pontos de coletas localizados em áreas de matas nativas, pastagem, e agrícola, em diferentes épocas na Microbacia. Avaliaram-se doze parâmetros, a saber: Chumbo (Pb), Cádmio (Cd), Níquel (Ni), Ferro (Fe), Manganês (Mn), alumínio (Al), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg), Arsênio (As), e Selênio (Se).

As amostras de água superficiais foram coletadas em seis pontos da Microbacia e as amostras de solo em dois pontos da área de estudo. O material foi analisado em laboratório do Instituto Internacional de Ecologia (IIE), município de São Carlos - SP.

O parâmetro mercúrio (Hg) foi identificado acima do permitido em diferentes pontos da área e nas duas épocas: seca e chuvosa, sendo que o valor limite admitido desse parâmetro para água segundo o CONAMA 357 é de  $0,0002 \text{ mg L}^{-1}$ , e de solo para a CETESB (2005), é de  $0,05 \text{ mg kg}^{-1}$ .

No período seco os valores acima do limite permitido foram encontrados em três pontos de coleta: P1 ( $0,09 \text{ mg kg}^{-1}$ ), P4 ( $0,0004 \text{ mg L}^{-1}$ ) e P5 ( $0,0003$ ), e após o período chuvoso em todos os pontos de coleta: P1 ( $0,12 \text{ mg kg}^{-1}$ ), P2 ( $0,19 \text{ mg kg}^{-1}$ ), P3 ( $0,0003 \text{ mg L}^{-1}$ ), P4 ( $0,0002 \text{ mg L}^{-1}$ ), P5 ( $0,0011 \text{ mg L}^{-1}$ ), P6 ( $0,0016 \text{ mg L}^{-1}$ ), P7 ( $0,0024 \text{ mg L}^{-1}$ ), P8 ( $0,0014 \text{ mg L}^{-1}$ ). Para Tinoco et al. (2010), na superfície terrestre, o mercúrio é depositado no solo e em ambientes aquáticos. No solo, o tempo de retenção é longo, resultando no acúmulo desse elemento, o que pode acarretar seu lançamento nas águas, por meio de escoamento superficial e erosão.

O fato da microbacia Córrego da Olaria ser de uso eminentemente rural onde foi desenvolvida a monocultura de café desde a década de 30, com diversificação de diferentes culturas: cana-de-açúcar, algodão, feijão, arroz, tomate, milho, soja, mamona, amendoim, seringueira, manga, abacate, palmito pupunha, crotalaria, entre outras após a década de 40, há a hipótese de possível infiltração de produtos agrícolas contendo elementos com metais pesados utilizados no passado em áreas de plantio de café. Em concordância com Jardim et al. (2009), o qual afirma que alguns metais pesados como arsênio, mercúrio e chumbo, são compostos químicos tóxicos que permanecerão no ambiente quando vastamente utilizados em agrotóxicos durante as décadas de 30 e 40 e no início de 1950, e com Gimenez (2015), confirmando que a presença de metais como chumbo, mercúrio e cádmio está associada em centros urbanos pelo acúmulo dos resíduos industriais, e nas áreas rurais, pelo fato de muitos agrotóxicos conterem metais pesados em sua composição química.

Foi detectada a contaminação do metal pesado mercúrio com valores acima do permitido pelo CONAMA - 357 e pela CETESB (2005) nos corpos hídricos e nos solos da Microbacia Córrego da Olaria.

É necessário o monitoramento contínuo dos metais pesados na Microbacia para propor novas ou melhores formas de manejo e conservação do solo e da água.

Agradecimentos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro e institucional para realização deste projeto.

## Referências

- GIMENES; H. T. P. Contaminação de efluentes líquidos por metais pesados: caracterização dos metais, identificação de áreas afetadas e métodos de remoção. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**. São Paulo, n. 6. abril-junho 2015. ISSN 2357-81873 (versão on-line).
- JARDIM, I. C. S. F; Andrade de Almeida, J.; Queiroz de Nascimento, S. C. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global - Um enfoque às maçãs. **Química Nova**. São Paulo, v. 32, n. 4, p. 1002. 2009.

NASCIMENTO, A. L.; ZUBA JUNIO, G. R.; SAMPAIO, R. A.; FERNANDES, L. A.; CARNEIRO, J. P.; BARBOSA, C. F. Metais pesados no solo e mamoneira adubada com biossólido e silicato de cálcio e magnésio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, vol.19, n.5, p.506. Maio 2015. ISSN 1415-4366.

OLIVEIRA, J. B. de; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: Instituto Agrônômico; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. (22 p.;mapa escala 1:5000:000).

TINOCO, A. A. P. et al. Avaliação de contaminação por mercúrio em Descoberto, MG. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, vol.15, n.4, p. 305-306. Out/Dez. 2010. ISSN 1413-4152.

## FATOR DE TORTUOSIDADE NA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA OBTIDO POR EXPERIMENTO DE EVAPORAÇÃO

Lívia Previatello da Silva<sup>1</sup>, Everton Alves Rodrigues Pinheiro<sup>2</sup>, Quirijn de Jong van Lier<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo, Doutoranda, Piracicaba - SP, [liviapreviatello@cena.usp.br](mailto:liviapreviatello@cena.usp.br); <sup>2</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

**Palavras-chave:** conectividade; porosidade; Hyprop.

A obtenção da condutividade hidráulica não saturada do solo ( $K$ ) em função do potencial matricial ( $h$ ) pode ser feita através de métodos diretos pelos quais a medição é feita em campo (p.e., o método do perfil instantâneo) ou em laboratório (p.e., o método de evaporação); ou por métodos indiretos, por exemplo através da predição da condutividade hidráulica por funções empíricas de pedotransferência. Em todos os casos, a função  $K$ - $h$  é normalmente descrita por equações paramétricas, como as de Brooks e Corey (1964), van Genuchten (1980), Groenevelt e Grant (2004) e Grant et al. (2010).

Essas equações, por sua vez, são incorporadas em modelos hidrológicos estruturados em rotinas que visam à descrição e quantificação dos processos hidrológicos na escala de perfil de solo ou de bacias hidrográficas.

Dentre os parâmetros que descrevem os fenômenos de retenção e movimento da água no solo, destaca-se o fator de tortuosidade ( $\lambda$ ), responsável pela quantificação da facilidade com que a água se move entre os poros do solo. Para a quantificação desse parâmetro há a necessidade de experimentos de medição direta do conteúdo volumétrico de água no solo ( $\theta$ ) e/ou potencial matricial ( $h$ ) juntamente com a condutividade hidráulica respectiva. Como tais experimentos são demorados e laboriosos, recorre-se muitas vezes a um valor arbitrário de 0,5 para  $\lambda$ , conforme sugerido por Mualem (1976) com base em observações para um conjunto específico de 45 solos. No entanto, cada tipo de solo possui seu próprio arranjo estrutural do espaço poroso, nem sempre representado por esse valor fixo.

O objetivo do trabalho foi avaliar a estimativa da condutividade hidráulica não saturada para quatro solos do estado de São Paulo através do ajuste do fator de tortuosidade das equações de condutividade hidráulica de Brooks e Corey e de van Genuchten. Os parâmetros da curva de retenção foram obtidos pelo método convencional de placas porosas (mesa de tensão e câmara de Richards). Medidas de condutividade hidráulica saturada foram obtidas pelo método de permeâmetro de carga constante, enquanto que a condutividade hidráulica não saturada foi determinada a partir de experimentos de evaporação em amostras indeformadas munidas com o equipamento Hyprop.

A determinação dos conteúdos de água em função do potencial matricial em amostras indeformadas (volume da amostra de  $5,9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ ) de quatro solos tropicais (Latosolo e Argissolo, amostrados em Jundiá - SP, LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e NITOSSOLO VERMELHO, amostrados em Piracicaba - SP) foi realizada com mesa de tensão (1,0 a 7,0 kPa) e câmara de Richards (10,0 a 1500,0 kPa). A condutividade hidráulica saturada foi determinada com amostras indeformadas do mesmo tamanho. O ajuste dos parâmetros das equações de retenção de água no solo de van Genhuchten (1980) e Brooks e Corey (1964) foi conduzido no *software* RETC, versão 6.02 (VAN GENUCHTEN et al., 1991).

A condutividade hidráulica não saturada foi determinada com amostras indeformadas (volume da amostra de  $3,31 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ ) pelo método de evaporação de Wind/Schindler, utilizando o equipamento Hyprop, no qual o fluxo de água no solo é determinado através da medição da tensão de água do solo com minitensiômetros em duas posições distintas a partir do topo da amostra. A partir da variação da massa do conjunto solo+cilindro+tensiômetro, obteve-se os valores de densidade de fluxo de água no solo. Com as densidades de fluxo e potenciais matriciais tomados em tempos pré-definidos, obtiveram-se os parâmetros hidráulicos que descrevem o movimento da água no solo.

O ajuste foi realizado com o intuito de obter o melhor valor do fator de tortuosidade utilizando os parâmetros da curva de retenção ( $\theta_s, \theta_r, \alpha, n$ ) da equação de Brooks e Corey (1964) e de van Genuchten (1980), obtido pelo método de placa porosa. O melhor ajuste foi obtido a partir da definição de uma função objetivo (NASH; SUTCLIFFE, 1970), sendo que o processo iterativo foi interrompido a partir do momento em que a superfície de resposta ideal foi encontrada. As estimativas da condutividade hidráulica de cada solo foram realizadas apenas na mesma faixa de tensão da condutividade hidráulica medida, de 0 a 12 m, para possibilitar avaliação com os dados medidos.

O equipamento Hyprop utilizado para obtenção simultânea da curva de retenção e condutividade hidráulica possui a desvantagem de medir a tensão apenas até 300 kPa, de acordo com as especificações técnicas do instrumento, no entanto, a maioria das medidas são restritas a tensão mínima de 108 kPa. Enquanto que a curva de retenção em laboratório pelo método convencional de placas porosas mede tensões até 1500 kPa. A faixa de tensão na qual os experimentos foram conduzidos influencia nos resultados dos parâmetros das equações.

A estimativa de K a partir de um valor fixo de  $\lambda$  resultou em baixo desempenho dos modelos de Brooks e Corey e de van Genuchten. Com o ajuste, houve uma melhora significativa nas estimativas de K. Esses resultados indicam que, para os solos estudados, a utilização do fator de tortuosidade  $\lambda = 0,5$  fixo foi incapaz de simular o movimento da água no solo de forma satisfatória.

No entanto, para a faixa de tensão avaliada, provavelmente, os modelos de Brooks e Corey e de van Genuchten são menos sensíveis ao parâmetro  $\lambda$ , uma vez que este é mais representativo da conectividade dos poros em condições de solo seco.

Para os solos avaliados, observou-se que  $\theta$  estimado a partir dos parâmetros obtidos pela curva de retenção padrão foram superestimados para faixa de tensão avaliada (9 a 108 kPa).

A partir da análise empreendida, observa-se a utilização de  $\lambda$  com o valor de 0,5 pode trazer erros significativos nas simulações dos processos hidrológicos. Portanto, medidas diretas e/ou estimativas devem ser priorizadas ao uso de valores de  $\lambda$  pré-definidos. Uma forma de estimar o impacto dos valores de  $\lambda$  nos processos hidrológicos (escoamento superficial e extração de água por plantas) é através da análise de sensibilidade das simulações ao parâmetro.

## Referências

- BROOKS, R. H.; COREY, A. T. **Hydraulic properties of porous media**. Hydrology Paper No. 3, Colorado State University, Fort Collins, CO, 1964.
- GRANT, C. D.; GROENEVELT, P. H.; ROBINSON, N. I. Application of the Groenevelt–Grant soil water retention model to predict the hydraulic conductivity. **Australian Journal of Soil Research**, v. 48, p. 447-458, 2010.
- GROENEVELT, P. H.; GRANT, C. D. A new model for the soil-water retention curve that solves the problem of residual water contents. **European Journal of Soil Science**, v. 55, p. 479-485, 2004.
- MUALEM, Y. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. **Water Res.**

**Res.**, v. 12, p. 513-522, 1976.

NASH, J. E.; SUTCLIFFE, J. V. River flow forecasting through conceptual models part I - A discussion of principles. **Journal of Hydrology**, v. 10, n. 3, p. 282-290, 1970.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 44, p. 892-898, 1980.

VAN GENUCHTEN, M. T.; LEIJ, F. J.; YATES, S. R. **The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils**. USDA, U.S. Salinity Laboratory, Document EPA/600/2-91/065, Riverside, CA, USA. 1991.

## INFLUÊNCIA DO MANEJO NA AGREGAÇÃO DO SOLO E LIBERAÇÃO DE ÍONS

Laura Beatriz Batista de Melo, Geraldo César de Oliveira, Érika Andressa da Silva

Universidade Federal de Lavras, Graduando, Lavras - MG, *lauramelo26@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** manejo do solo; perda de nutrientes; estabilidade de agregados.

A intensificação do uso inadequado da terra nos últimos anos vem provocando grandes danos ao solo, como degradação da sua estrutura e consequente perda de nutrientes, água e matéria orgânica. A adoção de sistemas de manejo mais sustentáveis é necessária nos cenários de produção atual. Nesse contexto, aparecem os sistemas agroflorestais (SAFs) que podem controlar os processos de erosão a partir da ciclagem de nutrientes e do contínuo aporte de matéria orgânica.

Muitos nutrientes são perdidos com o rompimento dos agregados do solo. Logo avaliar a susceptibilidade à erosão de um solo é uma medida que pode minimizar os efeitos dessas perdas. Uma maneira de se fazer isso é pelo método de sonificação, a partir da determinação do índice de desagregação.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar pelo método de sonificação, o índice de desagregação de um Cambissolo sob dois usos e dessa forma relacioná-lo às perdas dos nutrientes magnésio, sódio e potássio.

O estudo foi conduzido em área experimental localizada na Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos, SC. A área está sob CAMBISSOLO HÚMICO muito argiloso submetido a dois usos: mata nativa e sistema agroflorestral de frutífera.

Foram coletadas amostras deformadas do solo na camada de 0,00-0,05 m nos dois tratamentos. Amostras da fração de solo menor que 2 mm foram encaminhadas para análises químicas, em que os teores de matéria orgânica do solo (MOS) e dos íons  $Mg^{2+}$  e  $K^+$  foram determinados pelos métodos descritos em Embrapa (2011).

Para o processo de sonificação selecionou-se amostras compostas por 5 g de agregados de tamanho entre 4,76 e 8,00 mm. Em seguida foram transferidas para béquer de 200 mL e o volume foi completado com água destilada (relação solo: água destilada de 1:40). Foram realizadas sonificações durante 0, 5, 15, 30, 60 s, sendo que cada tempo de sonificação corresponde as energias específicas aplicadas (EA) de 0,0; 2,2; 6,4; 12,8; 25,5  $J mL^{-1}$ , calculadas segundo Sá et al. (2000). Salienta-se que o tempo 0 s de sonificação consistiu apenas em colocar os agregados no béquer, completar o volume com água destilada e passar pela peneira, representando desta forma, a desagregação ocasionada pelo manuseio da amostra.

Após cada sonificação, as amostras foram passadas em peneira de malha de 0,053 mm. O material retido nesta peneira (MRP) foi seco em estufa por 24 horas a 105 °C e pesado. Os teores de silte + argila (o que passou pela peneira) foram obtidos por diferença: silte + argila = amostra original (5 g) - MRP. Este procedimento possibilitou a determinação, em cada nível de energia aplicado, do índice de desagregação (ID), obtido pela relação silte + argila dispersa (g)/amostra original (g). O índice de desagregação normalizado foi obtido pela relação  $ID/ID(Máximo)$ . Foram construídas curvas de desagregação, plotando-se no eixo das abscissas (X) a energia aplicada, em  $J mL^{-1}$ , e no eixo das ordenadas (Y) os índices de desagregação normalizados.

Ao fim das sonificações a suspensão, de cada nível de energia, foi filtrada com auxílio de papel



filtro de 0,45 microns e bomba de vácuo. Foram transferidos 5 mL da suspensão filtrada para viels e realizadas as leituras dos teores de  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  e  $Na^+$  por cromatografia iônica. Utilizando do *software* Sigma Plot, foram ajustados modelos dos teores dos elementos em função dos níveis de energia aplicados.

As análises estatísticas seguiram um esquema fatorial em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo dois tratamentos (SAF e Mata Nativa), três repetições e cinco níveis de energia (0,0; 2,2; 6,4; 12,8; 25,5 J mL<sup>-1</sup>). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de variância – Shapiro Wilk e a análise de variância, e somente quando pertinente, ao teste de médias de Scott-Knott em nível de 5 % de probabilidade, utilizando o *software* Sisvar (FERREIRA, 2011).

Não foram observadas diferenças significativas para os índices de desagregação (IDN) entre as duas áreas, ou seja, o manejo de SAF não promoveu alterações na estabilidade dos agregados do solo. Isso demonstra que esse tipo de sistema de manejo pode ser considerado sustentável, pois além de manter a estrutura do solo pode estar atuando como sumidouro de CO<sub>2</sub> visto que os teores de MOS dessa área se apresentam semelhantes aos da condição natural desse solo. A partir disso evidencia-se a relação causa e efeito entre MOS e agregação do solo: agregados mais estáveis protegem a MOS da decomposição e esta por sua vez favorece a manutenção da estrutura do solo.

A partir das curvas de liberação dos íons  $Mg^{2+}$  e  $K^+$  pode se inferir que o manejo do solo promoveu alterações nos padrões de liberação destes elementos, que foram ajustados por diferentes modelos. Entretanto, salienta-se que a liberação do íon sódio, em ambos os tratamentos, seguiu uma tendência linear.

Apesar dos teores dos elementos no solo terem sido estatisticamente iguais nas duas áreas, houve maior liberação de  $K^+$  e  $Na^+$  na área de SAF. Esses dois elementos por possuírem grande raio hidratado são liberados do solo com mais facilidade (BURACK et al., 2011). Já para  $Mg^{2+}$  notou-se que este íon se encontra em condições mais estáveis no ambiente de SAF, pois para liberá-lo foi necessário aplicar maiores níveis de energia do que na área de mata nativa. Esse resultado pode ser positivo visto que este íon é floculante e um nutriente essencial às plantas.

A implantação de sistemas mais conservacionistas, como o SAF, se mostra muito importante para a conservação do solo e de ambientes subsequentes, pois ao favorecerem a agregação do solo minimizam os processos de perdas de íons por processos como lixiviação. Além disso, possuem potencial econômico, pois atualmente se paga por serviços ambientais prestados por estes sistemas, como o sequestro de carbono.

## Referências

- BURAK, D. L.; FONTES, M. P. F.; BECQUER, T. Microagregados estáveis e reserva de nutrientes em Latossolo vermelho sob pastagem em região de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 229-241, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011. 225 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, p.1039-1042, 2011
- SÁ, M. A. C. de.; LIMA, J. M. de.; LAGE, G. Procedimento-padrão para medida da potência liberada pelo aparelho de ultra-som. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, p.300-306, 2000.

## INFLUÊNCIA DA SEPARAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA MODELAGEM DA EROSÃO

Cláudia Alessandra Peixoto de Barros, Jean Paolo Gomes Minella, Rafael Ramon, Alexandre Schlesner, Manuela Cristine Binsfeld

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Doutoranda em Ciência do Solo, Santa Maria - RS,  
*dinhaufsm@gmail.com*.

**Palavras-chave:** produção de sedimentos; silício; hidrograma.

A quantificação dos diferentes escoamentos e sua propagação são fundamentais para a descrição dos processos erosivos em bacias hidrográficas e, conseqüentemente, a definição da melhor estratégia de modelagem. Modelos de base física como o modelo Water Erosion Prediction Project – WEPP (FLANAGAN; LIVINGSTON, 1995) e Limburg Soil Erosion Model – LISEM (DE ROO et al., 1996) se destacam pela possibilidade de descrever as componentes hidrológicas do sistema baseado em equações com forte embasamento físico. Um dos aspectos chave nesse contexto é a infiltração e o tipo de escoamento superficial formado.

Os fluxos de água que se movimentam de forma mais lenta podem contribuir significativamente durante a ocorrência de um evento de chuva (PEARCE et al., 1986), e, portanto, devem ser incluídos para o estudo na dinâmica da água e posteriormente para a descrição do processo erosivo. Deste modo, a compreensão dos processos que determinam a formação e a geração dos escoamentos no solo e sobre ele, apresentam grande impacto nas simulações do processo erosivo. Isso se deve a dificuldade de separação dos tipos de escoamentos pelos métodos clássicos (VEN TE CHOW, 1988) já que alguns modelos, como o LISEM, simulam apenas o escoamento superficial (ES). A inserção do volume de ES de modo errôneo pode comprometer a performance do modelo (Dunne 1983). Todavia, a separação dos escoamentos no hidrograma, é uma tarefa difícil, pois muitas incertezas estão associadas. Essas incertezas estão relacionadas a complexidade da dinâmica dos fluxos na bacia hidrográfica, como por exemplo, fluxos preferenciais, e pelas diferentes técnicas de separação dos escoamentos.

Assim, o trabalho objetivou: (1) separar o ES utilizando duas metodologias; (2) avaliar o impacto da separação do ES pelas duas metodologias por meio da calibração do modelo LISEM para oito eventos de chuva.

A bacia hidrográfica do Arroio Lajeado Ferreira, está localizada no município de Arvorezinha – RS, região nordeste do RS (Brasil) e apresenta área de drenagem de 1,23 Km<sup>2</sup>. O relevo na parte superior da bacia é ondulado (declividade média de 7 %), e no terço médio e inferior o relevo é forte ondulado (> 15 %) com vertentes curtas e vales encaixados. A altitude varia entre 575 e 730 m. Os solos representativos da área são os Argissolos, Cambissolos e Neossolos. A precipitação média anual é de 1605 mm. O histórico de uso do solo é caracterizado pelo cultivo de tabaco (*Nicotina tabacum* L.), eucalipto (Gênero *Eucalyptus*), e recentemente as culturas de grãos soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*) apresentam destaque no uso do solo (24,15 %).

A precipitação é monitorada, atualmente, com o uso de um pluviógrafo e dois pluviômetros. Os dados do pluviógrafo são corrigidos pelos valores obtidos nos pluviômetros obtidos em intervalos diários. A vazão é determinada por meio da medição do nível do arroio monitorado com um linígrafo (Thalimedes – OTT) instalado a uma calha parshall, aferido por observações em uma régua linimétrica.

Para a estimativa da concentração de sedimentos em suspensão (Css), é monitorada a turbidez da água com o uso de turbidímetro (SL 2000 - TS – SOLAR) devidamente calibrado com amostras obtidas durante eventos pluviométricos, sendo a Css determinadas em laboratório por evaporação.

O modelo utilizado nesse estudo é o modelo LISEM o qual foi desenvolvido para simular apenas o ES. Dois métodos foram utilizados para a separação do ES: (1) silício dissolvido (Sid) como elemento traçador dos fluxos, (2) análise do método gráfico do hidrograma. Assim, para esse estudo foram utilizados oito eventos de chuva monitorados com a quantificação de Sid, entre 2011 e 2014 para ambas as metodologias. O modelo foi parametrizado com os dados de entrada necessários para simular os processos hidrossedimentológicos, maiores detalhes são encontrados em Barros (2016). Posteriormente, a calibração foi realizada por tentativa e erro até o melhor ajuste. Por fim, os dados foram analisados quanto a comparação entre dados medidos e simulados.

Os eventos 01/10/2011 e 26/08/2012 apresentaram valores superiores para o coeficiente de escoamento superficial (C) e volume superficial escoado (Qtotal) quando utilizado a técnica da análise gráfica em relação ao uso do Sid, provavelmente devido aos eventos serem os de menor magnitude entre os analisados e às incertezas que existem no método. Contudo, estes são os eventos que foram de baixa magnitude, como o evento do dia 26/08/2012, com vazão máxima (Qmax) de 44,21 L s<sup>-1</sup> sem qualquer separação do escoamento. Os demais eventos, 20/07/2011, 06/07/2012, 12/03/2013, 20/09/2013, 26/10/2013 e 23/04/2014 apresentaram variáveis hidrológicas com valores menores para a separação do ES com Sid em relação ao método da análise gráfica, sendo estes eventos com Qmax de média e alta magnitude. Por outro lado, a análise do método gráfico gerou valores elevados das variáveis hidrológicas. Um exemplo é o evento do dia 20/07/2011 o qual tem Qmax de 2402,83 L s<sup>-1</sup> para separação do escoamento com Sid e 2994,30 L s<sup>-1</sup> para o método gráfico em um evento onde o valor medido (somando os escoamentos superficial e subsuperficiais) foi de 3399,42 L s<sup>-1</sup>. A calibração dos eventos de chuva utilizando o LISEM é mais facilmente realizada quando o volume de ES é maior, uma vez que esse modelo foi desenvolvido para perdas elevadas de água e solo. Consequentemente, esse maior volume de água gera maior quantidade de solo desagregado aumentando a Css e consequentemente a produção de sedimentos (PS). Este aumento de sedimentos pelo modelo dificilmente corresponde aos valores encontrados pelo monitoramento (valores medidos), de forma a considerarmos os processos operantes no local em estudo com os considerados nos modelos de erosão. A premissa é que sendo o modelo desenvolvido para simular o ES: (i) há contribuição de outras fontes de escoamento além do ES que interferem na dinâmica hidrológica da bacia, (ii) a separação do ES pela metodologia da análise gráfica do hidrograma subestima o valor da contribuição dos escoamentos de menor velocidade.

Assim, verifica-se que a dinâmica hidrológica da bacia hidrográfica pode não estar representada adequadamente pelo modelo em consideração, e como mostram os dados desse trabalho o valor do escoamento superficial durante o evento de chuva pode ser menor do que o calculado por outros métodos muito utilizados na separação do ES, como, por exemplo o de separação por análise gráfica do hidrograma.

## Referências

BARROS, C.A.P. DE **Dinâmica dos escoamentos na modelagem da produção de sedimentos em uma pequena bacia rural**, Tese de Doutorado, 195f. Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

CHOW, V. TE; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. **Applied Hydrology**. McGraw-Hil ed. [s.l: s.n.]

DE ROO, A. P. J. The LISEM project: an introduction. **Hydrological Processes**, v. 10, n. 8, p. 1021–1025, 1996.

DUNNE, T. Relation of field studies and modelling in the prediction of storm runoff. **J. Hydrol.**, v. 65, p. 25–48, 1983.

FLANAGAN, D.; NEARING, M. USDA **water erosion prediction project: Hillslope profile and watershed model documentation**, NSERL Rep. 10. Agric. Res. Serv., West Lafayette, Indiana, n. July, p. 1995, 1995.

PEARCE, A. J.; STEWART, M. K.; SKLASH, M. G. Storm Runoff Generation in Humid Headwater Catchments: 1. Where Does the Water Come From? **Water Resources Research**, v. 22, n. 8, p. 1263–1272, ago. 1986.

## INDICADORES DENDROGEOMORFOLÓGICOS PARA A AVALIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE PROCESSOS EROSIVOS

Renata Cristina Bovi<sup>1</sup>, Virginia Dominguez Castillo<sup>1</sup>, Marcelo Pablo Chartier<sup>2</sup>, Fidel Alejandro Roig<sup>3</sup>, Miguel Cooper<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Doutoranda, Piracicaba - SP, [bovir@gmail.com](mailto:bovir@gmail.com); <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas - Universidad Nacional de Córdoba, Argentina; <sup>3</sup>Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales.

**Palavras-chave:** dendrogeomorfologia; erosão do solo; estimativa da perda de solo.

A erosão do solo é um processo de degradação considerado um grave problema ambiental em todo o mundo. Esse processo pode afetar o desenvolvimento normal de árvores e arbustos e esta vegetação pode ser utilizada como indicador deste processo. Diversas técnicas têm sido utilizadas para a estimar a perda de solo, que vão desde modelos de previsão até medidas em campo. Entretanto, as técnicas convencionais para inferir as taxas de perda de solo são limitadas quando se referem a resolução temporal dos processos. Alternativamente aos métodos tradicionais de medida de perda ou acúmulo de solo, têm-se utilizado a dendrogeomorfologia como ferramenta, por meio da utilização dos anéis de crescimento de caule soterrados e/ou raízes expostas de árvores afetadas pela erosão (CHARTIER; ROSTAGNO; ROIG, 2009). Este método é baseado na observação de alterações macro ou microscópicas que ocorrem na anatomia da madeira do caule e raízes de árvores, quando afetadas por processos geomorfológicos. Por meio da identificação e demarcação dos anéis anuais de crescimento, é possível, portanto, conhecer o ano da perturbação e em consequência a datação da ocorrência do processo (BODOQUE et al., 2005; GÄRTNER; SCHWEINGRUBER; DIKAU, 2001). As mudanças no padrão de crescimento dos anéis de crescimento das raízes expostas, tais como perdas de concentricidade, formação de cicatrizes ou alterações anatômicas permitem determinar o primeiro ano de exposição da raiz e datar os eventos (HITZ et al., 2008).

O enfoque dendrogeomorfológico, quando aplicado a solos, pode ser utilizado para compreender a interação entre a vegetação e o solo, permitindo obter uma estimativa média da perda de solo em uma área particular ou de eventos específicos de erosão. É particularmente útil para locais onde a vegetação pode ser o único indicador disponível para quantificar e datar processos geomorfológicos.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou estudar e datar processos erosivos e inferir taxas de perda de solo em uma área situada na Estação Experimental de Tupi, cidade de Piracicaba, estado de São Paulo – Brasil, mediante o uso da dendrogeomorfologia. A técnica da dendrogeomorfologia foi aplicada em raízes de diferentes espécies de árvores que foram expostas por processos erosivos e a datação desses eventos foi realizada por meio da detecção de mudanças no padrão de crescimento das raízes, tais como: 1) largura do anel, 2) crescimento excêntrico, 3) porcentagem do lenho tardio e densidade do lenho, 4) frequência de vasos e 5) cicatrizes. Através do estudo destas alterações determinou-se o primeiro ano de exposição da raiz e calculou-se a taxa média anual de perda de solo, relacionando-se a altura da raiz exposta à superfície atual do solo e a quantidade de anos detectados após a exposição (GÄRTNER; SCHWEINGRUBER; DIKAU, 2001). Os resultados demonstraram que: 1) foi possível realizar a datação de eventos erosivos de solos por meio dos indicadores dendrogeomorfológicos selecionados; 2) foi possível inferir a taxa média de perda de solo por meio

da dendrogeomorfologia e; 3) por meio das amostras de raízes expostas analisadas, foi possível entender a dinâmica de abertura de uma voçoroca.

A dendrogeomorfologia apresentou-se como uma ferramenta que possui grande potencial para utilização em áreas tropicais. Os dados e informações obtidos podem se traduzir num banco de dados dendrogeomorfológicos e de erosão do solo, para áreas com dados inexistentes e contribuir com à expansão desta ciência no Brasil e em áreas de ambientes tropicais.

## Referências

- BODOQUE, J.M.; DíEZ-HERRERO, A.; MARTÍN-DUQUE, J.F.; RUBIALES, J.M.; GODFREY, A.; PEDRAZA, J.; CARRASCO, R.M.; SANZ, M.A. Sheet Erosion Rates Determined by Using Dendrogeomorphological Analysis of Exposed Tree Roots: Two Examples from Central Spain. **Catena**, Amsterdam, v. 64, n. 1, p. 81–102, nov. 2005.
- CHARTIER, M.P.; GIANTOMASI, M.A.; RENISON, D.; ROIG, F.A. Exposed Roots as Indicators of Geomorphic Processes: A Case-Study from Polylepis Mountain Woodlands of Central Argentina. **Dendrochronologia**, Jena, v. 37, p. 57–63, mar. 2016.
- GÄRTNER, H.; SCHWEINGRUBER, F. H.; DIKAU, R. Determination of erosion rates by analyzing structural changes in the growth pattern of exposed roots. **Dendrochronologia**, Jena, v.19, p. 81–91, 2001.
- HITZ, O.M.; GÄRTNER, H.; HEINRICH, I.; MONBARON, M. Application of Ash (*Fraxinus Excelsior* L.) Roots to Determine Erosion Rates in Mountain Torrents. **Catena**, Amsterdam, v. 72, n. 2, p. 248–258, jan. 2008.

## EROSÃO LAMINAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAPI-MACACU - RJ

Helena Saraiva Koenow Pinheiro<sup>1</sup>, Pedro da Silva Ferreira<sup>1</sup>, Carlos Valdir de Meneses Bateira<sup>2</sup>,  
Waldir de Carvalho Junior<sup>3</sup>, Cesar da Silva Chagas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Professor, Seropédica - RJ, [lenask@gmail.com](mailto:lenask@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade do Porto; <sup>3</sup>Embrapa Solos.

**Palavras-chave:** EUPS; processos erosivos; geotecnologias.

Devido à complexidade que envolve a quantificação dos processos erosivos diversas propostas metodológicas foram criadas visando encontrar uma modelagem adequada, com a intenção de gerar uma descrição física e matemática das perdas de solos por erosão hídrica. Um dos modelos mais empregados na simulação da erosão é a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS – WISCHMEIER; SMITH 1978). Esta é útil para identificar áreas potencialmente erodíveis e zonas sujeitas à sedimentação. A EUPS é amplamente utilizada na predição da erosão e na definição das melhores práticas de manejo.

O presente trabalho reuniu em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) os elementos cartográficos e bibliográficos necessários para a obtenção dos fatores inerentes a EUPS, para aplicá-la na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu. Pauta-se na importância dos estudos preditivos de processos erosivos, considerando os potenciais e reais riscos ambientais com a evolução dos processos geomorfológicos e práticas insustentáveis de manejo dos solos. Espera-se contribuir com a geração de dados físicos e subsídios às tomadas de decisão para gestão da área.

A bacia do rio Guapi-Macacu faz parte da região hidrográfica da Baía de Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro. Possui uma área de contribuição de 1250,78 Km<sup>2</sup>, perímetro da ordem de 199,2 Km e extensão de 72,68 Km, abrangendo os municípios de Cachoeira de Macacu, Guapimirim e Itaboraí (ECOLOGUS-AGRAR, 2003).

Por meio da aplicação da EUPS, estimou-se a erosão atual considerando os fatores componentes dos termos da formulação do modelo.

O fator R é a medida da intensidade da energia cinética da chuva. Foram utilizados dados de precipitação mensal (r) e anual (P), em milímetros, para o período comum de 1976-1980. A espacialização do fator R foi gerada pela interpolação por “Inverse distance weighted” (IDW) no software ArcGIS 10.3.

Para a determinação do fator K, foi utilizado como base o mapa de solo do estado do Rio de Janeiro, em escala de 1:250.000, foi estimado pelo método indireto, através da utilização da equação:  $K = ((\%areia + \%silte) / (\%argila)) / 100$ , de acordo com Mannigel (2002). Os dados de das frações texturais utilizados para o cálculo do fator K foram obtidos com base na descrição dos perfis representativos das classes de solos identificados na área (PINHEIRO, 2012), considerando-se a média dos horizontes até uma profundidade de 100 cm.

Na determinação do fator topográfico (LS), por meio da base cartográfica digital do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o Modelo Digital de Elevação (MDE) usado, é um produto do projeto RJ-25, do mapeamento sistemático brasileiro realizado pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Para determinar o fator de comprimento de vertente foi empregado o algoritmo de Desmet e Govers (1996). Esse algoritmo emprega o conceito de contribuição de área.



Para cada pixel calcula-se a declividade, a direção de fluxo e a quantidade de fluxo que se acumulou a montante daquele pixel. Dessa maneira, o fator de comprimento de vertente (L), para vertentes complexas, é facilmente calculado. O fator de declividade (S) foi calculado segundo a fórmula  $S = 0,00654s^2 + 0,0456s + 0,065$ , de acordo com a metodologia de Wischmeier e Smith (1978), em que: S é o fator de declividade (adimensional); e s é a declividade média da vertente (%).

O mapa de Uso e Cobertura do Solo da bacia hidrográfica foi adaptado de Embrapa (2008) e divide as áreas segundo o uso atual e a cobertura vegetal, nas seguintes unidades de mapeamento com seus respectivos parâmetros de proteção do solo (Fator C) e o fator de práticas conservacionistas (Fator P).

A distribuição da erosão atual na bacia do Rio Guapi-Macacu, foi estimada conforme a EUPS. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), a faixa de tolerância para a perda de solo para os solos típicos do Brasil, expressa em toneladas por unidade de superfície e por ano, que ainda mantém o solo produtivo por longo período de tempo, está na faixa de 4,5 a 15 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, com média de 10 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Desta forma é possível observar que a bacia do Rio Guapi-Macacu está dentro da faixa de tolerância. Todavia, as áreas que apresentam valores acima da tolerância para a perda de solo, são identificadas principalmente, nas vertentes da Serra dos Órgãos, aliando três fatores fundamentais (1) erosividade, grande volume de precipitação (2) erodibilidade, em função dos solos que ocorrem nestas áreas, que são predominantemente, CAMBISSOLOS HÁPLICOS e NEOSSOLOS LITÓLICOS, ambos com alta suscetibilidade à erosão, e o (3) fator topográfico, que propicia o arraste de partículas dispersas do solo. Cabe destacar que estas são áreas pontuais da Serra dos Órgãos que propiciam a erosão, uma vez que boa parte da área se encontra florestada.

A EUPS estima apenas a erosão laminar e em sulcos e não prevê a erosão hídrica concentrada sob forma mais avançadas dos processos geomorfológicos (ravinas e voçorocas) (WISCHMEIER, 1976). Sendo assim, é possível que em áreas da bacia onde esses tipos de erosão sejam importantes e pontuais, a perda de solo tenha sido subestimada.

A aplicação da EUPS para estimativa da erosão atual e erosão potencial em bacias hidrográficas (como a bacia do Rio Guapi-Macacu), quando adaptada a um sistema de informações geográficas (SIG) pode fornecer informações estratégicas para a tomada de decisões no que tange ao uso e manejo de bacias hidrográficas. A utilização de geotecnologias mostrou-se eficiente na integração de dados para a identificação e caracterização da perda de solo, de maneira prática e com rapidez na geração de resultados, servindo de base para a avaliação dos diversos usos do solo, fornecendo subsídios às estratégias de controle de erosão.

## Referências

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 5ª ed. São Paulo, 1990.

ECOLOGUS- AGRAR. **Plano Diretor dos Recursos Hídricos do Programa para a despoluição da Baía da Guanabara**. Secretaria de estado de Meio ambiente e Desenvolvimento Urbano do estado do rio de Janeiro. RJ. 2006. CD-ROOM

DESMET, P. J. J., GOVERS, G. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. **Journal of soil and water conservation**, v.51, n.5, p.427-433. 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **(Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu**. Rio de Janeiro. 2008. 31p. (Série Documentos, 105)

PINHEIRO, H. **Mapeamento Digital de Solos por Redes Neurais Artificiais da Bacia Hidrográfica do Rio Guapi-Macacu-RJ**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo, 2012.

WISCHMEIER, W. H. Use and misuse of the universal soil loss equation. **Journal of soil and water conservation**. 1976.

## PRODUTIVIDADE DO MILHO SOB CULTURAS ANTECEDENTES NO TABULEIRO COSTEIRO SERGIPANO AO LONGO DE 15 ANOS

Elton Joneis Souza de Matos, Alceu Pedrotti, Airon José da Silva, Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira, Richard Matos de Souza

Universidade Federal de Sergipe, Graduando, São Cristóvão - SE, [jo.neis@hotmail.com](mailto:jo.neis@hotmail.com).

**Palavras-chave:** sistemas de cultivos; manejo; *Zea mays*.

O consumo de milho (*Zea mays* L.) no estado “verde” sempre foi uma tradição no Brasil e hoje é comum a comercialização tanto do milho verde como de seus produtos (pamonha, curau, suco etc.) durante o ano. O aumento da produção de alimentos constitui em um sério desafio científico-tecnológico, requerendo a expansão das áreas cultivadas. Está busca não leva em conta apenas a incorporação das áreas agrícolas consideradas adequadas ao cultivo, mas também o aproveitamento de áreas degradadas (BEZERRA et al., 2010). O uso de plantas de cobertura do solo tem sido uma estratégia capaz de aumentar a sustentabilidade dos agroecossistemas, trazendo benefícios para as culturas de interesse econômico, o solo e o ambiente, mostrando-se uma alternativa economicamente viável e ecologicamente sustentável. Para adubação verde, as leguminosas são as preferidas, pelo fato de as raízes dessas plantas fixarem  $N_2$  atmosférico, em associação com bactérias diazotróficas, enriquecendo o solo com esse nutriente. Além do N, as leguminosas produzem biomassa geralmente rica em P, K e Ca e apresentam sistema radicular bem ramificado e profundo, que permite a reciclagem dos nutrientes no solo que serão assimilados pela planta, que, ao se decompor, irá torná-los disponíveis para as culturas econômicas (COSTA, 1993). Nesse contexto, este estudo tem como objetivo o estudo para avaliar a produtividade obtida pelo milho em seu 15º ano de condução em um experimento, cultivado em antecessão a quatro culturas em 2 sistemas de cultivo, em um Argissolo no Tabuleiro Costeiro sergipano. Adotou-se o delineamento experimental em faixas, com três repetições. Em cada faixa dois sistemas de manejo do solo foram avaliados: o cultivo convencional (CC) e cultivo mínimo (CM). Os tratamentos foram aleatorizados dentro de cada faixa e consistiram das seguintes culturas antecessoras ao cultivo do milho (BM 3061 da Biomatrix) : Crotalária (*Crotalaria juncea*), Feijão guandu (*Cajanus cajan*), Girassol (*Helianthus annuus*) e Milheto (*Pennisetum americanum*). As parcelas com cada planta de cobertura possui área total de 60 m<sup>2</sup> (6 m X 10 m). A adubação e a calagem foram feitas de acordo com a análise química do solo, segundo recomendações para cada cultura constantes na 2ª edição do Boletim Técnico no 100 do IAC. No preparo do solo utilizou-se arado de discos e grade niveladora para o CC; grade niveladora leve fechada para o CM e as plantas daninhas foram controladas neste sistema por capina manual associadas ao uso de herbicidas. Após 15 anos de condução do experimento, observou-se, com base nos parâmetros de produtividade avaliados, no cultivo do milho submetido a culturas antecessoras em diferentes tipos de preparo do solo, que estatisticamente, independente do sistema de manejo do solo ou da cultura antecessora, o número de plantas por hectare foram às mesmas. Observou-se também que o sistema com menos revolvimento de solo obteve um desempenho levemente superior se comparado ao cultivo convencional no número de plantas. Constata-se ao se quantificar o peso médio de espigas comerciais, o sistema de CM proporcionou resultados superiores às demais culturas, excetuando-se a Girassol com melhores valores. As culturas do guandu, crotalária, girassol e milheto, contribuíram para maiores

produtividades do milho nos sistemas estudados. Nas condições edafoclimáticas dos Tabuleiros Costeiros sergipanos, possivelmente, a utilização de plantas de antecessão para associação do cultivo do milho e, ou outras culturas seja uma adequada alternativa para se potencializar a produtividade agrícola, com efeitos positivos em condições de avaliação por longa duração, principalmente pela temperatura média elevada associada à precipitação que condiciona a níveis de umidade do solo, que mobiliza a atividade biológica, revertendo em benefícios à cultura do milho em sua produção de espigas de milho verde. Segundo (KLUTHCOUSKI et al., 2003) o consórcio de culturas produtoras de grãos e forrageiras tropicais é possível, graças ao diferencial de tempo e espaço, no acúmulo de biomassa entre as espécies; nesse sentido a sucessão de culturas ao milho doce com espécies leguminosas dentro de um sistema de cultivo conservacionista, favorece no aumento da produtividade.

## Referências

- BEZERRA, M. E. J.; LACERDA, C. F.; SOUZA, G. G.; GOMES, V. F. F.; MENDES FILHO, P. F. Biomassa, atividade microbiana e FMA em rotação cultural milho/feijão-de-corda utilizando-se águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 562-570, 2010. Disponível em: . Acesso em: 12 mar. 2013.
- COSTA, M.B.B. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro, AS-PTA, 1993. 346p.
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P.de; COSTA, J.L. da S.; SILVA, J.G. da; VILELA, L.; BACELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé: tecnologia Embrapa: integração lavoura pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras**, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.28p. (Circular técnica, 38).
- PIMENTEL-GOMES, F. A. **Estatística moderna na pesquisa agropecuária**. 3.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 160p.
- SILVEIRA, P.M. & CUNHA, A.A. Variabilidade de micronutrientes, matéria orgânica e argila de um Latossolo submetido a sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.9, p.1325- 1332, 2002.

## ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB EFEITO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MANEJO DO SOLO

Marcio André Francziskowski<sup>1</sup>, Edleusa Pereira Seidel<sup>1</sup>, Emerson Fey<sup>1</sup>, Aljian Antônio Alban<sup>2</sup>,  
Katiely Aline Anschau<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Mestrando, Marechal Cândido Rondon - PR, [marciofzk@gmail.com](mailto:marciofzk@gmail.com); <sup>2</sup>Gebana Brasil.

**Palavras-chave:** cama de frango; escarificador mecânico; resistência a penetração.

O Sistema Plantio Direto está consolidado como uma estratégia para minimizar a degradação do solo agrícola e os riscos de assoreamento dos cursos d'água. É comum a ocorrência de compactação da camada superficial do solo nesse sistema, devido à pressão exercida pelos rodados das máquinas agrícolas sobre o solo aliado as condições de umidade do solo inapropriadas para a realização das práticas agrícolas (MOURA et al., 2012).

Muitos agricultores vêm utilizando escarificadores mecânicos para amenizar este problema, visando melhorar as características físicas do solo. Outra alternativa para modificar estas características, compete adicionar ao solo matéria orgânica, como a cama de aviário, produto com alta disponibilidade na região Oeste do Paraná. Este estudo foi realizado para complementar a pesquisa realizada por Aljian A. Alban, a fim de verificar a produtividade da soja sob diferentes métodos de manejo do solo associados ou não a adubação com cama de frango.

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Professor Alcibiades Luiz Orlando pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, localizada no município de Entre Rios do Oeste. O solo utilizado foi um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférrico de textura argilosa (75, 400 e 525 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente) e com as seguintes características químicas: pH (em CaCl<sub>2</sub> (0,01 mol L<sup>-1</sup>)) = 4,85; P = 9,33 mg dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica = 26,15 g dm<sup>-3</sup>; K = 0,21 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 5,52 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,21 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,68 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

O experimento foi realizado em blocos casualizados, com arranjo em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas principais foram compostas pela manutenção do Sistema Plantio Direto; pelo preparo do solo com o escarificador modelo Fox da empresa Stara®, operando a profundidade máxima de 0,26 m; e o preparo do solo com escarificador modelo SPDA da empresa Piccin®, trabalhando a profundidade máxima de 0,35 m, sendo que ambos apresentavam discos de corte e rolo destorroador. Os tratamentos das subparcelas constaram da ausência e presença de cama de frango, de 8 lotes de criação (2,45 % de N; 7,82 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 4,50 % de K<sub>2</sub>O), na dosagem de 4,13 toneladas por hectare.

Foram avaliados os componentes de produção e a produtividade da soja (safra 2014/15); após 18 meses da implantação do experimento, também foram avaliadas as características físicas do solo: densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, seguindo-se a metodologia proposta por Donagema et al. (2011), e resistência do solo à penetração com auxílio de um penetrômetro digital da marca Falker® modelo PLG 1020 penetroLOG com haste de cone com ângulo de 30°.

Ao avaliar os diferentes manejos de solos adotados (escarificação mecânica e Sistema Plantio Direto), não houve diferença estatística na produtividade da soja. A escarificação do solo tende a

melhor a macroporosidade deste, durante um período curto de tempo e nem sempre favorece o aumento na produtividade da cultura. A produtividade média da soja foi de  $2908 \text{ kg ha}^{-1}$ . A adubação orgânica com e sem cama de frango não proporcionou diferença significativa nos componentes de produção e produtividade da soja.

Os resultados encontrados após 18 meses da implantação do experimento, demonstraram que a macroporosidade foi influenciada pelos diferentes preparos do solo. A menor macroporosidade ( $0,0293 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) foi observada no Sistema Plantio Direto, provavelmente devido ao não revolvimento do solo. Quando analisou a macroporosidade após o uso dos escarificadores, constatou-se que o escarificador modelo SPDA proporcionou maior macroporosidade ( $0,0383 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), enquanto o da marca Fox a menor ( $0,0342 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ). Esse resultado está relacionado a maior profundidade de trabalho do escarificador SPDA, cerca de 0,35 m.

Constatou-se ainda que o solo estava compactado, evidenciado pelos baixos valores de macroporosidade encontrada. Segundo a literatura, o mínimo adequado de macroporosidade que garante as trocas gasosas entre o ambiente externo e o solo, são valores próximos a  $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ; valores abaixo deste, podem diminuir o crescimento das raízes da maioria das culturas e diminuir a capacidade de retenção de água no solo (BILIBIO; CORRÊA; BORGES, 2010).

A porosidade total encontrada na superfície (0,0 0,10 m) foi de  $0,5269 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  para o tratamento com escarificador Fox;  $0,5371 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  no escarificador SPDA e de  $0,5333 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  no Sistema de Plantio Direto, valores altos se comparados aos encontrados por (BILIBIO; CORRÊA; BORGES, 2010) para um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico ( $0,4380 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  em solo manejado e  $0,4050 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  no Plantio Direto). A baixa relação de macro/microporos encontrada no experimento, também indica que o solo estava compactado, fato relacionado ao tráfego de colhedoras sobre o solo (BEULTER; CENTURION, 2004).

A influência da ausência e presença de cama de frango sobre as propriedades físicas do solo, não foi significativa. Costa et al. (2011), adicionando em um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico diferentes fontes de adubo orgânico (desejo de suíno, desejo de poedeiras e composto), também não encontrou efeito significativo sobre as características físicas do solo em curto prazo.

Foram encontrados valores de densidade do solo entre  $1,59$  e  $1,66 \text{ g cm}^{-3}$ , considerados altos, segundo Klein; Camara (2007); valores acima de  $1,40 \text{ g cm}^{-3}$  dificultam o crescimento radicular das plantas em profundidade, podendo estar ser mais propensa a diminuição de produtividade em épocas de estiagem.

A resistência do solo a penetração estudada até a profundidade de 0,40 m, não decorreu diferença significativa quando se adicionou  $4,13 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de frango e a testemunha (sem adição), corroborando com os resultados de Costa et al. (2011). Nos diferentes sistemas de manejo do solo, foram encontradas resistências de 2,51 Mpa na profundidade de 0,75 m com o uso do escarificador SPDA; 2,20 Mpa no Sistema Plantio Direto e 2,05 Mpa com o uso do escarificador Fox. Beulter; Centurion (2004), também verificaram a formação de uma camada de solo mais compactada na profundidade de 0,5 – 0,10 m em solo escarificado. O valor crítico de resistência do solo se encontra em 2,0 Mpa (KLEIN; CAMARA, 2007; MOURA et al., 2012).

A produtividade da soja não foi influenciada pelos sistemas de preparo do solo, nem pela adição de cama de frango.

A escarificação mecânica do solo promoveu aumento na macroporosidade do solo, em comparação ao sistema plantio direto, verificada 18 meses após manejo.

Após 18 meses do manejo com cama de frango e sem, não se constatou diferenças nas propriedades físicas do solo.

No presente estudo não foram observadas diferenças entre o manejo do solo com escarificadores mecânicos e Plantio Direto para a resistência do solo à penetração, avaliados 18 meses após sua utilização.

## Referências

BEULTER, A. N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 6, p. 581-588, 2004.

BILIBIO, W. D.; CORRÊA, G. F.; BORGES, E. N. Atributos físicos e químicos de um Latossolo, sob diferentes sistemas de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 817-822, 2010.

COSTA, M. S. S. de M. et al. Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 810-815, 2011.

DONAGEMA, G. K. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 230 p, 2011.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 2, p. 221-227, 2007.

MOURA, J. B. et al. Resistência a penetração do solo em pastagem cultivada com *Brachiaria decumbens* sob aplicação de dejetos líquidos suínos e cama de frango. **Global Science and Technology**, v. 05, n. 03, p. 162-169, 2012.



## ÍNDICE DE QUALIDADE DO SOLO EM MANEJOS DE PLANTAS DE COBERTURA NO CONTROLE DA EROSIÃO HÍDRICA

Otávio Tavares Penha, Wharley Pereira dos Santos, Marx Leandro Naves Silva

Universidade Federal de Lavras, Graduando, Lavras - MG, [otaviotpenha@gmail.com](mailto:otaviotpenha@gmail.com).

**Palavras-chave:** qualidade do solo; erosão hídrica; manejo de solo.

A avaliação da qualidade do solo em diferentes sistemas agrícolas é essencial para a verificação do seu estado atual. Para que isso seja possível, é necessária a utilização de diferentes indicadores da qualidade do solo através de conjuntos de atributos físicos e químicos.

Estudos desenvolvidos por Doran e Parkin (1996) definiram a qualidade do solo como sendo “a capacidade do solo funcionar dentro dos limites do uso da terra e do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental, e promover a sanidade vegetal e animal”. O desenvolvimento de índices que possam quantificar a qualidade do solo pode ser realizado a partir de três passos. De início, definem-se os indicadores de qualidade dentre os atributos do solo, sendo esses: químicos, físicos e biológicos; atribui-se uma pontuação para cada indicador, e por último, integram-se os indicadores em um único índice (KARLEN et al., 2003). Os indicadores são avaliados de acordo a sua contribuição para uma determinada função do solo com o método específico que define o conjunto de dados a serem utilizados em um modelo de índice de qualidade (QI et al., 2009).

Objetiva-se com esse estudo uma avaliação da qualidade do solo por meio de diferentes metodologias de indexação, comparando a capacidade de plantas de cobertura cultivadas em sistemas de manejos diversos no controle da erosão hídrica.

Para o desenvolvimento do estudo foram utilizados dados relativos ao ano de cultivo agrícola 2013/2014 correspondente a parcelas experimentais de perdas de água e solo por erosão hídrica. O experimento foi realizado no campus da Universidade Federal de Lavras, localizado nas coordenadas 21°13'20" S e 44°58'17" W, com aproximadamente 925 m de altitude e tendo classificação climática Cwb segundo Alvares et al. (2013). O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura argilosa, com declividade de 12 %.

As parcelas experimentais foram instaladas em 2007 e o último ciclo de cultivo, encerrado em 2014. Foram avaliados arranjos de espécies de plantas de cobertura (crotalária (*Crotalaria juncea* L.), milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC), feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) e o cultivo do milho (*Zea mays* (L))). No último ciclo de cultivo foram avaliadas o plantio solteiro de feijão-de-porco, o plantio solteiro de milho e o plantio consorciado de milho e feijão-de-porco. As parcelas foram distribuídas nos diferentes sistemas de cultivo com espaçamento de 50 cm e plantio em nível, além de parcela com solo descoberto como testemunha. Como outra referência para o estudo, realizou-se também amostragem em área sob mata nativa nas proximidades. Atributos físicos e químicos (Soma de Bases, CTCp, Matéria orgânica do solo, Densidade do solo, Porosidade total, Macroporosidade e DMG) foram selecionados para composição de um conjunto menor de dados de indicadores de qualidade.

Como modelo de indexação da qualidade do solo analisado, foi utilizado o modelo integrado aditivo (IQI aditivo) (ANDREWS et al., 2002; ASKARI; HOLDEN, 2015). A partir dele, pôde-se visualizar a contribuição de cada indicador selecionado. Realizou-se teste Scott-Knott ( $\alpha = 0,05$ )

para agrupamento das médias de cada tratamento e, além desse, foi aplicado análise de correlação linear de Pearson entre os índices e as perdas de água e solo para cada tratamento. Como resultado, percebeu-se a formação de dois grupos. Devido ao fato dos índices em solo sob vegetação de mata nativa apresentar-se mais elevados em comparação aos demais tratamentos, essa apresentou distinção em relação aos cultivos agrícolas com plantas de cobertura. Para os cultivos, os maiores valores médios foram de 0,43 e 0,41 para o feijão de porco e o plantio consorciado respectivamente.

A análise de correlação linear mostrou-se significativa, com correlação de -0,93 entre as perdas de solo e o IQI aditivo e -0,91 na relação entre as perdas de água e o IQI aditivo. Esses resultados demonstram o quanto à erosão hídrica pode correlacionar-se negativamente com a qualidade do solo em uso agrícola.

O agrupamento homogêneo entre os cultivos solteiro e consorciados deixa evidente a tendência da influência do histórico de uso de plantas de cobertura na área em estudo. Houve um predomínio qualitativo das leguminosas. Quando em um histórico de uso com consórcio com gramíneas, tem-se um maior aporte de palhada no solo e o aumento da quantidade de matéria orgânica e húmus disponível como consequência.

Como conclusão, tem-se que o índice de qualidade integrado de forma aditiva mostrou uma sensibilidade em áreas não sujeitas à vegetação nativa, porém não houve uma distinção clara entre os demais tratamentos avaliados com plantas de cobertura.

Agradecimentos às agências financiadoras FAPEMIG, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDREWS, S. S.; KARLEN, D. L.; MITCHELL, J. P. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 90, n. 1, p. 25-45, 2002.
- ASKARI, M. S.; HOLDEN, N. M. Quantitative soil quality indexing of temperate arable management systems. **Soil and Tillage Research**, v. 150, p. 57-67, 2015.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: DORA, J.W & JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, Soil Science Society of America, 1996. p.25-37. (SSSA Special Publication, 49)KLINGEBIEL, A. A.; MONTGOMERY, P. H. **Land capability classification**. Agriculture Handbook No. 210. (USDA Soil Conservation Service: Washington, DC). 1961.
- KARLEN, D.L.; ANDREWS, S.S.; WEINHOLD, B.J.; DORAN, J.W. Soil quality: Humankind's foundation for survival a research editorial by conservation professionals. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 58, n. 4, p. 171-179, 2003.
- QI, Y.; DARILEK, J.L.; HUANG, B; ZHAO, Y.; SUN, W.; GU, Z. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. **Geoderma**, v. 149, n. 3, p. 325-334, 2009.

## PERDAS DE SOLO E ÁGUA EM SISTEMAS DE MANEJOS, NO PROGRAMA CONSERVADOR DAS ÁGUAS, EXTREMA - MG

Lucas Galvão Elisei, Lucas Machado Pontes, Diego Faustolo Alves Bispo, Jeani Moreira de Oliveira

Universidade Federal de Lavras, Graduando, Nepomuceno - MG, *lucas1993.elisei@gmail.com*.

**Palavras-chave:** erosão hídrica; pagamentos por serviços ambientais; produtores rurais.

A erosão hídrica é caracterizada como uma das principais formas de degradação do solo, causando o desprendimento e arraste de partículas pela ação da energia cinética da chuva. Isto gera diversos prejuízos aos agricultores e ao meio ambiente. Visando minimizar estes prejuízos e consequentemente o manejo sustentável do solo a Prefeitura Municipal de Extrema (MG), criou o Projeto Conservador das Águas, localizado na sub-bacia das Posses, no qual os produtores rurais são recompensados monetariamente por auxiliar e ou executar serviços ambientais. O objetivo do presente estudo foi avaliar as perdas de solo e água em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (PVA) sob diferentes sistemas de manejos no contexto do projeto conservador das águas, na sub-bacia das Posses, Extrema (MG). Esta Sub-Bacia, localizada na porção sul da Serra da Mantiqueira, apresenta relevo com declividade elevada e esta inserida na Bacia Hidrográfica dos Rios Jaguari e Camanducaia, responsáveis pelo abastecimento do sistema Cantareira. Com o uso de parcelas padrão de monitoramento da erosão hídrica, com dimensões de 24 x 4 m, a declividade das parcelas são 27 % e 32 %, foram monitoradas as perdas de solo e água dentre o período de novembro de 2013 a novembro de 2015, nos seguintes tratamentos: solo descoberto (SD), cultivo do solo com milho para subsistência (MS), pastagem degradada (PD), pastagem manejada (PM) e reflorestamento implantado no ano de 2013 no contexto do programa conservador das águas (RI). Com isto, estimou-se a perda de solo ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ) e de água (mm) para cada tratamento. As perdas de solo seguiram a ordem  $\text{SD} > \text{MS} > \text{PD} > \text{PM} > \text{RI}$ . Devido a falta de cobertura e ao baixo potencial de proteção do solo o SD apresentou uma perda de 1,36 ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}$ ), enquanto que para o RI a perda foi de 0,066 ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}$ ), demonstrando a importância do projeto conservador das águas para a região. Os valores de perda de solo para o PM e PD também se mostraram bem abaixo do SD e um pouco acima do RI. A precipitação média para o período de estudo foi 111,35 mm, refletindo nos baixos valores de erosividade da chuva ( $\text{EI}_{30}$ ). As maiores perdas de água ocorreram nas parcelas SD e MS, com valores de 70,87 mm e 58,31 mm respectivamente, correspondendo a 63,64 % e 52,36 % da precipitação total do período. Estas maiores perdas de água foram associadas à ausência de cobertura e ao baixo potencial da cultura do milho em proteger o solo contra a erosão hídrica. Os tratamentos PD, PM e RI, apresentaram valores de 43,0, 34,10 e 40,36 mm, demonstrando a importância da cobertura vegetal. Apesar dos valores de precipitações abaixo da média, os resultados se demonstraram satisfatórios. As maiores perdas de solo e água foram em áreas com ausência de cobertura vegetal, enquanto as menores perdas se deram em áreas com presença de cobertura vegetal. A tendência é uma menor perda de solo e água no reflorestamento nos próximos anos à medida ocorra o desenvolvimento da mesma.

Agradecimentos: Agradecemos às agências financiadoras FAPEMIG, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro e pelas bolsas concedidas e a Prefeitura Municipal de Extrema (MG) no suporte logístico.

## Referências

OLIVEIRA, A.H. SILVA, M.A. SILVA, M.L.N. AVANZI, J.C. CURI, N., LIMA, G.C. Caracterização ambiental e predição dos teores de matéria orgânica do solo na sub-Bacia do Salto, Extrema, MG. **Semina, Ciências Agrárias** v.33, p.147-160, 2012.

FREITAS, D.A.F. SILVA, M.L.N. CARDOSO, E.L., CURI, N. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. **Rev. Ciênc. Agron.** v.43, p.417-428. 2012.

AMARAL AJ, BERTOL I, COGO NP, BARBOSA FT. Redução da erosão hídrica em três sistemas de manejo do solo em um Cambissolo Húmico da região do planalto sul-catarinense. **R. Bras Ci Solo.** v.32, p.2145- 2155, 2008.

## MODELAGEM DA ENTREGA DE SEDIMENTOS PARA RESERVATÓRIOS DE HIDRELÉTRICAS NO ALTO RIO GRANDE - MG

Pedro Velloso Gomes Batista, Marx Leandro Naves Silva, Bárbara Pereira Christofaro Silva,  
Fabio Arnaldo Pomar Avalos, Fábio José Gomes

Universidade Federal de Lavras, Doutorando, Lavras - MG, [pbatista.ufla@gmail.com](mailto:pbatista.ufla@gmail.com).

**Palavras-chave:** erosão hídrica; sistemas de informações geográficas; SEDD.

A erosão hídrica afeta negativamente a estrutura e a fertilidade do solo, além limitar a disponibilidade de água para plantas. Ademais, os efeitos *ex-situ* da erosão contribuem para a sedimentação e eutrofização de cursos d'água. O assoreamento de reservatórios é um dos principais impactos *ex-situ* da erosão, já que a deposição acelerada de sedimentos em represas de usinas hidrelétricas reduz a capacidade de armazenamento de água, limitando a vida útil das usinas (VERSTRAETEN et al., 2003).

O Rio Grande, um dos principais afluentes do Rio Paraná, é reconhecidamente importante em relação à geração de energia hidrelétrica em Minas Gerais (MG) e no Brasil. A bacia hidrográfica do Alto Rio Grande (MG), tradicionalmente delimitada da nascente do Rio Grande, na Serra da Mantiqueira, até a foz do Rio das Mortes, entre os municípios de Bom Sucesso, Ijací e Ibituruna (MG), recobre uma área de 15.705 km<sup>2</sup>. O uso do solo na bacia é predominantemente formado por pastagens voltadas para a criação de gado leiteiro. Cambissolos, marcadamente rasos e pouco permeáveis, constituem a principal classe de solo e, combinados com a precipitação pluvial intensa e concentrada durante o verão, caracterizam um ambiente propício à erosão. Encontram-se na bacia as usinas hidrelétricas de Camargos (localizada em Itutinga - MG) e do Funil (localizada entre Lavras e Perdões - MG), ambas construídas no Rio Grande. As duas usinas possuem, combinadas, uma capacidade de geração de 280 MW.

O modelo *Sediment Delivery Distributed* (SEDD) (FERRO; PORTO, 2000) oferece uma estimativa espacializada, semi-empírica, da taxa de entrega de sedimentos (TES) em bacias hidrográficas. Os cálculos são baseados no tempo percorrido pelo escoamento superficial, em um dado local, até o curso d'água mais próximo ao longo do caminho hidráulico. O modelo assume que quanto maior o tempo percorrido pelo escoamento, menor será a capacidade de transporte de sedimentos da enxurrada e, conseqüentemente, da TES. No SEDD, as estimativas de erosão bruta da *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE) (RENARD et al., 1997) são combinadas com a TES para se modelar espacialmente a produção específica sedimentos (PES) em bacias hidrográficas, o que possibilita a identificação das principais fontes de sedimentos na área de estudo.

O objetivo deste trabalho foi modelar a produção de sedimentos na bacia do Alto Rio Grande (MG) através do modelo SEDD, e, assim, quantificar a entrega de sedimentos até os principais reservatórios de usinas hidrelétricas na bacia. Além disso, objetivou-se identificar espacialmente as principais fontes de sedimentos na área de estudo. Sistemas de Informações Geográficas (SIG) foram usados para espacializar o SEDD na área de estudo.

A aplicação do modelo foi realizada a partir do processamento de mapas de erosividade, solo e de uso do solo, além de um modelo digital de elevação. Detalhes metodológicos e as equações utilizadas na modelagem encontram-se descritas em Batista (2016). A calibração do SEDD foi

baseada em medições sedimentométricas de uma estação localizada no Rio das Mortes, no município de Ibituruna, realizadas mensalmente entre março de 2008 e abril de 2012.

As estimativas da modelagem informam que a PES média bacia é de  $1,93 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . De acordo com a calibração do modelo, tal predição apresentou um erro de  $0,01 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , ou 1,25 %. Ademais, calculou-se que 1,45 milhões de  $\text{Mg ano}^{-1}$  de sedimentos são entregues ao reservatório de Camargos, resultantes de uma PES de  $2,32 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  à montante da usina. Os resultados da modelagem indicam que reservatório do Funil recebe um aporte de 1,59 milhões de  $\text{Mg ano}^{-1}$  de sedimentos, dos quais  $1,04 \text{ Mg ano}^{-1}$  são transportados pelo Rio das Mortes. De acordo com Soares (2015), o delta do Rio das Mortes constitui a principal zona de assoreamento do reservatório, o que corrobora as predições apresentadas neste estudo.

Considerando-se o aporte de sedimentos e a menor capacidade de armazenamento do reservatório do Funil ( $260 \text{ hm}^3$ ) em relação ao de Camargos ( $798 \text{ hm}^3$ ), espera-se que a taxa de assoreamento seja mais elevada no primeiro caso. A maior quantidade de sedimentos entregues anualmente ao reservatório do Funil está ligada à maior área de contribuição à montante da represa, de  $9.462 \text{ km}^2$ , enquanto  $6243 \text{ km}^2$  drenam até Camargos.

As predições do modelo indicam que a agricultura e o cultivo do eucalipto, que juntas compõem 10 % do uso do solo na área de estudo, contribuem para mais de 40 % da produção total de sedimentos na bacia do Alto Rio Grande. Além disso, áreas de mineração, estradas rurais e solos descobertos e/ou degradados, que compõem apenas 0,16 % da área da bacia, são responsáveis por aproximadamente 9 % da produção total de sedimentos. Dessa forma, é possível conceber que a adoção de práticas conservacionistas em áreas de cultivo intenso e em estradas rurais, além da reabilitação de solos degradados, podem reduzir significativamente a produção de sedimentos na bacia do Alto Rio Grande e, conseqüentemente, o assoreamento dos reservatórios de Funil e Camargos.

Apesar da calibração do SEDD na bacia do Alto Rio Grande ter apresentado um baixo erro em relação aos dados sedimentométricos observados, uma validação mais robusta é necessária para avaliar-se a acurácia do modelo com maior rigor. Ainda assim, os resultados indicam que a combinação dos modelos RUSLE/SEDD pode ser útil para a estimativa do transporte de sedimentos em bacias hidrográficas e em reservatórios de usinas hidrelétricas no Brasil.

Agradecemos às agências financiadoras FAPEMIG, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro e pelas bolsas concedidas.

## Referências

- BATISTA, P. V. G. **Modelagem da erosão hídrica e métodos de interpolação de batimetria fluvial na bacia do Alto Rio Grande (MG)**. 2016. 107 p. Dissertação – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
- FERRO, V.; PORTO, P. Sediment Delivery Distributed (SEDD) Model. **Journal Of Hydrologic Engineering**, v. 5, n. 4, p. 411–422, 2000.
- RENARD, K. G.; FOSTER, G. R.; WEESIES, G. A.; MCCOOL, D. K.; YODER, D. C. **Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1997. 384p.
- SOARES, W. S. **Taxa de assoreamento no reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil - MG**. 2015. 45p. Dissertação – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
- VERSTRAETEN, G.; POESEN, J.; DE VENT, J.; KONINCKX, X. Sediment yield variability in Spain: a quantitative and semiquantitative analysis using reservoir sedimentation rates. **Geomorphology**, v. 50, n. 4, p. 327–348, 2003.



## CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DE UMA SUB-BACIA MANANCIAL DE ABASTECIMENTO PÚBLICO EM MINAS GERAIS

Fábio José Gomes, Elidiane da Silva, Mirian de Sousa Silva, Luis Antônio Coimbra Borges, Marx Leandro Naves Silva

Universidade Federal de Lavras, Mestrando, Lavras - MG, *fabiojgomes85@yahoo.com.br*.

**Palavras-chave:** manejo do solo e da água; sustentabilidade ambiental; adequação do uso da terra.

A capacidade de uso da terra indica a intensidade de cultivo que determinada gleba suporta sem que ocorra degradação do solo, especialmente no que diz respeito à erosão. A determinação da capacidade de uso das terras é uma ferramenta de grande valia na elaboração do planejamento conservacionista, este, por sua vez tem por objetivo a conservação do solo mantendo a sua capacidade produtiva.

A classificação da capacidade de uso das terras tem por objetivo final servir de base para a escolha do uso mais adequado, pois suas classes permitem tomar decisões corretas quanto à destinação das glebas ao melhor uso agrícola e selecionar medidas de controle da erosão que permitam o aproveitamento mais intensivo sem risco de depauperamento do solo.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar as unidades de capacidade de uso das terras para a Sub-bacia Hidrográfica Córregos dos Bois, no município de Oliveira-MG, elaborando o mapa das unidades de capacidade de uso das terras e o mapa de uso atual, e, através do cruzamento destes, determinar a adequação do uso das terras a fim de servir como subsidio para futuros planos de exploração racional dos recursos naturais visando à manutenção das atividades produtivas no local aliadas à função produzir e fornecer água para abastecimento público municipal.

A Sub-bacia Córrego dos Bois é um manancial de abastecimento público localizada no município de Oliveira - MG. Este município localiza-se, no Centro-oeste do estado, possui área de 897,294 km<sup>2</sup> e população estimada de 41.562 habitantes (IBGE, 2015).

Esta sub-bacia possui área de 1.540,18 ha e está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, um dos afluentes do Rio Grande. O clima da região é o Cwb segundo a classificação climática de Köppen, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves com estiagem no inverno. A temperatura média anual é de 18,2 °C, tendo nos meses mais quente e mais frio temperaturas médias de 20,8 °C e 14,7 °C, respectivamente em fevereiro e julho, precipitação média anual de 1.674 mm e altitude média de 1.020 m (ALVARES et al., 2013).

A classificação de terras quanto à capacidade de uso foi realizada conforme proposição de Klingebiel e Montgomery (1961) adaptada no Sistema Brasileiro de Classificação de Terras na Capacidade de Uso (LEPSCH et al., 2015), constituindo na reclassificação das unidades de mapeamento pedológico em função das restrições ao uso agropecuário e resposta às práticas conservacionistas.

Foram considerados no levantamento da capacidade do uso das terras fatores limitantes gerais e específicos dos solos, adaptados de Lepsch et al. (2015) além de outras características e propriedades do perfil do solo. Os fatores limitantes gerais analisados foram: profundidade efetiva, textura, permeabilidade, declividade, erosão e os específicos foram: pedregosidade, rochosidade, mudança textural abrupta, risco de inundação, hidromorfismo, saturação por alumínio, distrofismo, baixa retenção de cátions (LEPSCH et al., 2015).



Em seguida, procedeu-se a classificação pelo método paramétrico utilizando tabela específica de julgamento dos fatores limitantes gerais e dos fatores específicos assim como Piroli (2002).

Obtida a classificação da capacidade de uso das unidades de mapeamento pedológico, a etapa seguinte consistiu em renomeá-las, optando-se por identificar as unidades de capacidade de uso, que melhor detalham o estudo.

Foram identificadas as seguintes unidades de capacidade de uso: IIs-5; IVs-5 e Va-2, sendo as unidades de capacidade de uso dominantes na sub-bacia: IVs-5 (52,30 %) e IIs-5 (29,50 %).

A unidade de capacidade de uso IIs-5 representa terras aptas a cultivos anuais de baixo impacto, perenes de alto e baixo impactos, florestas e pastagens plantadas ou nativas manejadas, além de áreas destinadas a preservação permanente. Possui problemas simples de conservação, apresentam solos profundos, boa retenção de água e baixa suscetibilidade a erosão. A unidade IIs-5 inclui terras em que o principal problema atinente ao uso agrícola é relacionado ao solo, especificamente à baixa fertilidade natural.

A unidade de capacidade de uso IVs-5 representa terras indicadas ao plantio de culturas perenes de baixo impacto, florestas e pastagens plantadas ou nativas manejadas, além de áreas destinadas a preservação permanente apresenta riscos de degradação muito severo em razão de limitações permanentes muito severas para o uso agrícola intensivo. A unidade IVs-5 inclui terras em que o principal problema atinente ao uso agrícola é relacionado ao solo, especificamente à baixa fertilidade natural.

A unidade de capacidade de uso Va-2 representa terras sem problemas de conservação, entretanto, caracteriza-se por apresentar solos rasos, mal drenados, declividade inferior a 3 %, não suscetíveis a erosão. A unidade Va-2 inclui terras em que o principal problema atinente ao uso agrícola é relacionado à água, especificamente ao risco de inundação, por esse motivo essas terras são indicadas às áreas de preservação permanente (APP).

Os fatores limitantes específicos predominantes nas unidades de capacidade de uso encontradas na Sub-bacia Córrego dos Bois foram baixa fertilidade natural e risco de inundação. No caso da baixa fertilidade natural pode-se implementar a adubação do solo como medida de contorno, já no caso do risco de inundação essas áreas são indicadas à APP, atendendo a legislação ambiental em vigor.

Foi realizado o cruzamento dos mapas de uso atual e capacidade de uso da sub-bacia a fim de gerar o mapa de adequação do uso das terras, este, mostrou que 55,07; 11,62 e 30,25 % da área total estudo classificam-se, respectivamente, como uso abaixo da capacidade, acima da capacidade e com uso adequado. O restante da área total, cerca de 3 %, encontra-se com rodovia, estradas, corpos d'água, infraestrutura e mineração, não sendo passível de análise quanto à adequabilidade do uso.

Esses resultados mostram que mais de 50 % da sub-bacia poderia ter um uso do solo mais intensivo sem comprometer o solo e o ambiente. Isso em grande parte se deve ao fato de que grande parte da sub-bacia é dominada pelos usos cafeicultura e pastagem, sendo que boa parte da área destinada a essas culturas poderia suportar outras mais restritivas.

Quanto à área classificada como acima da capacidade de uso, trata-se na maior parte, das áreas classificadas na unidade de capacidade de uso Va-2 que são indicadas para APP e que na maioria das vezes recebem algum uso agrícola de subsistência.

As áreas classificadas como de uso adequado somam aproximadamente 30 % e encontram-se distribuídas em toda a sub-bacia e abrangem os diferentes usos.

A conclusão do presente estudo é que os usos da terra da sub-bacia devem ser adequados às unidades de capacidade de uso apresentadas, visando uma exploração racional dos recursos naturais com a manutenção das atividades produtivas aliadas à função produzir e fornecer água para abastecimento público municipal de Oliveira - MG.

Agradecimentos às agências financiadoras FAPEMIG, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## Referências

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., DE MORAES, G., LEONARDO, J., & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE – Cidades@**. Disponível em:< <http://cod.ibge.gov.br/1F63>> . Acessado em 27 de maio de 2016.
- KLINGEBIEL, A. A.; MONTGOMERY, P. H. **Land capability classification**. Agriculture Handbook No. 210. (USDA Soil Conservation Service: Washington, DC). 1961.
- LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; & ESPINDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 175p., 2015.
- PIROLI, E. L. Geoprocessamento na determinação da capacidade e avaliação do uso da terra do município de Botucatu-SP. **Tese de doutorado**. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO, 2002.

## PERDA DE ÁGUA E SEDIMENTOS EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS AGRÍCOLAS NA REGIÃO SUBTROPICAL DO BRASIL

Aline Fachin Martíni<sup>1</sup>, Nerilde Favaretto<sup>1</sup>, Fabiano Daniel de Bona<sup>2</sup>, Alexandre Ortega Gonçalves<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Mestranda, Curitiba - PR, [alinefachin@hotmail.com](mailto:alinefachin@hotmail.com); <sup>2</sup>Embrapa Trigo;

<sup>3</sup>Embrapa Solos.

**Palavras-chave:** escoamento superficial; terraceamento; turbidez.

A degradação dos recursos naturais cresce demasiadamente, e a agricultura é tida como uma das principais atividades degradadoras do ambiente, haja vista a ausência de mata ciliar e o inadequado uso e manejo do solo (SHI et al., 2012; MINELLA et al., 2014; RAMOS et al., 2014; LOURENÇATO et al., 2015; DING et al., 2016). O escoamento superficial gerado nas áreas agrícolas ocasiona perda de água e sedimentos, principalmente durante eventos de intensa precipitação pluviométrica (RAMOS et al., 2014; BORTOLOZO et al., 2015; LOURENÇATO et al., 2015; DING et al., 2016). O sistema plantio direto, amplamente utilizado pelos agricultores no Sul do Brasil, não está empregando na totalidade as práticas preconizadas pela agricultura conservacionista, como por exemplo, o controle do escoamento superficial via terraceamento.

Sabe-se que no Brasil, a maioria dos estudos que envolvem a perda de água e sedimentos são direcionados à comparação de sistemas de manejo de solo em pequenas parcelas, com chuva simulada, e com o objetivo de parametrizar ou calibrar modelos matemáticos de perdas. Assim, denota-se intensa demanda por estudos que visem avaliar a perda de água e sedimentos em escala de microbacias hidrográficas, em áreas agrícolas com uso e manejo distintos, principalmente com e sem uso de terraceamento. Esses trabalhos precisam gerar informações em situação real de ambiente agrícola para um melhor planejamento de uso e manejo do solo no contexto do sistema plantio direto, e para melhoria e manutenção da qualidade dos recursos naturais (solo e água). Nesse contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a influência de práticas de conservação de solo e de água nas perdas hídricas e de sedimentos via escoamento superficial e indicar a qualidade do uso e manejo do solo de microbacias hidrográficas na região subtropical brasileira.

Para atingir esse objetivo, selecionaram-se duas microbacias hidrográficas de uso agrícola localizadas na região do Planalto Médio Gaúcho, mais precisamente nos municípios de Sarandi e Coxilha, as quais foram instrumentadas e monitoradas continuamente por estações hidrosedimentológicas instaladas em seu exutório. As medições realizadas pelas estações hidrosedimentológicas permitem estimar as perdas de água (vazão) e de sedimento, a partir de dados como nível de água e turbidez, respectivamente, durante os eventos de precipitação pluviométrica. Os dados foram registrados de 5 em 5 minutos durante os meses de outubro de 2015 a maio de 2016.

As microbacias em estudo possuem área de aproximadamente 50 ha com declividade média, solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico, e clima subtropical úmido (Cfa) com verão quente e inverno frio com geada, e com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. A microbacia de Sarandi é destinada a produção de sementes comerciais de soja e de cereais de inverno (trigo e aveia) e possui terraceamento, enquanto a microbacia de Coxilha é destinada à produção de grãos no verão (soja) e pastagem de aveia com entrada de animais no inverno, sendo que esta não possui terraceamento.

Os resultados preliminares demonstram que o nível de água no exutório de ambas as microbacias atingiu 20 cm ou mais, somente quando a precipitação pluviométrica se aproximou do valor de 119 mm dia<sup>-1</sup>. Em eventos de precipitação pluviométrica menores do que o anteriormente referido, o nível de água não ultrapassou os 10 cm. Considerando uma precipitação pluviométrica de 85 mm em ambas as microbacias, observou-se uma diferença de nível de água de 5 cm entre uma microbacia e outra, sendo que a microbacia terraceada apresentou maior variação no nível de água. Essa inesperada variação de vazão na área terraceada pode ser atribuída à ausência de mata ciliar no entorno da rede de drenagem da microbacia.

Considerando a perda de sedimentos, estimados pelos valores de turbidez da água, pode-se perceber evidentes diferenças na comparação entre microbacias, meses do ano, manejo das culturas e eventos de precipitação pluviométrica. Comparando as microbacias, pode-se observar, de modo geral, que os maiores valores de turbidez foram encontrados na microbacia com a presença de terraços. Sabendo que o escoamento superficial é a principal causa do carreamento de sedimentos para a água, isso possivelmente se deve a ausência de mata ciliar no entorno da rede de drenagem dessa microbacia. A presença de mata ciliar atuaria como filtro na mitigação, principalmente das perdas de sedimentos, reduzindo assim a turbidez.

Com relação aos meses do ano (época), pode-se observar que no mês de outubro os valores de turbidez variaram em ambas as microbacias e atingiram níveis mais altos quando ocorreram eventos de precipitação pluviométrica mais elevados. Já no mês de novembro, pode-se constatar aumento expressivo nos valores de turbidez na microbacia com ausência de terraceamento, atingindo níveis de até 3741 unidades nefelométricas de turbidez (UNT), o que provavelmente ocorreu devido aos tratos culturais realizados para a implantação da cultura de verão (soja). No entanto, nesta mesma microbacia no mês de dezembro os valores de turbidez começaram a baixar e mesmo com eventos de precipitação de aproximadamente 80 mm não ultrapassou valores de 40 UNT, baixando ainda mais no mês de janeiro e estabilizando-se próximo de 11 UNT até maio. Neste período pode-se perceber que não houve influência dos tratos culturais, eventos de precipitação e ausência de práticas conservacionistas (terraceamento) na turbidez da água mensurada no exutório da microbacia, o que pode ser atribuído a maior cobertura do solo pela cultura em estágio mais avançado de crescimento e desenvolvimento.

O contrário foi observado na microbacia com presença de terraceamento. A partir da segunda quinzena de dezembro os valores de turbidez aumentaram expressivamente com poucos milímetros de precipitação. Já no mês de fevereiro, quando possivelmente houve a colheita da cultura de verão, os valores de turbidez da água baixaram e somente aumentaram com eventos de precipitação maiores de 30 mm. No entanto, houve uma variação extremamente grande, com valores variando entre 129 e 3721 UNT até meados de abril, quando a cultura de inverno já encontrava-se instalada, a qual permitiu que os valores de turbidez se mantivessem em 387 UNT, em média, até o fim de maio.

Diante desses resultados preliminares é possível concluir que a presença de terraceamento por si só não garante menores perdas de água e sedimentos. Somada a essa prática conservacionista se faz necessário a presença de vegetação nativa no entorno da rede de drenagem das microbacias para mitigar, principalmente, a perda de sedimentos.

## Referências

- BORTOLOZO, F.R. et al. Water, sediment and nutrient retention in native vegetative filter strips of Southern Brazil. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 4, n. 5, p. 426-436, 2015.
- DING, J. et al. Influences of the land use pattern on water quality in low-order streams of the Dongjiang River basin, China: A multi-scale analysis. **Science of the Total Environment**, v. 551-552, p. 205-216, 2016.
- LOURENÇATO, L.F. et al. Effects on water quality of pesticide use in farmland under intensive soil management in Southern Brazil. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 5, n. 3, p. 155-166, 2015.
- MINELLA, J.P.G. et al. Establishing a sediment budget for a small agricultural catchment in southern Brazil, to support the development of effective sediment management strategies. **Journal of Hydrology**, v. 519, n. B, p. 2189-2201, 2014.
- RAMOS, M.R. et al. Soil, water and nutrient loss under conventional and organic vegetable production managed in small farms versus forest system. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics**, v. 115, n. 1, p. 31-40, 2014.
- SHI, Z.H. et al. Modeling the impacts of integrated small watershed management on soil erosion and sediment delivery: A case study in the Three Gorges Area, China. **Journal of Hydrology**, v. 438-439, p. 156-167, 2012.

## EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO E READEQUAÇÃO DO SISTEMA DE TERRACEAMENTO NUMA FAZENDA NO NORTE DO PARANÁ

Julio Cezar Franchini<sup>1</sup>, Natassia Magalhães Armacolo<sup>2</sup>, Henrique Debiasi<sup>2</sup>, Alvadi Balbinot Junior<sup>2</sup>,  
Esmael Lopes Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Soja, Pesquisador, Londrina - PR, [julio.franchini@embrapa.br](mailto:julio.franchini@embrapa.br);

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina; <sup>3</sup>Centro Universitário Filadélfia.

**Palavras-chave:** curva de nível; escoamento superficial; erosão.

A conservação do solo e da água na propriedade rural, além de ser dever do produtor são princípios básicos para a sustentabilidade ambiental e da produção agrícola. A erosão é um fenômeno natural que depende da interação de vários fatores como a erosividade da chuva, a erodibilidade do solo, a declividade, o comprimento de rampa, as práticas de manejo e as práticas de conservação do solo e da água, aqui exemplificadas como terraços.

Entre as práticas de manejo, destaca-se o Sistema de Plantio Direto (SPD) executado em concordância com seus fundamentos básicos: mínimo revolvimento, cobertura permanente do solo e rotação de culturas. A consolidação do SPD como prática conservacionista tem conferido sustentabilidade ao sistema produtivo nas últimas três décadas no Paraná. No entanto, o atendimento parcial em seus fundamentos, com mobilização periódica do solo utilizando gradagens leves ou pesadas e escarificação, associada à ausência da diversificação de culturas tem conduzido a perda de qualidade do solo, mas visivelmente observada na perda da qualidade física com o aumento da compactação do solo e consequente redução da capacidade de armazenamento e infiltração o que aumenta o escoamento superficial de água e, em última estância, a erosão.

Associado a isto, a intensificação do sistema produtivo tem priorizado aspectos relacionados à operacionalidade do trabalho, criando situações que aumentam o risco da ocorrência do processo erosivo, como a orientação da semeadura e do trajeto das operações de pulverização no sentido do declive.

Além disso, com o tempo passou a se criar a ideia de que o plantio direto unicamente seria capaz de responder pela proteção do solo contra a erosão o que conduziu a retirada parcial e até total dos terraços em muitas propriedades rurais. Este cenário teve grande contribuição para a ocorrência generalizada de erosão observada na última safra 2015/2016 no Paraná.

Os produtores, preocupados com esta situação, têm procurado reformar ou recuperar o sistema de terraços de suas propriedades. Neste contexto, acompanhou-se a reforma do sistema de terraceamento de um dos talhões de uma propriedade típica de produção de grãos na região norte do Paraná, com o objetivo de avaliar a efetividade desta prática para o atendimento dos índices técnicos mínimos para proteção adequada da área contra a erosão hídrica.

O trabalho foi conduzido durante o mês de abril de 2016, em um talhão de uma fazenda típica de produção de grãos, no município de Bela Vista do Paraíso, na região norte do Paraná. O solo da área foi identificado como LATOSSOLO VERMELHO distroférrico de textura muito argilosa. O talhão tem uma área de 32,4 ha e contava originalmente com 15 terraços de base larga que no processo de reforma foram reduzidos para 7, seguindo o critério de se reformar um e suprimir o próximo. Os terraços foram reformados com trator tracionando terraceador, com 18 discos de 26 polegadas em

cada segmento. Em média foram realizadas 18 passadas sucessivas para que o terraço assumisse a configuração final.

Os terraços foram avaliados segundo a metodologia indicada pelo programa AVATER (PRUSKI, 2015). Em resumo, com o uso de nível ótico e mira estadimétrica, em cinco posições equidistantes no terraço foram determinadas as diferenças de nível entre a crista, o fundo do canal e o final do canal do terraço. Também nas mesmas posições foram mensuradas as distâncias horizontais entre a crista e o fundo do canal do terraço e entre a crista e o final do canal do terraço. Adicionalmente, nas extremidades e, por inspeção, em vinte posições ao longo do terraço foram determinadas as diferenças de nível para estabelecer o perfil da crista. Nos mesmos pontos foram determinadas as distâncias entre os terraços. Finalmente foi medido o comprimento total do terraço para o cálculo da área de contribuição. Para os cálculos foi considerada a erosividade da chuva para o município de Londrina com tempo de retorno de 20 anos. A seção do canal foi considerada como triangular. Foram feitas simulações do volume necessário de armazenamento dos terraços considerando taxas de infiltração estável (TIE) do solo de 30, 40 e 50 mm h<sup>-1</sup>.

Segundo a classificação de Embrapa (2006), o talhão apresenta declividade, predominantemente, suave ondulada (3-8 %) a ondulada (8-20 %). Na realidade o talhão não chegou a apresentar declividade acima de 12 %, o que permite concluir que o terraço do tipo base larga, já utilizado no talhão, atenderia as especificações quanto a este parâmetro.

Em relação às características construtivas dos terraços avaliados, de forma geral, observou-se uma grande variabilidade na seção média dos canais dos terraços, variando de 2,71 a 0,73 m<sup>2</sup>. Isto teve grande influência na eficiência final dos terraços já que a seção média é determinante para a capacidade final de armazenamento de água. Esta variação na seção media pode ter várias causas, uma vez que o terraço originalmente tinha sido construído na década de 90, considerando inclusive a deposição de solo de forma diferenciada em diferentes seções do canal em função de eventos de erosão ocorridos nos últimos 30 anos. De qualquer forma, isso indica que a simples recuperação de terraços já estabelecidos pode não ser adequada para obtenção de índices satisfatórios de eficiência. Em relação à eficiência relativa dos terraços, observa-se que na TIE de 30 mm h<sup>-1</sup> pelo menos três terraços apresentaram valores em torno de 49 %, sendo que dois destes terraços estão em sequência. Diante disto, a situação é preocupante, pois indica que sob condições inadequadas de manejo do solo, como compactação excessiva e cobertura do solo deficiente existe grande probabilidade de que ocorra erosão significativa neste talhão. Com o aumento da TIE de 30 para 40 mm h<sup>-1</sup> existe melhoria da eficiência relativa global do talhão de 76 para 97 %, porém nos terraços deficitários a eficiência relativa permanece em torno de 63 %. Apenas com o aumento da TIE para 50 mm h<sup>-1</sup> é que os talhões deficitários apresentariam índices de eficiência aceitáveis, em torno de 87 %.

É importante ressaltar que apesar do investimento para a reforma dos terraços já estabelecidos, não existe uma garantia de que o projeto resultante apresente índices satisfatórios de eficiência relativa, a menos que outras medidas sejam tomadas para assegurar que a TIE do solo seja alta o suficiente para reduzir a lamina de escoamento superficial. Quando a TIE passa de 30 para 50 mm h<sup>-1</sup>, a lâmina de escoamento superficial passa de 30 para 17 mm, ou seja, o aumento da quantidade de água que infiltra no solo interfere diretamente na quantidade de água que escoar na superfície do solo, com potencial para causar erosão.

A recuperação de terraços efetuada na propriedade poderá não ser tecnicamente efetiva no controle da erosão.



Outras práticas de manejo do solo que contribuam para o aumento da taxa de infiltração de água no solo devem ser priorizadas para complementar a eficiência relativa de sistemas de terraceamento reformulados.

## Referências

PRUSKI, F. F. **AvaTer - Sistema Computacional para a avaliação da capacidade de armazenamento dos terraços implantados**. 2015. (disponível em <http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

## ESTOQUES DE CARBONO E ESTABILIDADE DE AGREGADOS EM SISTEMAS FLORESTAIS NO NORDESTE DE MINAS GERAIS

Danielle Vieira Guimarães, Marx Leandro Naves Silva, Diego Faustolo Alves Bispo,  
Jéssica Gabriela Contins, Adnane Beniaich

Universidade Federal de Lavras, Doutoranda, Lavras - MG, *danyvguimaraes@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** eucalipto; matéria orgânica do solo; agregação do solo.

O clima e os solos do Brasil têm se mostrado favoráveis ao estabelecimento de culturas florestais, sobretudo a eucaliptocultura que ocupa 5,56 milhões de hectares no território brasileiro, equivalendo a 71,9 % do total de área ocupada por silvicultura (IBÁ, 2015). Essa cultura tem demonstrado eficiência no sequestro de carbono em virtude da acumulação deste na madeira e aumento do estoque no solo.

Estima-se que plantios de eucalipto bem manejados podem fixar até 400 t ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>. Nos trópicos os solos sob florestas apresentam maior potencial de dreno de C quando comparados a solos com culturas agrícolas, devido a deposição anual de cobertura vegetal e de raízes mortas (GATTO et al., 2010). Entretanto, dependendo do manejo adotado na área, a qualidade do solo pode ser comprometida.

O carbono orgânico e o estado de agregação do solo são indicadores de qualidade dos solos, servindo como ferramenta para avaliar se as práticas silvícolas asseguram sua sanidade. Esses indicadores influenciam, direta ou indiretamente, processos como infiltração, retenção de água e erosão (BORGES et al., 2015), além de estarem intrinsecamente relacionados entre si. Os teores e formas do carbono no solo influenciam na formação de agregados, enquanto que estes interferem na aeração, desenvolvimento radicular, suprimento de nutrientes e, conseqüentemente, na retenção e ciclagem de carbono no solo, tornando importante conhecer a relação entre o carbono orgânico do solo e a agregação para o adequado manejo do sistema e prevenção de impactos negativos a este (CAMPOS et al., 2016).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo determinar o estoque de carbono e a estabilidade de agregados de um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO sob cultivo de Eucalipto com manutenção da serapilheira sobre o solo, mata nativa e sem cobertura vegetal.

O estudo foi realizado no município de Carlos Chagas (MG), com tipo climático AW, conforme classificação de Köppen, caracterizado como clima tropical com inverno seco, com precipitação anual total variando de 1000 a 1300 mm (ALVARES et al., 2013). Foram considerados três tratamentos: plantio homogêneo de Eucalipto, solo descoberto e mata nativa (floresta tropical subperenifólia), em três profundidades (0-10, 10-20 e 20-40 cm), com três repetições por tratamento, sendo coletadas amostras deformadas, e indeformadas (via amostrador de Uhland).

A estabilidade de agregado foi determinada após a secagem das amostras deformadas, que foram destorroadas e passadas em peneira de malha de 8 mm, sendo utilizados para realização da análise aqueles retidos na peneira de 4,75 mm. Amostras de 25 g destes agregados foram transferidas para um jogo de peneiras de 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 e 0,105 mm e agitados verticalmente por 15 minutos dentro de um recipiente contendo água. O material retido em cada peneira foi seco e pesado para determinação do diâmetro médio geométrico (DMG).

O teor de carbono do solo foi determinado via digestão úmida com solução de dicromato de

potássio em meio ácido e fonte externa de calor. A densidade do solo, usada para cálculo do estoque de carbono, foi determinada por meio de amostras indeformadas coletadas em anéis com volume e massa conhecida. O estoque de carbono (Est C), em  $\text{Mg ha}^{-1}$ , foi calculado pela equação  $\text{Est C} = (\text{COT} \times \text{Ds} \times \text{esp}) / 10$ , onde o COT = carbono orgânico total ( $\text{g kg}^{-1}$ ), Ds = densidade do solo ( $\text{kg dm}^{-3}$ ) e esp = espessura da camada (cm). A estatística aplicada considerou um delineamento inteiramente casualizado em parcela subdividida no espaço, onde as medias foram comparadas via teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Os resultados obtidos para o diâmetro médio geométrico apontam que apenas a mata nativa, na profundidade de 0-10 cm, diferiu estatisticamente, tendo um valor de DMG inferior dos demais tratamentos (0,65 mm menor), enquanto para as outras profundidades não houve diferença entre as coberturas avaliadas. Esperava-se um DMG inferior para a área sem cobertura vegetal, entretanto é importante considerar que esta área foi mantida descoberta por 16 meses, mas anteriormente era ocupada com plantio florestal e, deste modo, pode ter ocorrido efeito residual da cultura anterior na agregação do solo.

Na distribuição de agregados estáveis em água, 98,38; 97,91 e 90,42 % destes encontravam-se na faixa entre 8 e 2 mm, para eucalipto, solo descoberto e mata nativa respectivamente, na camada de 0-10 cm. Na mata nativa houve menor porcentagem de agregados na referida faixa, sendo eles melhor distribuídos na classe entre 2 e 0,5 mm (6,36 %) em comparação com os outros tratamentos. Nas demais profundidades avaliadas este efeito não foi observado, ficando a mata nativa e o eucalipto com valores semelhantes para a classe de agregados entre 8 e 2 mm (94,86 e 94,28 % no eucalipto e mata, respectivamente, na camada de 10-20; 95,38 e 95,68 % na camada 20-40, para as mesmas coberturas), enquanto o solo descoberto teve valores inferiores (93,77 e 93,15 % na camada de 10-20 e 20-40, respectivamente).

Quanto aos estoques de carbono, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados, em todas as profundidades consideradas, mostrando que, mesmo após um ano a remoção do eucalipto, o carbono armazenado pela cultura permanece. Resultado semelhante foi observado por Coutinho et al. (2013), os quais afirmam que os estoques de carbono do solo não se alteram a curto prazo. Entretanto, com o passar dos anos, os estoques na área sem manejo conservacionista tende a reduzir devido aos processos erosivos, uma vez que não há aporte de matéria orgânica no solo.

A relação entre estoque de carbono e DMG apresentou um coeficiente de correlação linear de Pearson não significativo a 5 %. Os indicadores não se mostraram eficientes em distinguir os ambientes a curto prazo.

Agradecimentos às agências financiadoras FAPEMIG, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## Referências

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS P.C.; GONCALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol Z.** v. 22, n.6, p.711-728, 2013.
- BORGES, C.S.; RIBEIRO, B.T.; WENDLING, B.; CABRA, D.A. Agregação do solo, carbono orgânico e emissão de  $\text{CO}_2$  em áreas sob diferentes usos no Cerrado, região do Triângulo Mineiro. **Rev. Ambient. Água.** v. 10, n. 3, p. 660-675, 2015.
- COUTINHO, R.P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.M.; TORRES, A.Q.A.; JANTALIA, C.P. Estoque de carbono e nitrogênio e emissão de  $\text{N}_2\text{O}$  em diferentes usos do solo na Mata Atlântica. **Pesq. agropec. bras.** v.45, n.2, p.195-203, 2010.

- CAMPOS, M.C.C.; SOARES, M.D.R.; NASCIMENTO, M.F.; SILVA, D.M.P. Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. **Rev. Ambient. Água**. v. 11, n. 2, p. 339-349, 2016.
- GATTO, A.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R. F.; SILVA, I.R.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; VILLANI, E. M. A. Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. **R Bras Ci Solo**. v. 34, n. 4, p.1069-1079, 2010.
- IBÁ- Industria Brasileira de árvores. **Relatório Ibá 2015**. Disponível em:, acessado em Agosto de 2016.

## AVALIAÇÃO DE DOIS SUBSOLADORES VISANDO MELHORIA NA PRODUTIVIDADE DO MILHO EM LATOSSOLO ARGILOSO

Vitor Cauduro Girardello, Paulo Cesar Conceição, Maiara Karini Haskel, Cidimar Cassol, Ezequiel Dal Bosco

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pós Doutorado, Dois Vizinhos - PR,  
*vitorgirardello@utfpr.edu.br*.

**Palavras-chave:** compactação do solo; mobilização do solo; escarificação mecânica.

O sistema de plantio direto (SPD) tem como base funcional três ações fundamentais, sendo a ausência de revolvimento do solo, cobertura de solo permanente e a rotação de culturas. Atualmente a rotação de culturas vem sendo sistematicamente negligenciada. Como consequência, surge o risco do aumento da quantidade de pragas, resistência de plantas invasoras e problemas de ordem física, principalmente a compactação do solo.

A compactação do solo é um processo que envolve a mudança na relação entre a massa e o volume do solo, que resulta em aumento da densidade do solo, aumento da resistência a penetração e redução da porosidade total, redução na produtividade das culturas sendo considerada em nível mundial com uma das responsáveis pela degradação da qualidade físico-hídrica de solos (HAMZA; ANDERSON, 2005).

Como alternativa para solucionar ou minimizar os efeitos da compactação do solo, pode fazer-se o uso da descompactação mecânica esporádica do solo sob SPD (KLEIN; CAMARA, 2005), tendo como objetivo aumentar a porosidade, reduzir a densidade rompendo as camadas superficiais encrostadas e camadas subsuperficiais compactadas. Por outro lado, esta operação mecânica apresenta elevado custo energético, facilita o surgimento do processo erosivo do solo e o tempo de duração de seu efeito é relativamente curto. Adicional, descompactações esporádicas não tem resultado em mudanças significativas no ambiente solo ao longo dos anos conforme definido por Franchini et al. (2011). Apesar disso, atualmente este tipo de operação, vem se tornando rotineiro na região do Sudoeste do estado do Paraná, tem tornado insustentável o atual sistema produtivo com uso de plantio direto.

No mercado há diversos tipos de equipamentos para realizar a operação de descompactação do solo, sendo que o diferencial entre os modelos disponíveis é justamente conseguir, ou não, escarificar/subsolar o solo com a mínima mobilização e revolvimento do solo. Neste contexto com o objetivo de avaliar dois modelos de subsoladores, que são amplamente utilizados na região, em relação ao perfil mobilizado do solo, incorporação da palhada, redução da resistência a penetração e produtividade da cultura do milho.

O experimento foi implantado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus de Dois Vizinhos. O solo local é um LATOSSOLO VERMELHO de acordo com Embrapa (2006). As parcelas possuem um tamanho de 8 x 10 m (80 m<sup>2</sup>) com três blocos. Os tratamentos utilizados foram: Sistema de Plantio Direto (SPD), que serviu como sendo referencia; Subsolador A (Sub. A), modelo tradicionalmente usado na região desde os anos 80 e Subsolador B (Sub. B), modelo mais moderno lançado no mercado na presente década específico para o plantio direto. Ambos os equipamentos de preparo do solo foram ajustados com a mesma profundidade de atuação (0,40 m) e com o mesmo espaçamento entre hastes. A subsolagem foi realizada no mês de maio, e logo após

semeado Aveia preta (*Avena strigosa*) como cobertura até a semeadura do milho, quatro meses após (Setembro). As principais diferenças construtivas entre os equipamentos residem no fato do Sub A possui 2 linhas de hastes intercaladas de 70 cm entre hastes (3 + 2) e largura das hastes de 4 cm, enquanto o Sub B possui uma linha de 5 hastes (2 cm de espessura). As determinações realizadas foram: perfil mobilizado do solo; cobertura vegetal, resistência do solo a penetração e produtividade da cultura do milho.

O perfil mobilizado do solo, foi determinado com a utilização de um perfilômetro com largura útil de 50 cm, com hastes espaçadas de 1 cm, perfazendo um total de 50 leituras, obtidas por meio de uma régua de 50 cm de comprimento, graduada de 1 em 1 mm. O perfilômetro foi instalado no sentido transversal a passagem dos equipamentos, sendo realizadas 5 repetições em cada parcela. Esta determinação foi realizada 10 dias após as operações no solo.

Para a determinação da cobertura vegetal, foi utilizado o método da trena marcada. Em uma extensão de 10 m foram colocados marcadores em intervalos regulares de 0,10 m. No campo esta trena foi estendida transversalmente a linha de operação dos subsoladores. A determinação foi realizada 27 dias após a escarificação do solo.

A resistência do solo a penetração foi realizada com um penetrômetro digital, denominado de PenetroLOG da marca Falker®. As observações foram realizadas a cada 0,01 m de profundidade até uma profundidade máxima de 0,40 m. Simultaneamente as avaliações de resistência a penetração foi determinada a umidade do solo.

A colheita do milho foi realizada manualmente, em cada parcela, sendo determinada a produção de 10 plantas, feita a determinação dos componentes de rendimento, e as amostras debulhadas com auxílio de máquinas estacionária com os rendimentos ajustados com umidade de referências de 13 %. Os dados foram submetidos à análise de variância, com uso do programa computacional ASSISTAT 7.6 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

O perfil de mobilização do solo sofreu influência do tipo de equipamento, sendo que o subsolador A foi o que causou maior mobilização. Em alguns pontos esta alteração foi de até 0,10 m (depressão) em relação a superfície do solo. O subsolador B apresentou comportamento semelhante ao tratamento plantio direto, ou seja, a mobilização superficial do solo foi muito pequena.

Em relação a incorporação da palhada presente na superfície do solo, após a passagem dos equipamentos ocorreu uma redução de 30 e 55 % na cobertura vegetal, respectivamente, do subsolador B e subsolador A em relação ao tratamento do plantio direto. Ambos os resultados são devido as modificações estruturais entre os dois equipamentos avaliados, devido ao subsolador B ter o funcionamento diferencial em relação ao subsolador A. Ele possui discos de corte na sua parte anterior, hastes sulcadoras do modelo reta, (subsolador A possui modelo parabólica), e na parte posterior há a existência de um rolo destorroador.

A resistência do solo também sofreu efeito dos equipamentos avaliados. Nas parcelas em plantio direto, os valores de resistência do solo à penetração foram superiores aos encontrados nas parcelas em que houve preparo com uso de escarificador, desde a superfície até a profundidade de 0,30 m. Os resultados de produtividade de grãos de milho revelam que a produtividade média de grãos, não foi influenciada estatisticamente entre os tratamentos avaliados, sendo que o tratamento com plantio direto produziu 6,44 Mg ha<sup>-1</sup>, cerca de 4 e 14 % a mais que o subsolador B e o subsolador A, respectivamente. Conclui-se que de maneira geral o subsolador B foi mais eficiente em relação ao

subsolador A, sendo o que melhor conservou as características propostas pelo sistema de plantio direto. No entanto, nessa primeira avaliação, ambos não influenciaram positivamente a produtividade da cultura do milho.

## Referências

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

**Sistema brasileiro de classificação do solo**, 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

HAMZA, M.A. & ANDERSON, W.K.; Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, cause and possible solutions. **Soil & Tillage Research**, v.82, p.121-145, 2005.

KLEIN, V.A.; CAMARA, R. K. Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. **Ciência Rural**, v35, n.4, p.813-819, jul-ago, 2005.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.



## SISTEMAS DE MANEJO DE AVEIA OU POSIO SOB ATRIBUTOS FÍSICOS E MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO

Andressa Perini Vengen, Jeferson Tiago Piano, Jonas Francisco Egewart,  
Paulo Sérgio Rabello de Oliveira, Eloisa Mattei

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Mestranda, Marechal Cândido Rondon - PR,  
*andressaperini@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** densidades de semeadura; integração lavoura-pecuária; manejo conservacionista.

O cultivo de cereais de duplo propósito no período de inverno tem sido uma alternativa para promover a conservação do solo e ao mesmo tempo, diversificar a produção na propriedade. A integração lavoura-pecuária se destaca como uma opção viável, porém faz-se necessário mais pesquisas a fim de avaliar os efeitos do pastejo dos animais sob o solo e as culturas.

Objetivou-se nesta pesquisa avaliar as propriedades físicas do solo (macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade e resistência à penetração), matéria orgânica, carbono total e estoque de carbono quando cultivado com aveia em duas densidades de semeadura no sistema integração lavoura pecuária e em pousio.

O experimento foi instalado em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, no município de Marechal Cândido Rondon, nos anos agrícolas 2014 e 2015.

Utilizou-se delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema de faixas mais um tratamento adicional (pousio), com quatro repetições. As faixas A foram compostas pelas densidades de semeadura da aveia (40 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de sementes) mais o tratamento adicional. Nas faixas B (transversais às faixas A), alocaram-se os manejos na cultura da aveia (sem pastejo, um pastejo e dois pastejos, com altura de resíduo de 0,15-0,20 m).

A aveia foi semeada em abril dos anos 2014 e 2015, de forma mecanizada, em sistema de semeadura direta, com espaçamento de entre linhas de 17 cm. Foram utilizados 60 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de aveia branca, cultivar IPR 126. Para o pastejo foram utilizados dezessete animais de raça holandesa em período de lactação, onde permaneciam nas faixas por quatro horas diárias ou até que a altura da resteva atingisse de 15-20 cm, evitando danos ao meristema apical.

A caracterização física (macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo) foi realizada pelo método do anel volumétrico. As amostras foram coletadas na área útil de cada parcela, na camada de 0-0,05 m, 0-0,10 m e de 0,10-0,20 m profundidade, nos dias 27/03/15 e 01/03/16.

As medidas de resistência do solo à penetração (RP) foram realizadas com penetrômetro, até a profundidade de 0,30 m. Também foram retiradas amostras deformadas de solo a cada 0,10 m de profundidade, para determinação do conteúdo de água gravimétrico do solo.

Os teores de matéria orgânica, carbono total e estoque de carbono do solo foram avaliados ao final do ciclo de verão, onde a área foi ocupada pela soja. Coletou-se, com auxílio do trado, uma amostra composta representativa, retiradas nas camadas de 0-0,05 m, 0,05-0,10 m e 0,10-0,20 cm de profundidade. A matéria orgânica solo foi determinada pelo método da mufla. Os teores de carbono orgânico total no solo foram estimados utilizando-se o fator de van Bemmelen (1,724), com base no pressuposto de que a MOS contém 58 % de carbono orgânico. Para os estoques de carbono orgânico total foi utilizada a expressão proposta por Freixo et al. (2002).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo pelo teste F, aplicou-se o teste Tukey ou Dunnett ao nível de 5 % de probabilidade, para comparações entre médias.

Foi possível verificar através dos resultados obtidos, que a macroporosidade não foi influenciada pelos manejos e densidades após o ciclo de inverno de 2015. Resultados semelhantes são encontrados por Balbinot Jr. (2009), que não encontraram diferenças para este atributo do solo quando submetidos ao pousio e ao pastejo. Contudo, no mesmo período do ano seguinte obteve-se resultados diferentes, onde as parcelas que apresentaram densidade de semente de 60 kg ha<sup>-1</sup> na profundidade de 0,10-0,20 m obtiveram maior média. Isso pode ser justificado pelo fato da aveia ser caracterizada como cultura com potencial para reestruturação dos atributos físicos do solo, sendo que segundo Cardoso et al. (2013), essas espécies tem o sistema radicular vigoroso, capacidade de crescer em solos compactados, criando poros e promovendo a aeração e a infiltração de água no perfil.

A microporosidade foi alterada na camada de 0,10-0,20 m pelo número de pastejos, no primeiro ano, onde as maiores médias foram obtidas em áreas pastejadas apenas uma vez. As parcelas em que não houve pastejo mostraram resultados inferiores aos demais tratamentos. No segundo ano, este atributo apresentou superioridade na camada de 0,05-0,10 m, onde densidades de 60 kg ha<sup>-1</sup> de semente de aveia resultaram em maior microporosidade.

A porosidade total foi influenciada pelo número de pastejos na camada de 0,05-0,10 m no primeiro ano, onde as médias no solo sem pastejo e pastejado uma única vez não apresentaram diferença entre si. Porém, nas áreas com dois pastejos, observou-se a diminuição da porosidade. Resultados semelhantes foram observados por Castagnara et al. (2012), que encontrou menores porosidades no solo com dois pastejos. Esse fato é justificado pelo aumento pisoteio do gado no solo.

A densidade do solo, teve resultados significativos na camada de 0-0,05 m no primeiro ano, onde os locais que pastejados duas vezes foram afetados negativamente. Explica-se o fato pelo maior pisoteio dos animais. Os tratamentos com um ou nenhum pastejo obtiveram comportamento semelhante, apresentando menores densidades.

Na resistência do solo a penetração não se observou diferença significativa para os tratamentos e anos. A justificativa para tal comportamento foi o manejo adequado da pastagem. A manutenção em altura que permita elevada interceptação de radiação solar resulta em elevado crescimento de folhas e raízes, atribuindo ao solo maior capacidade de suporte de carga (BALBINOT JR. et al., 2009).

Resultados semelhantes foram obtidos ao analisar a matéria orgânica e o carbono orgânico total, que não apresentaram diferenças.

O estoque de carbono foi influenciado nos dois anos. No primeiro, este foi alterado conforme os sistemas de manejo, onde as áreas sem e com dois pastejos apresentaram resultados semelhantes entre si e superiores a um único pastejo. Já no segundo ano, houve interação entre as densidades e o número de pastejos, onde nenhum e dois pastejos apresentaram maiores estoques de carbono na densidade de 60 kg ha<sup>-1</sup> de semente de aveia.

Conclui-se que a resistência do solo a penetração, matéria orgânica e carbono total não foram influenciados pelas densidades de aveia e sistemas de manejo ou pousio.

As densidades de semente da cultura da aveia influenciaram apenas na macroporosidade do solo da camada de 0,10-0,20 m, onde 60 kg ha<sup>-1</sup> de semente de aveia, no segundo ano de condução, proporcionou o melhor resultado.

Os manejos empregados na cultura da aveia influenciaram nos atributos físicos do solo, apenas

no primeiro ano. A microporosidade na camada de 0,10-0,20 m e a porosidade total na camada de 0,05-0,10 m apresentaram maiores médias quando submeteu-se um pastejo enquanto que a maior densidade encontrada foi nas áreas em que ocorreu dois pastejos, na profundidade de 0-0,05 m.

O estoque de carbono foi influenciado pelo manejo no primeiro ano, apresentando maiores quantidades no sistema sob nenhum e dois pastejos. Porém, no segundo ano, apresentou interação significativa entre as densidades e manejos, onde na densidade de 60 kg ha<sup>-1</sup>, os manejos sem pastejo e com dois pastejos foram os que apresentaram maiores médias na camada de 0,10-0,20 cm.

## Referências

- FREIXO, A.A. et al. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26 p. 425-434, 2002.
- BALBINOT, A. A. Junior et al. Desempenho da cultura do feijão após diferentes formas de uso do solo no inverno. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2340-2346, 2009.
- CARDOSO, D. P. et al. Espécies de plantas de cobertura no condicionamento químico e físico do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 375-382, 2013.
- CASTAGNARA, D. D. et al. Atributos físicos de Latossolo Vermelho sob pousio ou cultivado com forrageiras tropicais sob pastejo. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 150-158, 2012.

## QUALIDADE FÍSICA DO SOLO EM CULTIVO DE BANANEIRA IRRIGADA

Carlos Levi Anastacio dos Santos<sup>1</sup>, Antônio Mauricélio Duarte da Rocha<sup>2</sup>, Raimundo Nonato de Assis Júnior<sup>1</sup>, Jaedson Cláudio Anunciato Mota<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Ceará, Doutorado, Fortaleza - CE, [carloslevi@hotmail.com](mailto:carloslevi@hotmail.com); <sup>2</sup>Secretaria de Agricultura da Prefeitura Municipal de Iguatu.

**Palavras-chave:** indicadores de qualidade do solo; irrigação localizada; geometria porosa.

A banana é a segunda fruta mais consumida do Brasil, com média per capita de 18,6 g dia<sup>-1</sup>, perdendo apenas para a laranja. No Ceará, mais de 40 municípios apresentam rendimentos da fruta superiores ao estabelecido nacionalmente, 14,14 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2011). Esta característica torna o estado autossuficiente no abastecimento do mercado interno. A manutenção de uma alta produtividade exige que o bananicultor avalie se as técnicas de manejo adotadas permitem a sustentabilidade do seu sistema de produção, garantindo a qualidade do solo. Uma das técnicas de manejo adotada é a irrigação, a qual induz aumentos na produtividade da bananeira, uma vez que as condições pluviométricas predominantes no Ceará não satisfazem a necessidade hídrica da cultura, que chega a ter 80 % de sua massa constituída por água. Posto que a condição física do solo é relevante para o desenvolvimento vegetal e que a recuperação da estrutura para um nível adequado é lenta, faz-se necessário compreender e quantificar o impacto das técnicas de manejo na qualidade do solo, para tanto a hipótese deste estudo é de que há diferença entre a qualidade física do solo em virtude dos sistemas de irrigação localizada (microaspersão e gotejamento) e da posição de amostragem (entrelinha e rua do bananal). Assim, avaliou-se a qualidade física do solo sob cultivo de bananeira em sistemas de irrigação localizada utilizando-se de atributos de natureza física. A área de estudo equivale a dois lotes, de aproximadamente 3 ha<sup>-1</sup> cada, cultivados com bananeira (*Mussa* sp.), por 8 anos, sob sistema de irrigação localizada. O lote sob gotejamento apresenta, no centro da área, coordenada geográfica 5° 04' 14" S e 37° 51' 57" O, enquanto o lote sob microaspersão, distante 5 m deste, apresenta no centro da área, coordenada geográfica 5° 4' 18" S e 37° 51' 56" O. Amostras com estrutura preservada e com estrutura não preservada foram coletadas considerando a entrelinha do bananal (próximo à linha de irrigação) e a rua do bananal, na camada de 0 a 3 cm. As amostras com estrutura preservada foram obtidas a partir de cilindro metálicos com dimensões de 3 cm de altura e 5 cm de diâmetro, com 8 repetições para cada lote, totalizando 32 amostras (2 sistemas de irrigação localizada x 2 posições de amostragem x 8 repetições). As seguintes análises foram realizadas: granulometria, argila dispersa em água (calculado o grau de flocculação), densidade do solo, densidade de partículas, matéria orgânica (a partir da multiplicação do carbono orgânico por 1,724) e estabilidade de agregados (calculado o diâmetro médio ponderado), conforme Donagema et al. (2011). Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, cujo a parcela é representada pelo sistema de irrigação localizada (lote com microaspersão ou lote com gotejamento) e a subparcela é representada pela posição de amostragem (entrelinha ou rua do bananal). Aplicou-se o teste de Kolmogorov – Smirnov, para verificar a normalidade dos dados, o teste F para análise de variância e o teste de Tukey para a comparação de médias, todos a 5 %. Os solos de ambos os lotes, independentemente da posição de amostragem, classificam-se quanto a textura como franco argiloso. Solos que se enquadram nessa classe textural

apresentam limite crítico para densidade do solo de  $1,40 \text{ g cm}^{-3}$  (USDA, 2001). Considerando que os valores para esse atributo compreende o intervalo entre  $1,17 \text{ g cm}^{-3}$  e  $1,30 \text{ g cm}^{-3}$ , os solos, independentemente do sistema de irrigação localizada ou da posição de amostragem, não diferem e denotam valores abaixo do limite crítico. Apesar disso, os maiores valores de densidade do solo encontram-se na entrelinha do bananal ( $1,26 \text{ g cm}^{-3}$  para o lote com microaspersão e  $1,30 \text{ g cm}^{-3}$  para o lote com gotejamento) se comparado a rua ( $1,15 \text{ g cm}^{-3}$  para o lote com microaspersão e  $1,17 \text{ g cm}^{-3}$  para o lote com gotejamento). Isso decorre do manejo empregado, pois os resíduos do bananal são aportados na rua e não na entrelinha – local onde ocorre o maior tráfego de pessoas para realizar os tratamentos fitossanitários requeridos pela cultura. Não há diferença entre o grau de floculação entre os lotes e entre as posições de amostragem para cada, apesar de verificarmos os menores valores na entrelinha (43,2 % para o lote com microaspersão e 41,3 % para o lote com gotejamento) se comparado a rua (54,2 % para o lote com microaspersão e 48,33 % para o lote com gotejamento). Os menores valores na entrelinha contribuem para elevar o valor de densidade do solo, uma vez que partículas de argilas dispersas podem preencher os espaços porosos. Os valores tidos como ótimo são superiores a 50 % (COSTA; GOEDERT; SOUSA, 2006), então constatamos que os valores se encontram em torno desse limite. A análise para densidade de partículas indica que não há diferença entre as posições de amostragem para cada lote, mas há diferença entre os lotes ( $2,55 \text{ g cm}^{-3}$  para o lote com microaspersão e  $2,60 \text{ g cm}^{-3}$  para o lote com gotejamento). Esse atributo é considerado estável, além disso depende apenas da composição das partículas sólidas, assim, considerando que as áreas apresentam o mesmo material de origem e que distam 5 m uma da outra, é razoável afirmar que a diferença encontrada entre os lotes advém da quantidade de material orgânico. Os valores de matéria orgânica indicam diferença entre os lotes ( $34,7 \text{ g kg}^{-1}$  para o lote com microaspersão e  $20,6 \text{ g kg}^{-1}$  para o lote com gotejamento). Isso acontece, pois, o sistema de microaspersão umedece a entrelinha e a rua do bananal – local em que são aportados os restos culturais da bananeira, enquanto o sistema por gotejamento, umedece apenas a entrelinha do bananal. Considerando que alta temperatura associada à umidade propicia maiores taxas de decomposição da biomassa vegetal, há maior decomposição dos resíduos culturais em área que dispõem de água e material vegetal, o que explica a diferença entre as posições de amostragem apenas para a área com microaspersão ( $23,3 \text{ g kg}^{-1}$  para a entrelinha e  $46,1 \text{ g kg}^{-1}$  para a rua). A distribuição das classes de agregados estáveis em água indica a predominância de macroagregados. Não há diferença entre os sistemas de irrigação localizada, mas se considerarmos a posição de amostragem, há diferença apenas para o lote com gotejamento (46 % para a entrelinha e 68 % para a rua), explicado pelo baixo grau de floculação. O mesmo comportamento ocorre para o diâmetro médio ponderado. O valor crítico para esse atributo é 2 mm (BORGES; SOUZA, 2009), como os valores encontrados são superiores e tendo por base os limites dos outros atributos já discutidos, afirmamos que esse solo apresenta boa qualidade física. Com base nos indicadores utilizados não há diferença entre a qualidade física do solo em virtude dos sistemas de irrigação localizada, mas o modo em que a água é aplicada faz com que a posição de amostragem no cultivo de bananeira difira apenas para o sistema de irrigação por gotejamento. Agradecimentos ao DCS-UFC pela infraestrutura, à FUNCAP pela concessão de bolsa e à FRUTACOR por ceder a área experimental.

## Referências

BORGES, A. L.; SOUZA, S. Atributos físicos de solos cultivados com bananeira, sob irrigação, em áreas de produção integrada, no projeto formoso, Bom Jesus da Lapa, Bahia. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento** n. 42, p. 31, 2009.

COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; DE SOUSA, D. M. G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira** v. 41, n. 7, p. 1185–1191, 2006.

DONAGEMMA, G. K.; et al. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

IBGE. **Lavouras permanentes do estado do Ceará 2009**. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2011.

USDA. **Soil Quality Test Kit Guide**. Washington: Natural Resources Conservation Service, 2001.

## AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO DO POTENCIAL MATRICIAL DA ÁGUA DO SOLO SECO

Thaís Tokashiki Tavares Rodrigues, Quirijn de Jong van Lier

Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo, Mestrando, Piracicaba - SP,  
*thais.ttrodrigues@gmail.com*.

**Palavras-chave:** potencial matricial; teor de água do solo; instrumentação.

O movimento da água do solo é regido pela sua condutividade hidráulica em combinação com o gradiente do potencial total da água. Em solos não-saturados, o componente do potencial total que normalmente predomina é o potencial matricial. Assim, para determinar a dinâmica da água em solos não-saturados a medição do potencial matricial ( $h$ ) é uma necessidade. Há diversos instrumentos para medir  $h$ . Para o solo em condições secas, que corresponde a valores de  $h$  muito negativos, uma das metodologias inclui a psicrometria. O instrumento WP4 da Decagon, que utiliza psicrometria, permite medir o potencial matricial da água entre 0 e -30000 m (exatidão de  $\pm 5$  m) pela determinação do ponto de orvalho em amostras deformadas. Em contrapartida, a medição de  $h$  por método não-destrutivo pode ser necessário. Nesses casos, o tensiômetro de polímero (PoT) é uma alternativa para as condições secas do solo, permitindo leituras até  $h = -160$  m com uma precisão de 0,2 m. Ainda, a relação entre o potencial matricial e o teor de água, a curva de retenção, permite determinar o potencial matricial através de medições do teor de água do solo, por gravimetria ou utilizando instrumentos como o reflectômetro no domínio da frequência (FDR, modelo EC-5 da Decagon), que se baseia na capacitância.

Nesse trabalho objetivou-se avaliar, por comparação, os três instrumentos mencionados (WP4, PoT e EC-5). Um experimento foi realizado no laboratório de Física do Solo do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, utilizando material deformado de três solos com texturas diferentes: argilosa, média e arenosa. O material do solo foi coletado no horizonte A dos respectivos solos, seco ao ar, peneirado em malha de 2 mm e caracterizado quanto à sua granulometria. Depois, foi acomodado em cilindros de PVC com altura de 0,08 m, diâmetro de 0,15 m (volume aproximado: 1,5 litros), com seis orifícios laterais distribuídos do seguinte modo: um para a inserção do tensiômetro de polímero, outro para a inserção do EC-5 e mais quatro para a amostragem do material do solo para leituras no WP4, que ficaram vedados com fita adesiva durante todo o período do experimento, exceto quando da amostragem do material. Após a acomodação do solo nos cilindros, saturou-se cada coluna por capilaridade. Passados um ou dois dias, equipou-se cada uma das colunas com um tensiômetro de polímero e um EC-5. Os solos foram postos para secagem por evaporação natural e em momentos específicos foram realizadas medidas simultâneas do PoT, EC-5 e WP4. As amostras de solo analisadas no WP4 foram utilizadas para também determinar o teor de água gravimétrica. O experimento foi realizado com três repetições por solo.

Para a análise dos resultados realizou-se uma comparação dos dados obtidos por cada repetição dentro do mesmo solo e entre os diferentes solos. Para a determinação do teor de água tomou-se como padrão o teor de água gravimétrico, para o potencial o PoT. Uma análise de erro foi conduzida para verificar a precisão dos instrumentos e erros associados com a medida do laboratório, e no caso do EC-5, a determinação do potencial através do ajuste da curva de retenção foi feita. Na comparação



entre os potenciais matriciais medidos pelo WP4 e pelo PoT obteve-se, para o solo arenoso, RMSE igual a 3,61 m e  $r$  igual a 0,41. Para o solo de textura média, o RMSE foi de 4,19 m e o  $r$  de 0,51. Para o solo argiloso o RMSE foi 4,61 com um  $r$  de 0,39. A comparação entre o teor de água obtido pelo método gravimétrico e pelo método de FDR, para o solo arenoso, resultou num RMSE de  $0,06 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  com uma correlação elevada (0,83). Para o solo de textura média o RMSE foi de  $0,09 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  com uma boa correlação (0,90) e para o solo argiloso o RMSE foi  $0,07 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  com um  $r$  de 0,85. Demonstrou-se a sensibilidade maior do EC-5 para teores de água menores em solos arenosos e de textura média do que com o argiloso. O sensor de teor de água do solo EC-5 mediu teores maiores que 0,15 com maior dispersão.

Os resultados obtidos mostram que o tensiômetro de polímero possui uma maior consistência nos dados, porém sua leitura se limita ao valor mínimo de  $-150 \text{ m}$ . Por outro lado, o WP4 consegue fazer medições no solo ainda mais seco. Em relação ao EC-5 os dados mostraram um comportamento semelhante ao obtido pelo método gravimétrico.

## RMP DE UM ARGISSOLO SOB PLANTIO DIRETO E CULTURAS ANTECEDENTES COM MILHO EM SERGIPE

Lorena dos Santos Souza, Alceu Pedrotti, Richard Matos de Souza, Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira, Airon José da Silva

Universidade Federal de Sergipe, Graduanda, Itabaiana - SE, [lorenna.ch39@gmail.com](mailto:lorenna.ch39@gmail.com).

**Palavras-chave:** *Zea mays*; sistemas conservacionistas; compactação do solo.

A degradação dos solos agrícolas é resultado da exploração e do seu manejo inadequado. Frequentemente praticado nas áreas de exploração agrícola, a degradação causa mudanças no potencial produtivo dos solos, devido às alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas. Dentre as principais causas de degradação do solo destaca-se a compactação, que pode ser medida pelos índices de resistência mecânica à penetração (RMP). A estrutura do solo pode ser alterada por práticas de manejo, influenciando na disponibilidade e capacidade de armazenagem de água, na difusão de oxigênio e na resistência do solo à penetração das raízes (TORMENA et al., 1998). Adicionalmente, a a RMP pode limitar o desenvolvimento radicular, resultando na redução da taxa de absorção de água e nutrientes pela planta. As plantas de cobertura mantêm a cobertura no solo durante o período de repouso dos solos, pode servir como adubos verdes ou agentes de reestruturação das qualidades químicas e físicas do solo. No plantio direto, os restos culturais são mantidos na superfície, promovendo o aumento no teor de matéria orgânica, redução de erosão, e melhoria nas propriedades químicas e físicas do solo. (CECCON et al., 2002; TOBAL et al., 2002). O uso de plantas antecedentes, por aumentar o aporte de resíduo orgânico ao solo, protege-o contra os processos erosivos, mantêm a umidade do solo e auxilia na ciclagem de nutrientes e melhora a estrutura do solos. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar a RMP de um Argissolo sob o sistema de plantio direto e culturas antecedentes à cultura milho verde, no seu 15º ano de condução do experimento. Este experimento foi implantado em 2001 na área experimental do Campus Rural, do Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão - SE, (10°19'S e 36°39'O). A região possui clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo As', tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1.200 mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de Abril a Setembro. O solo deste experimento é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, derivado do grupo Barreiras (Embrapa 2006). Usando-se o delineamento inteiramente casualizados, com 3 repetições, quatro plantas de cobertura (PCs) em um sistema de plantio direto foram avaliadas: Girassol (*Helianthus annuus* L.), Milheto (*Pennisetum glaucum* L.), Crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e Feijão guandu (*Cajanus cajan*). As plantas de cobertura foram alocadas em parcelas experimentais com área total de 60 m<sup>2</sup> (6 m x 10 m). A RMP foi avaliada 6 meses após o plantio das plantas de cobertura, logo após à colheita do milho (BM 3061 da Biomatrix). Para a determinação da RMP, foi utilizado um penetrômetro eletrônico, modelo Falker Solo Track PLG 5200. A determinação foi realizada a cada 5 cm até a profundidade de 40 cm, totalizando 8 pontos, e fazendo-se em média 6 repetições por parcela. Os dados submetidos à análise de variância e quando significativos, realizou-se a comparação das médias, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância, realizadas com o auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

Este trabalho notou a influência das PCs sobre a RMP do Argissolo. De maneira geral, o milheto

apresentou a maior RMP (2405 kPa) e o guandu a menor (1649 kPa) ( $p < 0,05$ ); a RMP tendeu a aumentar ao longo do perfil do solo ( $p < 0,05$ ). O incremento da RMP com o aumento da profundidade pode estar relacionada com o gradiente textural desses solos, onde observa-se maiores teores de argila nas camadas mais profundas do que nas camadas superficiais. . Porém, as PCs de cobertura resultaram em distintos padrões de RMP ao longo do perfil do solo. Para os solos com Guandu, a RMP é mais homogênea, não sendo observada diferença significativa na RMP das camadas avaliadas (média = 1648 kPa). Por outro lado, solos com milho apresentaram camada superficial com RMP significativamente menor (1975 kPa) que nas camadas mais profundas (30-40 cm, 3121 kPa). As diferenças observadas entre as espécies podem ser explicadas pelas diferenças na arquitetura radicular dessas espécies. O Guandu por apresentar raiz pivotante, possivelmente atinge camadas mais profundas, formando poros biológicos que minimizam os efeitos da compactação/coesão do Argissolo avaliado. Por outro lado, o milho por possuir raízes axiais, há uma menor atuação dessas raízes nas camadas mais profundas gerando o gradiente de RMP observado.

As culturas antecedentes podem reduzir as limitações físicas dos Argissolos por reduzir a RMP. Entre as PCs o guandu proporciona os menores valores de RMP nos primeiros 40 cm do solo. Por outro lado, solos com milho apresentam RMP mais elevada nas camadas mais profundas (30-40 cm) do que nas camadas mais superficiais.

## Referências

- CECCON, G. MORAES, M. H.; COSTA, A.; ARBEX, P. Propriedades físicas e químicas de um nitossolo vermelho sob diferentes manejos em botucatu-sp 2001. IN: **REUNIÃO BRASILEIRA DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DE ÁGUA**. Cuiabá 2002. 1 CD-ROM, Cuiabá-UFMT, 2002.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística**. RS, v.6, p.36-41, 2008.
- TOBAL, F.M. Da SILVA, M. G.; SANTOS, F. V.; ALVES, M. C. Efeitos de preparo do solo e plantas de cobertura na cultura da soja. IN: **REUNIÃO BRASILEIRA DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DE ÁGUA**, 14, Cuiabá, 2002, Anais... Cuiabá Universidade Federal do Mato Grosso, 2002, CD-ROM.
- TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. da; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.573-581, 1998

## EFEITO DE CULTURAS ANTECEDENTES E PLANTIO DIRETO NA DENSIDADE DE UM ARGISSOLO COM MILHO EM SERGIPE

Ana Paula Silva de Santana, Alceu Pedrotti, Sara Julliane Ribeiro Assunção, Joao Lucas Santos Souza, Ana Gabriela Soares Felix

Universidade Federal de Sergipe, Douroranda, São Cristóvão, SE, [ana\\_paularcc@hotmail.com](mailto:ana_paularcc@hotmail.com).

**Palavras-chave:** conservação do solo; parâmetros físicos; plantas de cobertura.

A produção de milho tem crescido significativamente atingindo várias regiões brasileiras. Na região Nordeste, o cultivo do milho expandiu-se de forma expressiva nos últimos anos tanto em produção e área plantada, quanto em produtividade, representando na safra 2010/2011, 10,8 % do total colhido em todo território nacional, número equivalente a 6,1857 mil toneladas (ALVES; AMARAL, 2011). Diante das condições edafoclimáticas locais o preparo do solo para a recepção da cultura constitui-se uma etapa fundamental na obtenção da produtividade.

A adoção de práticas conservacionistas de manejo do solo, como o não revolvimento do mesmo, a manutenção de resíduos culturais em campo associado ao uso de plantas de cobertura são técnicas que podem favorecer a capacidade produtiva dos solos. Nesse sentido a cobertura do solo é uma prática recomendada para as regiões tropicais, por contribuir com o desenvolvimento das culturas, reduzir a perda de água e incrementar a umidade do solo, diminuir a erosão superficial e minimizar as variações de temperatura (BORGES et al., 2013). Adicionalmente, a inclusão da rotação de culturas de interesse econômico com leguminosas permite a fixação de nitrogênio (N) no solo, reduzindo o uso de fertilizantes para a cultura subsequente. Conforme encontrado em estudo realizado em ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abrupto na Bacia hidrográfica do Alto Ipanema - PE cuja manutenção da cobertura morta sob o solo favoreceu a infiltração e o armazenamento de água no solo, observando expressiva diferença nos resultados em razão da presença ou ausência de práticas conservacionista (BORGES et al., 2013).

No sistema de Plantio Direto (PD) o não revolvimento do solo tende a acarretar menores riscos de erosão e perda de solo, reduzir a taxa de mineralização da matéria orgânica e aportar mais carbono ao solo, além de favorecer a melhoria da estrutura do solo em relação a solos sob frequente aração. Assim, a análise de parâmetros físicos pode ser uma ferramenta útil para verificar as variações decorrentes do manejo adotado ao longo do tempo de cultivo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de culturas antecedentes ao milho para a produção de milho verde (*Zea mays* L.), na densidade de um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO sob sistema de plantio direto nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe.

O estudo foi realizado em um experimento de longa duração, instalado em 2001, sendo que este trabalho apresenta o resultado do 15º ano de condução do experimento, implantado na Estação Experimental do Campus Rural do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE (10°19'S e 36°39'O). A área experimental pertence a porção do Litoral de Sergipe, e apresenta clima tropical chuvoso com verão seco, temperatura média anual de 26 °C, precipitação anual média de 1.200 mm e período chuvoso ocorre entre os meses de Abril a Agosto. O solo em estudo é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico Tb A moderado franco arenoso (EMBRAPA, 2006).

O estudo foi conduzido em experimento inteiramente casualizado, tendo a parcela experimental área total de 60 m<sup>2</sup> (6 m X 10 m) com três repetições, em área sob sistema de PD. Os tratamentos consistiram de quatro espécies antecedentes ao cultivo do milho (BM 3061 da Biomatrix): crotalária (*Crotalaria spectabilis*), guandu (*Cajanus cajan*), caupi (*Vigna unguiculata*) e milheto (*Pennisetum glaucum*). Foram coletadas amostras de solo indeformadas, na área útil de cada parcela cultivada com milho, logo após a colheita das espigas de milho verde em duas profundidades (0-10 e 10-20 cm). A densidade do solo foi determinada pelo método do Anel Volumétrico. Os dados foram submetidos à análise de variância e, em seguida, as médias comparadas pelo teste de médias Tukey a 5 % de probabilidade, através do programa estatístico SISVAR.

Os resultados mostraram que não houve diferenças estatísticas entre a densidade dos solos cultivados com as diferentes plantas de cobertura. Tormena et al. (1998), avaliando o efeito do PD nas propriedades físicas do solo observaram aumentos na densidade, porosidade e aeração com o decorrer do tempo. Para os autores, o aumento da densidade estava relacionado com o sistema radicular das culturas antecedentes, plantada na área com a finalidade de adubação verde.

Já o estudo realizado por Chieza et al. (2013) em Argissolo no município de Santa Maria - RS, no tocante a avaliação da densidade do solo sob cultivo do milho, em monocultura e consorciado com leguminosas de verão, observou que houve significativa redução da densidade do solo (Ds) ( $p < 0,05$ ) destas quando comparado ao tratamento em sistema de pousio.

Observou-se ainda que nas duas profundidades avaliadas, 0-10 e 10-20 cm, os valores de densidade também não apresentaram diferenças estatísticas significativas para o 15<sup>o</sup> ano de cultivo. Entretanto, o resultado evidencia que há uma tendência numérica da camada 10-20 cm apresentar maior densidade que a camada 0-10 cm. A menor densidade na camada superficial sob PD pode vir a diminuir com o tempo, devido, em parte, ao aumento do teor de matéria orgânica, uma vez que favorece uma maior agregação do solo, melhorando a qualidade da estrutura e assim aumenta o valor da porosidade, o que diminui o valor da densidade do solo (SILVEIRA et al., 2008).

Embora, este trabalho não tenha encontrado diferença na densidade do solo, destaca-se que um dos desafios em relação a adoção do sistema de PD é a manutenção ou aumento da matéria orgânica no solo advinda das culturas antecedentes e da cultura de interesse agrônomo após o seu cultivo. Podendo assim contribuir para a redução de valores de densidade dos solo, principalmente na camada de horizonte B textural do Argissolo, classe essa predominante nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe.

## Referências

- ALVES, H.C.R.; AMARAL, R.F. **Produção, área colhida e produtividade do milho no nordeste**. Informe rural etene. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE; Ambiente de Estudos, Pesquisas e Avaliação - AEPA. Ano V, Setembro de 2011, nº 16 Banco do Nordeste do Brasil.
- BORGES, T. K.S. MONTENEGRO, A.A.A.; SANTOS, T.E.M.; SILVA, D.D.; SILVA JR, V.P. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays*) em semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. , p.1862-1873, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa, Brasil, noviembr-diciembre, 2014. Disponível em: [www.redalyc.org/articulo.oa?id=180232852021](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180232852021) Acesso em: 15 de Agosto de 2016.
- CHIEZA, E.D.; LOVATO, T.; ARAÚJO, E.d S.; TONIN, J. Propriedades físicas do solo em área sob milho em monocultivo ou consorciado com leguminosas de verão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n, 37, p. 1393-1401, Outubro, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/262743079> Acesso em: 15 de Agosto de 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F.; ALVES JR, J.; SILVA, J. G.; Efeitos do manejo do solo sob plantio direto e de culturas na densidade e porosidade de um Latossolo. **Uberlândia**, v. 24, n. 3, p. 53-59, July/Sept.2008.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 301-309, 1998.

## PERDA DE SOLO E ÁGUA EM DIFERENTES MANEJOS DO SOLO SOB CHUVA NATURAL

Manuela Cristine Binsfeld, Cláudia Alessandra Peixoto de Barros, Jean Paolo Gomes Minella, Paulo César Ramon, Eduardo Friedrich

Universidade Federal de Santa Maria, Graduando, Santo Cristo - RS, *manubinsfeld17@gmail.com*.

**Palavras-chave:** erosão hídrica; conservação do solo e água.

O solo é fundamental para a manutenção da vida, sendo de difícil renovação. Porém, não recebe o cuidado necessário, desta forma ocorre grande degradação nos solos, devido ao manejo inadequado do mesmo.

A erosão hídrica do solo resulta da ação de precipitações pluviais e do escoamento superficial, e consiste do destacamento, transporte e deposição de partículas do solo. Este processo de perda de terra produtiva, nutrientes e matéria orgânica, assim como a degradação ambiental do meio hídrico representa um alto custo para a agricultura, sendo agravado ano a ano. Por conseguinte, há grande necessidade de se medir e quantificar essas perdas, de modo a encontrar formas para a redução das mesmas. Para este fim, elaborou-se o presente trabalho.

Realizou-se o experimento em 17 parcelas com manejos diferentes durante três anos consecutivos, 2013, 2014 e 2015, em um ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico localizado na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Tendo-se coletas a cada evento de chuva, com o intuito de medir e comparar os valores das perdas de solo e água nos diferentes tratamentos utilizados. O clima é subtropical úmido classificado segundo Köppen como Cfga. A precipitação média anual é em torno de 1617 mm. O total anual de precipitação registrado no decorrer dos anos em estudo foi de 1574,7 mm em 2013, em 2014 de 2249,2 mm, e em 2015 de 2183,4 mm, de tal forma, vê-se que 2014 e 2015 foram anos atípicos, com precipitação acima da média pluviométrica estimada para a região, resultado do forte efeito do El Niño. Em relação as coletas das amostras, foram possíveis amostrar 39 eventos de chuva em 2013, dos quais totalizou 1091,8 mm, em 2014 houve amostragem de 63 eventos totalizando 1717,6 mm e em 2015 47 eventos tendo-se no total 1316,6 mm.

Cada parcela experimental possui área de 66 m<sup>2</sup>, tendo-se 22 m de comprimento e 3 m de largura, delimitadas por placas metálicas cravadas no solo, que continham na parte inferior, uma calha coletora para a amostragem do escoamento, as mesmas seguem o padrão descrito pelo método de Wischmeier e Smith (WISCHMEIER; SMITH, 1978). Foram utilizados cinco tratamentos, distribuídos nas 17 parcelas, com o intuito de medir a quantidade da perda de água e da perda de solo, tendo-se uma comparação entre os mesmos.

Os tratamentos implementados foram a simulação de um campo nativo (CN), com corte da grama a 8 cm e retirada do excesso de massa verde da parcela simulando um pastejo de gado. O sistema descoberto (SD), com gradagem no mês de setembro de cada ano simulando o sistema convencional de preparo de solo, também sem conter massa verde durante o ano. O sistema sem pastejo (SP) constitui-se de semeadura de aveia para cobertura verde sem nenhum manejo de corte da mesma. Integração lavoura pecuária ruim (ILPR), tendo-se corte da cultura plantada a 10 cm quando a mesma atinge 40 cm de altura e o excedente da massa verde é retirado da parcela simulando um pastejo por gado e integração lavoura pecuária boa (ILPB), semelhante ao anterior, porém tendo-se corte da aveia



a 20 cm quando a mesma atingiu 40 cm. As culturas incrementadas no ano de 2013 foram a *Glycine max* (soja) no verão e a *Avena sativa* (aveia) no inverno. Para o ano 2014 soja no verão e *Lolium* (azevém) no inverno. Para a safra 2015 foram empregadas as culturas *Zea mays* (milho) no verão e aveia no inverno.

As coletas deram-se após os eventos de chuva, sendo o solo e a água perdidos canalizados para caixas de contenção, de onde lê-se a cota da altura da água contida nas caixas, para coletar as amostras, e então encaminha-las ao laboratório para a realização da medida da concentração de sedimentos em suspensão pelo método de evaporação. Realizou-se posteriormente a análise e interpretação dos dados, tendo em vista a comparação e investigação do melhor manejo a ser utilizado, ou seja, aquele que apresentar menores perdas.

A magnitude das médias de perdas de água dadas em coeficiente de escoamento, ou seja, a porcentagem de água (%) que escoou da parcela, para cada tratamento, no ano de 2015 ocorreu na seguinte sequência SD (20,62), CN (7,90), ILPB (5,53), ILPR (5,15) e SP (3,63). Em 2014 os coeficientes de escoamento apresentaram os seguintes valores: SD (82,87), CN (20,46), ILPB (2,83), ILPR (2,61) e SP (2,42). E em 2013: SD (20,62), CN (7,90), ILPB (5,53), ILPR (5,15) e SP (3,63).

Vê-se que o solo descoberto possui perdas muito grandes, o que se deve à maior desagregação e ao consequente selamento superficial pelo impacto direto das gotas da chuva sobre o solo desnudo (SCHAFFER et al., 2001). O CN não permitiu maiores taxas de infiltração, assim como a quantidade de palha presente na ILPB, não foi o suficiente para apresentar diferença significativa em sendo comparado com a ILPR, então, pode-se inferir que o corte da palha nas diferentes alturas acima citadas, não teve êxito, pois não houve resistência suficiente ao impacto dos eventos pluviais sobre o solo. Além de que no caso da ILPB e da ILPR, ocorreu a implantação das culturas, as quais obtiveram melhores resultados em 2014, em que ocorreu a implantação de soja e azevém. O sistema SP apresenta as menores perdas, devido à grande quantidade de cobertura presente, e ao não revolvimento e manejo do solo. Tendo-se em vista que as operações mecânicas também diminuem a cobertura do solo, devido à realocação ou incorporações de resíduos no solo.

A magnitude das médias de perdas de solo por tratamento medidas em  $\text{kg ha}^{-1}$  para o ano de 2013 ocorreu na seguinte sequência: SD (374,17), CN (4,01), ILPR (2,93), ILPB (2,34), SP (1,43). Desta forma, percebe-se a redução de perdas a partir do aumento de palhada sobre o solo. Os resíduos na superfície do solo reduzem a tensão cisalhante do escoamento que atua sobre o solo, pois essa tensão passa a ser dividida entre os resíduos presentes e o próprio solo.

A magnitude das perdas de solo medidas em  $\text{kg ha}^{-1}$  para o ano de 2014 ocorreu na seguinte sequência: SD (61,91), SP (2,95), CN (0,57), ILPR (0,47) e ILPB (0,53). Já para o ano de 2015 ocorreu na seguinte sequência: SD (163,52), ILPR (1,34), ILPB (1,29) CN (1,04) e SP (0,95), desta forma confirma-se que as perdas foram fortemente influenciadas pela quantidade de cobertura disponível nas parcelas. A manutenção dos resíduos culturais no solo reduziu as perdas, em relação à sua remoção manual quase completa ou sua inexistência. A partir dos dados obtidos podemos observar que a integração lavoura-pecuária demonstrou bons resultados, principalmente no ano de 2015 em que foram empregadas as culturas milho no verão e aveia no inverno. A cultura da aveia fornece excelente cobertura para o solo por produzir alta quantidade de palha.

Para elucidar os problemas acima citados há grande necessidade de um estudo aprofundado das características responsáveis pelas perdas de solo e água. Para então utilizarem-se técnicas adequadas

de conservação do solo e dos recursos hídricos. Dessa forma, por meio de estudos como este nas mais diversas regiões do país, haverá o conhecimento das informações necessárias para a preservação do solo e dos recursos hídricos atualmente disponíveis. Por consequência haverá um aumento de consciência e responsabilidade para a manutenção e preservação do solo e seu entorno, levando-se em conta que a pressão sobre o mesmo vem aumentando.

Assim, percebe-se a grande importância da cobertura vegetal e do não revolvimento do solo, para a conservação do solo e da água, pois o tratamento em estudo com melhores resultados, ou seja, menores perdas, foi o sistema SP, que possui boa cobertura e ausência de revolvimento.

## Referências

SCHAFER, M. J. et al. Erosão em entressulcos em diferentes preparos e estados de consolidação do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.25, p.431-441, 2001.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses-A guide to conservation planning**. Predicting rainfall erosion losses-A guide to conservation planning, p. 537-539, 1978.

## TAXA DE INFILTRAÇÃO EM DIFERENTES POSIÇÕES TOPOGRÁFICAS E USOS DO SOLO NO MÉDIO PARAÍBA DO SUL

André Geraldo de Lima Moreas<sup>1</sup>, Wilk Sampaio de Almeida<sup>2</sup>, Thiago Andrade Bernini<sup>3</sup>,  
Marcos Bacis Ceddia<sup>1</sup>, Daniel Fonseca de Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Doutorado, Seropédica - RJ, *andrehmuz@hotmail.com*;

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Colorado do Oeste; <sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - Campus Nilo Peçanha.

**Palavras-chave:** chuva simulada; escoamento superficial; pastagens degradadas.

A taxa de infiltração da água no solo (TI) influencia o escoamento superficial, responsável pelo fenômeno da erosão durante precipitações pluviais, além da fauna e flora do solo, lixiviação de elementos químicos, poluição do solo e da água, entre outros aspectos. O conhecimento da TI auxilia na definição de políticas de proteção e de conservação do solo e da água, planejamento de sistemas de irrigação e drenagem, bem como na composição de uma imagem mais real do movimento, redistribuição e conservação da água no solo (CARVALHO et al., 2002). O processo de infiltração de água no solo é influenciado pela porosidade, densidade do solo, textura, grau de agregação do solo, selamento superficial, teor de matéria orgânica, estrutura, relevo e uso/cobertura do solo. Estudos sobre este tema são de grande importância para o Médio Paraíba do Sul, pois o seu histórico de uso e ocupação do solo, iniciada com o ciclo do café (sec. XIX), seguido de pastagem para pecuária extensiva, sem o manejo correto e com uso do fogo, associado ao relevo da região provocou elevada degradação, influenciando diretamente a dinâmica da água nestes solos.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a taxa de infiltração estável (TIE) em diferentes posições topográficas e usos do solo na região do Médio Paraíba do Sul.

O estudo foi realizado em uma sub-bacia do Rio Paraíba do Sul (bacia do rio Cachimbal), localizada no município de Pinheiral-RJ, na área do IFRJ-campus Pinheiral, entre os meses de julho a setembro de 2015. A TIE foi medida com um simulador de chuvas, modelo InfiAsper/UFMS, em 71 pontos, caracterizando a variabilidade de uso, relevo e classes de solo da região. Os tipos de uso do solo mais expressivos encontrados foram pastagens degradadas, pastagens, pastagens sujas, áreas abandonadas e mata. A topografia foi dividida em calha (áreas próximas à calha do rio), inferior de encosta, terço inferior, médio e superior, e topo. A chuva simulada aplicada foi de 60 mm h<sup>-1</sup>, aplicada em uma parcela experimental de 0,7 m<sup>2</sup>, durante uma hora a partir do início do escoamento. A TIE foi determinada pela diferença entre a precipitação e volume escoado (medido a cada minuto) dos últimos 3 minutos de teste (o volume escoado se estabilizou em todos os testes). As TIE médias encontradas em cada posição topográfica foram: calha (46,2 mm h<sup>-1</sup>), topo (42 mm h<sup>-1</sup>), terço inferior (36,6 mm h<sup>-1</sup>), terço superior (30,9 mm h<sup>-1</sup>), terço médio (27,4 mm h<sup>-1</sup>) e inferior de encosta (10,7 mm h<sup>-1</sup>). As áreas mais próximas às calhas dos rios apresentam os maiores valores médios de TIE, associados à presença de solos arenosos de grande capacidade de infiltração de água, como os NEOSSOLOS FLÚVICOS e os CAMBISSOLOS FLÚVICOS. As áreas localizadas na parte inferior das encostas apresentam as menores médias de TIE, em função da presença de Gleissolos, caracterizados pela má drenagem e, conseqüentemente, baixa capacidade de infiltração de água. As TIE médias encontradas nos terços inferior, médio e superior das encostas variaram entre 27,4

e  $33,6 \text{ mm h}^{-1}$ , demonstrando certa similaridade entre suas posições topográficas, diferenciando-as do topo, que apresentou  $42,0 \text{ mm h}^{-1}$ . As menores TIE médias encontradas nos terços quando comparada aos topos pode ser devida aos tipos de solos e às declividades associadas a cada uma destas posições. As classes de solo mais encontradas nos terços inferior, médio e superior foram Cambissolos e Argissolos, que apresentam naturalmente maior propensão à erosão, agravada pela declividade fortemente ondulada, geralmente encontrada nessas posições topográficas. Os topos dos morros apresentam Argissolos e algumas vezes Latossolos, e estão associados a declividades de plano a suave ondulado. Há expressiva variação da TIE dentro de cada posição topográfica, sendo esta devida principalmente ao tipo de cobertura do solo. Este efeito pode ser percebido ao observar TIE referentes apenas aos terços médios em função da cobertura do solo onde as maiores TIE médias encontradas nos terços médios, estão associadas às áreas abandonadas ( $46,2 \text{ mm h}^{-1}$ ) seguidas pelas matas ( $38,2 \text{ mm h}^{-1}$ ), pastagens sujas ( $22,3 \text{ mm h}^{-1}$ ), pastagens ( $21,0 \text{ mm h}^{-1}$ ) e pastagens degradadas ( $14,6 \text{ mm h}^{-1}$ ). A influência da cobertura do solo sobre a TIE também pode ser observada quando se analisa os valores médios de TIE referente a todos os pontos amostrados em relação à cobertura do solo: Mata ( $53 \text{ mm h}^{-1}$ ), Área abandonada ( $36,5 \text{ mm h}^{-1}$ ), Pastagem suja ( $32,9 \text{ mm h}^{-1}$ ), Pastagem ( $32,9 \text{ mm h}^{-1}$ ) e pastagens degradadas ( $21,3 \text{ mm h}^{-1}$ ). A sequência de menor TIE média continua similar à observada anteriormente para os terços médios, porém com acentuada diferença entre as pastagens e pastagens sujas e com as posições da área abandonada e mata invertidas. A mata apresenta a maior TIE média seguida pela área abandonada, resultados semelhantes foram encontrados por Pinheiro (2009). As pastagens degradadas apresentaram os menores valores médios de TIE, e se encontram em estágio avançado de degradação, apresentando, pelo menos, indícios de erosão em sulcos e/ou áreas queimadas (sem cobertura vegetal). Estes solos, desprovidos de proteção vegetal e compactados pelo pisoteio do gado, são facilmente impactados pelas gotas da chuva, aumentando o desprendimento de partículas e o selamento da superfície, diminuindo suas capacidades de infiltração de água. As áreas de pastagem apresentam a segunda menor TIE média ( $21,3 \text{ mm h}^{-1}$ ), consequência do pisoteio pelo gado que promovem alteração de atributos físicos do solo como a densidade, que influencia na infiltração de água no solo. As áreas de pastagem sujas, com menor pisoteio em função da presença de espécies vegetais de baixo interesse para o gado, apresentaram valores médios de TIE entre as pastagens e as áreas abandonadas. As áreas abandonadas são áreas isoladas com o intuito de serem reflorestadas, porém sem a implantação de espécies florestais. Estas se apresentam tipicamente cobertas por capim colônio. A falta de uso agropecuário parece proporcionar maior cobertura do solo e recuperação dos atributos físicos do solo, fazendo com que apresentasse altas TIE. Em função da maior proteção do solo pela vegetação e serrapilheira, que influenciam no aporte de matéria orgânica e na atividade da biota do solo, as áreas de mata apresentaram a maior TIE média.

Conclui-se com este estudo, no tocante as posições topográficas, que as áreas de calha e as de Inferior de encosta apresentam, respectivamente, as maiores e menores TIE média. Quanto ao uso do solo, as áreas de mata e as de pastagens apresentam, respectivamente, as maiores e menores TIE médias.

Agradecimentos: CPGA-CS, CAPES, GPASSA, IFRJ- Campus Nilo Peçanha e AGEVAP.

## Referências

PINHEIRO, A.; POETA, L. T.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola Ambiente e Água - **An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.4, n.2 p.188-199. 2009.

CARVALHO, L. A. **Condutividade hidráulica do solo no campo: as simplificações do método do perfil instantâneo**. 2002. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

## MAPEAMENTO DA CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL PARA OS SOLOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Everton Blainski<sup>1</sup>, Cristina Pandolfo<sup>1</sup>, Wilian da Silva Ricce<sup>1</sup>, Milton da Veiga<sup>2</sup>,  
Carlos Eduardo Salles de Araujo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Pesquisador, Florianópolis - SC, [evertonblainski@epagri.sc.gov.br](mailto:evertonblainski@epagri.sc.gov.br); <sup>2</sup>Universidade do Oeste de Santa Catarina.

**Palavras-chave:** capacidade de campo; ponto de murcha permanente; balanço hídrico.

Em estudos de armazenamento de água no solo o conceito de capacidade de água disponível (CAD) tem sido largamente empregado. Em sua definição, a CAD representa o volume potencial de água armazenada entre a capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) dentro de uma camada de solo aceita como explorável pelo sistema radicular das culturas, todavia, a complexidade do sistema solo-água-planta-atmosfera tem gerado divergências acerca desse conceito (REICHARDT; TIMM, 2004).

Apesar dos questionamentos relacionados a CAD, esse parâmetro é bastante utilizado em estudos de disponibilidade e balanço hídrico, principalmente, pela facilidade de determinação das características físicas do solo relacionadas ao movimento e retenção de água. Assim, o conhecimento da CAD é estratégico para o gerenciamento de áreas irrigadas e para a definição de práticas de manejo visando a menor vulnerabilidade dos cultivos aos déficits hídricos.

A determinação da CAD de solos agrícolas é fundamental para o manejo de cultivos de espécies irrigadas e de sequeiro. Nos sistemas irrigados constitui uma informação básica para cálculos de balanço hídrico e para a definição de lâminas de irrigação e turnos de rega. Já na agricultura de sequeiro é estratégica para a definição do zoneamento agrícola e das melhores épocas de plantio. Porém, apesar da importância da CAD para a gestão de água na agricultura visando a mitigação dos prejuízos relacionados à déficits hídricos, ainda são escassos trabalhos de mapeamento dessa variável baseada na variabilidade das características edáficas dos solos agrícolas.

Com o intuito de simplificar o método de determinação da CAD, Doorenbos e Kassam (1994) propuseram a utilização de valores médios de referência para as classes texturais de solo. Nessa metodologia, para solos argilosos os autores propuseram um valor de CAD equivalente a  $2,0 \text{ mm cm}^{-1}$ , enquanto que para solos de textura média e arenosa as CAD's propostas foram de  $1,4$  e  $0,6 \text{ mm cm}^{-1}$ , respectivamente. Todavia, apesar de simples, esse método pode ocasionar severas distorções nos cálculos de balanço hídrico por desconsiderar a variabilidade de outros parâmetros físicos dos solos diretamente relacionados à CAD e que podem variar significativamente entre solos de uma mesma classe textural.

Assim, diante da problemática apresentada, o objetivo deste trabalho foi delimitar áreas homogêneas de CAD para Santa Catarina, definidas para os diferentes grupos de culturas e para as distintas classes de solo mapeadas no Estado.

O trabalho foi realizado em toda a extensão do estado de Santa Catarina. Inicialmente, foram definidos 51 locais para amostragem. Os pontos de coleta foram selecionados com base no mapeamento de solos realizado pela Embrapa (2004) e pelo levantamento de uso e ocupação das terras agrícolas.

Em cada local de amostragem foram coletadas amostras de solo indeformadas nos horizontes superficiais e sub-superficiais. As amostras coletadas foram devidamente acondicionadas e encaminhadas para o laboratório para preparação e determinação das frações de argila, silte e areia; densidade; umidade na CC (-60 hPa), no potencial de -6.000 hPa e no PMP (-15.000 hPa); além disso, determinou a água disponível (CC - PMP); água prontamente disponível (CC - Conteúdo de água retido no potencial de -6.000 hPa); porosidade total; macro, micro e mesoporosidade.

Para a quantificação da CAD foram definidos cinco grupos de culturas baseados na profundidade efetiva dos sistemas radiculares: Hortaliças (0,2 m), Arroz/Batata (0,3 m), Trigo (0,4 m), Milho/Soja (0,5 m) e Perenes (1 m). As CAD's foram quantificadas a partir do produto entre o armazenamento de água no solo e profundidade efetiva, conforme equação 1.

$$CAD = (\theta_{CC} - \theta_{PMP}) \times Z \quad (1)$$

Em que:  $\theta_{CC}$  - umidade na capacidade de campo ( $m^3 m^{-3}$ );  $\theta_{PMP}$  - umidade no ponto de murcha permanente ( $m^3 m^{-3}$ ); Z - profundidade efetiva do sistema radicular (m).

Posteriormente, os valores de CAD foram especializados com base na localização dos pontos de coleta de solos e extrapolados a partir dos polígonos referentes as classes de solo mapeadas.

A partir do cruzamento das informações cartográficas de uso e ocupação, solos e relevo foram delimitadas 40 associações nomeadas a partir da classe de solo predominante. Para essas associações quantificou-se as CAD's referentes aos cinco grupos de culturas identificadas no Estado. Os resultados foram comparados entre si a fim de identificar a variabilidade espacial dessa variável nas diferentes regiões de Santa Catarina.

Entre os grupos de culturas, a variabilidade de CAD se deu em função das diferentes profundidades efetivas dos sistemas radiculares. A maior variação registrada foi na classe de solo NEOSSOLO QUARTZARÊNICO entre os grupos de hortaliças (18 mm) e perenes (96 mm). Já entre as classes de solo a variação de CAD foi mais pronunciada entre o NITOSSOLO VERMELHO Alumínico húmico coletado no município de Bom Retiro (Planalto Sul) e o NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico de Imbituba (litoral Sul). Neste caso, a CAD do NITOSSOLO VERMELHO foi cerca de 78 % maior em comparação com o NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. Essa variação pode ser atribuída as diferenças do material de origem, textura, estrutura, matéria orgânica registrada entre essas duas classes de solo. Segundo Albuquerque (2010) a CAD é fortemente influenciada pela textura e estrutura do solo, portanto, pode ser variável entre as classes de solo diferentes.

Em termos de localização, os maiores valores de CAD foram registrados nas regiões oeste e meio oeste de Santa Catarina, seguindo pelas regiões do Alto Vale do Itajaí até o extremo Sul do Planalto Sul. Nessas regiões se concentram solos com maior teor de argila e estrutura mais desenvolvida. Além disso, essas são as regiões mais frias do Estado e com as maiores altitudes, fatores que contribuem para a menor taxa de decomposição da palhada e, conseqüentemente, aumento nos teores de matéria orgânica que, segundo Figueiredo et al. (2008), contribui para o aumento da CAD desses solos.

No outro extremo, as menores CAD's foram registradas no litoral norte, baixo vale do Itajaí e litoral Sul. Nessas regiões concentram-se solos de textura arenosa, estruturas pouco desenvolvidas e baixos teores de matéria orgânica, ou seja, fatores que contribuem para a redução da capacidade de armazenamento de água desses solos.

Por fim, com este trabalho foi possível identificar regiões homogêneas de CAD dentro do Estado de Santa Catarina, com isso, foram gerados mapas que possibilitam o cálculo do balanço hídrico de



maneira mais realista em comparação aos métodos tradicionais que não preveem essa variabilidade dentro das rotinas de cálculos.

## Referências

ALBUQUERQUE, P.E.P. **Estratégias de manejo de irrigação: Exemplos de cálculo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2010. 24p (Circular Técnica 136).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina** (Boletim de desenvolvimento e pesquisa). Rio de Janeiro: Embrapa Solos – CNPS. 2004. 745p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, Planta e Atmosfera: Conceitos Processos e Aplicações**. São Paulo: MANOLE, 478p, 2004.

## MONITORAMENTO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM LATOSSOLO VERMELHO DO RS SOB SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Madalena Boeni<sup>1</sup>, Carla Machado da Rosa<sup>1</sup>, Tiago Baratto<sup>2</sup>, Lucimara Rodrigues Padilha<sup>2</sup>, Dinis Deuschle<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Pesquisadora, Júlio de Castilhos - RS, [madaboeni@hotmail.com](mailto:madaboeni@hotmail.com); <sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha;

<sup>3</sup>Universidade Federal de Santa Maria.

**Palavras-chave:** fitomassa; conservação; erosão hídrica.

Atualmente, as práticas que caracterizam a agricultura conservacionista têm sido negligenciadas. Em grande parte das áreas agrícolas do Rio Grande do Sul, tem-se constatado a degradação física relacionada principalmente com a redução nos teores de matéria orgânica pela ausência da rotação de culturas, resultando em solo compactado, desestruturado e com menor capacidade de retenção e manutenção de água no sistema.

O plantio direto baseado apenas no não revolvimento do solo não é capaz de trazer os benefícios da agricultura conservacionista, que preconiza além disso, a rotação com diversificação de culturas e a cobertura permanente do solo (KASSAM et al., 2009). Um dos principais problemas resultantes das atividades agrícolas atualmente praticadas é a compactação do solo e as consequências hidrológicas disso.

Assim, o desafio atual, para maximizar o potencial do solo em cumprir suas funções, é o desenvolvimento de sistemas que proporcionem elevada produção vegetal, mantendo o solo coberto na maior parte do tempo e servindo como matéria prima para o incremento da matéria orgânica do solo, favorecendo os processos de estruturação do solo e, conseqüentemente, reduzindo os problemas hidrológicos e erosivos.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de sistemas de manejo do solo sobre as perdas de solo e água por escoamento superficial, na escala de parcelas padrões sob condição de chuva natural.

O experimento foi instalado a campo, no ano agrícola 2013/14, num LATOSSOLO VERMELHO, na área experimental da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) - Centro de Pesquisa de Sementes, no município de Júlio de Castilhos, região central do Estado do Rio Grande do Sul. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos consistiram de seis sistemas de manejo do solo, de forma a proporcionar situações com níveis crescentes de diversidade de espécies e de intensidade de uso do solo: 1) sucessão soja-trigo; 2) sucessão soja-trigo com escarificação; 3) rotação soja-nabo-trigo/soja-aveia preta + ervilhaca; 4) rotação soja-nabo-trigo/soja-aveia preta + ervilhaca com escarificação; 5) rotação soja-aveia preta + ervilhaca + nabo/milho-crotalária júncea-trigo e 6) rotação soja-aveia preta + ervilhaca + nabo/milho-crotalária júncea-trigo com escarificação. O experimento constitui-se por parcelas de 3,5 x 22 m, dotadas de sistemas coletores de enxurrada, sendo as determinações realizadas após cada evento erosivo, de acordo com o modelo para avaliar a erosão hídrica USLE (*Universal Soil Loss Equation*), Wischmeier e Smith (1965 e 1978). Cada parcela foi delimitada por chapas de metal com 10 cm de altura e enterradas a 5 cm de profundidade, sendo que na parte inferior, foi colocada uma chapa em "V" (forma de funil), de modo a concentrar o escoamento superficial e conduzi-lo por um cano de

PVC até um tanque de sedimentação com capacidade de 1000 L (situado 6 m abaixo da parcela), para posterior coleta e determinações.

A escarificação foi realizada em outubro de 2013, anteriormente à instalação do experimento, utilizando-se subsolador de sete hastes (08 x 41 cm), distanciadas a 30 cm e atuando até 30 cm de profundidade. O cultivo das culturas comerciais e de cobertura de solo que compõem os sistemas de rotação, foi conduzido de forma mecanizada, sob semeadura direta, de acordo com as recomendações técnicas para cada cultura e encontram-se no terceiro ano agrícola.

Após a ocorrência de cada evento de chuva erosiva, foram registradas as alturas de enxurrada dentro dos tanques e, em seguida, a enxurrada foi homogeneizada e, dela, coletada uma amostra por tanque. O produto da altura de enxurrada dentro dos tanques pela área dos tanques forneceu o volume de enxurrada. As amostras de enxurrada foram coletadas utilizando-se frascos de vidro numerados, com capacidade de 300 mL. O procedimento para a coleta e processamento das amostras de suspensão para os cálculos das perdas de solo e água seguiu a metodologia sugerida por Cogo (1978).

As perdas de solo e água por erosão hídrica foram coletadas continuamente, a cada evento de chuva erosiva, durante o período de julho de 2015 a abril de 2016 e foram calculadas para a área da parcela (77 m<sup>2</sup>), devido ao fato de que resultados obtidos em parcelas padrões não podem ser diretamente extrapoláveis.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, aplicou-se o teste Tukey ( $p < 0,05$ ), para comparação entre as médias.

As perdas de água e solo foram fortemente influenciadas pelo sistema de manejo do solo.

As maiores perdas de solo ocorreram em eventos de média intensidade (20/07/15 e 29/12/15). No entanto, o solo encontrava-se com elevada umidade antecedente no dia 20 e totalmente saturado no dia 29, além de coincidir com o início do desenvolvimento das culturas de inverno e de verão, respectivamente. As perdas médias de solo para os tratamentos 1 e 2; 3 e 4; 5 e 6 foram 137,39; 36,69 e 33,12 g 77 m<sup>-2</sup> para o evento do dia 20/07/15 e de 255,59; 102,01 e 123,39 g 77 m<sup>-2</sup>, para o evento do dia 29/12/15. Nesses eventos também ocorreram as maiores perdas de água durante o período monitorado.

De forma geral, os tratamentos escarificados mostraram redução nas perdas de água em relação aos não escarificados, principalmente naqueles com rotação de culturas, o que indica que o efeito da escarificação em mitigar a compactação é potencializado quando utilizados sistemas que contemplem a agricultura conservacionista.

As perdas, tanto de água quanto de solo, foram mais acentuadas nos tratamentos com sucessão soja/trigo em relação aos tratamentos com rotação, mostrando que o sistema de culturas utilizado em plantio direto pode ser determinante para a produção de fitomassa, cobertura do solo e sua proteção e que a simplificação das práticas de manejo, resumida ao plantio direto, não é suficiente para controlar o escoamento superficial.

Agradecimentos à Finep/CNPq pelo apoio financeiro.

## Referências

COGO, N.P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas de erosão em condições de chuva natural. I. Sugestões gerais, medição dos volumes, amostragem e quantificação de solo e água da enxurrada (1ª aproximação). In: **Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo**, 2, Passo Fundo, 1978. Anais. Passo Fundo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1978. p.75-98.

KASSAM, A.H.; FRIEDRICH, T.; SHAXSON, T.F.; PRETTY, J.N. 2009. The spread of Conservation Agriculture: Justification, sustainability and uptake. **International Journal of Agriculture Sustainability** n. 7, p.292-320, 2009.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting Rainfall - Erosion losses from cropland east of the rocky mountains**: Guide for selection of practices for soil and water conservation. USDA, Agricultural Handbook 282, Washington, DC: 1965, 47p.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses**: A guide to conservation planning. USDA, Agricultural Handbook 537, Washington, DC: 1978, 58p.

## AVALIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO INTERNA E INCREMENTO DE ÁGUA NO SISTEMA SOLO/PLANTA EM PLANTIO DE PINUS

Catharina Markevich, Marília Hellmeister, Valdemir Antonio Rodrigues

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho",  
Estudante, Botucatu - SP, [mcatharinam@gmail.com](mailto:mcatharinam@gmail.com).

**Palavras-chave:** interceptação; precipitação; pinus.

Estudos em microbacias hidrográficas experimentais são importantes para entender o funcionamento dos processos hidrológicos, visando o monitoramento da quantidade e da qualidade da água e os usos dos recursos naturais (WHITEHEAD; ROBINSON, 1993).

A cobertura florestal possui uma estreita relação com o ciclo hidrológico de uma microbacia hidrográfica, interferindo no movimento da água em vários compartimentos do sistema, inclusive nas saídas para a atmosfera e rios. Uma das principais influências da floresta ocorre no recebimento das chuvas pelas copas das árvores, quando se dá o primeiro fracionamento da água, onde uma parte é temporariamente retida pela massa vegetal, processo denominado de interceptação, e é em seguida evaporada para a atmosfera (ARCOVA et al., 2003).

A interceptação da chuva pelas copas é obtida pela diferença entre as precipitações total a céu aberto e efetiva que atinge o piso florestal (HERWITZ; SLYE, 1995), sendo caracterizada pela dimensão da chuva, em termos de intensidade e tipo, e pela arquitetura da copa, importante na proteção dos solos contra o impacto direto das gotas (XIAO et al., 2000).

Em estudos com *Pinus pinea halepensis* realizado por Rodrigues (2016) foi concluído que com uma redução de 25 % da copa das árvores, a interceptação e a evapotranspiração diminuíram, desta forma, houve um incremento de 15,3 % e 30 % em água de precipitação interna respectivamente, quando ocorreram precipitações de 5,1 e 3,0 mm, o que pode contribuir para aumentar a capacidade de retenção de água no perfil do solo, contribuindo de forma significativa para as reservas de águas subterrâneas e a disponibilidade de água nas nascentes.

O objetivo principal do trabalho foi aumentar a quantidade de água no sistema solo/planta através do manejo do bosque de Pinus e aumentar a quantidade de água subterrânea através da avaliação dos processos hidrológicos em 5 diferentes tratamentos. O experimento está instalado na fazenda experimental no município de São Manuel em um reflorestamento de Pinus de 32 anos de idade com Diâmetro à altura do peito (DAP) médio de 24,35 cm. Foram instaladas cinco parcelas de 200 m<sup>2</sup> (10 x 20 m), e em seguida foram realizadas as medições da circunferência a altura do peito (CAP) com uma fita métrica diretamente no tronco para o cálculo do DAP, da área basal da parcela (AB/P) e área basal por hectare (AB/ha). Através da avaliação da área basal por hectare (AB/ha) foi definido 5 tratamentos: (T1 – T2 – T3 – T4 – T5). Os T1, T2, T4 foram considerados os desbastes naturais (respectivamente 50, 10 e 30 %), o T3 serviu como testemunha para as comparações necessárias e no T5 foi feito um desbaste de 50 % em filas alternadas.

Nas parcelas foram instalados uma rede de 30 pluviômetros, sendo 5 por parcela para as medições da precipitação interna de cada tratamento, totalizando 25, e 5 pluviômetros instalados à céu aberto para as medições da precipitação externa. Foi avaliada a área basal das áreas, precipitação interna, escoamento do tronco, precipitação efetiva e interceptação pela copa através dos 25 pluviômetros

sob dossel no bosque de *Pinus pinea* sp., com e sem desbaste, após 6 eventos chuvosos nos meses de junho e julho de 2016.

Observou-se ao longo das medições uma ausência de padrão quanto à precipitação interna, ocorrida nas parcelas embaixo de dossel, em relação à precipitação à céu aberto. Esperava-se que a parcela cinco (T5), pela sua maior taxa de desbaste, apresentasse média de precipitação superior às demais parcelas, ficando mais próxima das condições a céu aberto. Isso, entretanto, foi confirmado em apenas metade das chuvas, sendo que em uma delas a diferença apresentada em relação às demais parcelas não foi significativamente superior.

Considera-se que o dossel serve como um filtro ecológico, interceptando as gotas de chuva e reduzindo o impacto no solo. Nos dados da chuva 5, entretanto, a parcela de número um (T1) apresentou precipitação interna média superior à precipitação em céu aberto. Uma explicação plausível para esse fenômeno está na interferência das copas ao redor através do vento, que, ao balançar as copas, faz com que as gotas de chuva retidas pelo dossel tenham caído nos pluviômetros.

Os dados médios coletados da precipitação interna foram de 42,95 mm em área interna com desbaste natural, de 42,93 mm em área interna com desbaste e de 39,23 mm em área sem desbaste, essa diferença de 3,7 mm é resultante do aumento de incremento de água que proporciona alterações positivas em todos os processos hidrológicos.

Com base nos dados, conclui-se que há uma grande correlação entre a precipitação total, variável independente, e a precipitação interna, escoamento do tronco, precipitação efetiva e interceptação das copas, que são variáveis dependentes.

Em altas intensidades de precipitação, a taxa de interceptação das chuvas é relativamente pequena, assim como acontece em menores áreas basais. Conforme a intensidade da chuva diminui, há um aumento significativo na interceptação das chuvas, assim como ocorre com o aumento da área basal. Onde ocorreu desbaste, tanto natural quanto artificial, a interceptação diminui. Houve um aumento do incremento de até 9,95 % de precipitação interna, o que contribui para o aumento de água no perfil do solo, aumento das reservas de águas subterrâneas e disponibilidade de águas em nascentes.

## Referências

- ARCOVA, F. C. S. et al. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha, São Paulo. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.257-262, 2003.
- HERWITZ, S. R.; SLYE, R. E. Three-dimensional modeling of canopy tree interception of wind-driven rainfall. **J. Hydrol.**, v.168, p.205-226. 1995.
- RODRIGUES, V. A. **Avaliação dos processos hidrológicos em microbacias hidrográficas**. 2014. 125 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.
- RODRIGUES, V.A. **Processos hidrológicos e sustentabilidade da água em microbacias com *Pinus halepensis* Mill.** Pos-Doutorado: Centro Regional de Estudos de Água. Universidad de Castilla-La Mancha. Albacete – Espanha. 2016. 112p.
- WHITEHEAD, P.G. & ROBINSON, M. Experimental basin studies: an international and historic perspective of forest impacts. **Journal of Hydrology**, v.145, p.217-230, 1993.

## TEORES DE ÁGUA E NÍVEIS DE COMPACTAÇÃO SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM NITOSSOLO VERMELHO

Marcos Longaretti, David Peres da Rosa, César Augusto Cansian, Nicael Tedesco dos Santos, Artur Zancan

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão, Bolsista, Sertão - RS, [marcos.longaretti@hotmail.com](mailto:marcos.longaretti@hotmail.com).

**Palavras-chave:** porosidade total; densidade do solo; estrutura do solo.

A degradação da estrutura física do solo decorrente da compactação tem provocado efeitos negativos em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, com prejuízos ao desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, à produção de alimentos.

O processo de compactação resulta no aumento da densidade do solo, diminuições da porosidade total, do tamanho e da continuidade dos poros, sendo que em excesso pode limitar a adsorção e/ou absorção de nutrientes, reduzir drasticamente a infiltração e redistribuição de água (SMUCKER; ERICKSON, 1989) resultando em decréscimo da produção, bem como, no aumento da erosão e da potência mecânica necessária para o manejar o solo.

O tráfego de máquinas e implementos agrícolas nas atividades de cultivo tem sido enfatizada como a principal fonte da compactação, nesse contexto, fatores relacionados com pneus estreitos ou uso de elevada pressão de inflação e, alta carga por eixo, potencializam a compactação no solo (HAKANSSON, 1990). Esse fenômeno é agravado quando as operações são efetuadas com um conteúdo de água elevado, inadequado para as atividades agrícolas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes teores de água e diferentes níveis de compactação e seus efeitos sob os parâmetros físicos do solo.

O experimento foi implantado em novembro de 2015, na área experimental do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão, sobre um solo classificado como NITOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2006). O solo passou por gradagem e subsolagem no primeiro semestre de 2015, para homogenizar as camadas quanto a estrutura física e química, bem como, para ser feito um acompanhamento da evolução do sistema de manejo do plantio direto (SPD).

Os tratamentos no campo estão distribuídos em blocos ao acaso em esquema tri-fatorial (4 blocos), sendo que o fator 1 teor de água no momento da compactação e fator 2 nível de tráfego e fator 3 será posição de coleta das informações. As condições de água foram muito úmido (MU) e capacidade de campo (CC), os nível de tráfego foram 2 (NT2), 4 (NT4) e 8 (NT8) passadas de um trator mais pulverizador (5,6 Mg) e as posições são linha (L) e entre linha (EL), para verificar ação dos mecanismos sulcadores na semeadura. A campo, o experimento possui parcelas de 8,0 x 21,0 m, sendo que entre as parcelas e entre blocos 1,0 m. A cultura implantada foi a soja (*Glycine max* L.).

As propriedades físicas para qualificar os níveis de tráfego e os efeitos da água no momento do tráfego foram à porosidade total e a densidade do solo. A porosidade e a densidade do solo foram avaliadas para verificar há presença de camadas compactadas. Amostras foram coletadas em cilindros de aço inoxidável (5,0 x 5,0 cm) e processadas em mesa de tensão a base de areia, que está no Núcleo de Estudos de Solos e Máquinas Agrícola do IFRS campus Sertão, seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (1997). As amostras foram extraídas na floração da cultura, sendo realizado coletas em três camadas: 0,02-0,07 m, 0,07-0,12 m, 0,12-0,17 m, tais camadas foram escolhida após uma



avaliação de resistência mecânica do solo à penetração em todas as parcelas, buscando analisar as variações ao longo de todo o perfil. Foram realizados um ponto de coleta por parcela, sendo coletada duas amostras por camada.

Para avaliação dos dados foi realizado a análise estatística, que constou de análise da variância pelo teste F e teste de comparação de medias através do teste de Tukey ao nível de significância de 5 %, através do *software* estatístico Assistat 7.7 Beta.

Os dados de densidade de solo apresentaram diferença apenas na camada de 0,02-0,07 m, em que a condição de tráfego em elevado teor de água (MU) apresentou menor valor comparado com a condição de capacidade de campo (CC) no nível de tráfego NT8 na posição entre linha (EL). Na condição CC nota-se um aumento gradativo dos valores de densidade do solo conforme aumenta-se o nível do tráfego, isso explica-se devido a pressão exercida pela máquina utilizada na compactação, o que vai de acordo com o trabalho de Reinert et al. (2004) em ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO. Na condição de água MU no nível de tráfego NT4 a densidade do solo diferiu entre os demais tanto na EL como na linha (L). Nesta camada nenhum valor demonstrou-se restritivo para o desenvolvimento das plantas, todos dados ficaram abaixo de 1,49 a 1,53 Mg m<sup>-3</sup> (REICHERT et al., 2008).

A densidade do solo nas camadas de 0,07-0,12 m e 0,12-0,17 m não tiveram interação entre os fatores tráfego, teor de água no momento de tráfego e posição de coleta, bem como, não foi encontrado valores restritivos para o desenvolvimento das plantas segundo Reichert et al. (2008).

Na porosidade total do solo, houve interação na camada de 0,02-0,07 m entre os níveis de tráfego e a posição de coleta, apontando para menor porosidade na entrelinha no NT2, contudo esta não difere da linha. Comparando as posições, observa-se que na L no NT4 e NT8 os valores de porosidade do solo foram maiores e diferem da EL.

Na camada de 0,07-0,12 m não ocorreu efeito e nem interação dos fatores, fato que muda na camada de 0,12-0,17 m, em que há interação entre todos os fatores, sendo que na condição de CC no nível de tráfego NT4 na posição L diferiu dos demais. Entre os teores de água, a porosidade diferiu no nível de tráfego NT2 posição EL, e no NT4 posição L, sendo que os valores para MU foram menores que CC, demonstrando ação da compactação na troca de espaços porosos por sólidos tais resultados coincidem com trabalhos de Pinto Filho et al. (2009).

O nível de tráfego interfere no aumento do processo de compactação, sendo que quanto maior a intensidade de tráfego do trator, maior a densidade do solo. Na condição de tráfego com 4 passadas e com elevado teor de água do solo a porosidade total tende a diminuir. A posição não interferiu no teor de compactação.

## Referências

- DE OLIVEIRA PINTO FILHO, J. L.; DANTAS, V. B.; PEREIRA, J. O. Suscetibilidade de compactação do solo em diferentes teores de umidade e matéria orgânica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 2, p. 76-84, 2009.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 412 p, 2006.
- HAKANSSON, I. Soil compaction control: objectives, possibilities and prospects. **Soil Technol.**, 3:231-239, 1990.
- REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 5: 49-134, 2008.

REINERT D. J., STRECK C. A.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 34, n. 3, 2004.

SMUCKER, A.J.M.; ERICKSON, A.E. Tillage and compactive modifications of gaseous flow and soil aeration. In: Larson, W.E.; Blake, G.R.; Allmaras, R.R.; Voorhees, W.B.; Gupta, S.C. (eds.). **Mechanics related process in structured agricultural soils**. NATO applied sciences. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, v.172, p.205-221, 1989.

## RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM ÁREAS COM APLICAÇÕES DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO

José Francirlei de Oliveira<sup>1</sup>, Jean Carlo Santos de Oliveira<sup>2</sup>, João Tavares Filho<sup>2</sup>,  
Graziela Moraes de Cezare Barbosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Agrônomo, Londrina - PR, [jfoliveira79@iapar.br](mailto:jfoliveira79@iapar.br);

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina.

**Palavras-chave:** adubação orgânica; compactação do solo; densidade do solo.

A utilização do lixiviado de aterro sanitário (LAS) em áreas agrícolas pode ser uma alternativa para minimizar o problema do acúmulo desse resíduo nas lagoas de armazenamento. Nesse sentido, os nutrientes e a matéria orgânica contida no LAS e a sua aplicação em áreas agrícolas podem melhorar a qualidade física do solo por meio da redução da densidade e da resistência do solo à penetração. Contudo, os efeitos das aplicações do LAS sobre esses atributos são pouco estudados. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de LAS na densidade e na resistência do solo à penetração de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico.

O estudo foi realizado em um experimento implantado em 2008, no Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Londrina - PR. O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados com quatro repetições, em parcelas de 48 m<sup>2</sup> (6 x 8 m). Foram instalados 6 tratamentos, sendo: T = Testemunha, sem adubação mineral ou orgânica, TA = Testemunha com adubo nitrogenado (N) na forma de ureia (90 kg ha<sup>-1</sup>) e D1, D2, D3 e D4 correspondentes a 32, 65, 98 e 130 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de LAS (30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N), respectivamente. Esse resíduo foi aplicado em superfície, com auxílio de regadores, sem incorporação, duas vezes ao ano (safras de inverno e verão). Após cinco anos de aplicações, a determinação da resistência do solo à penetração foi realizada por meio de Penetrômetro eletrônico Falker PLG 1020 com três amostragens por parcela até 40 cm de profundidade e, paralelamente, foram coletadas amostras de solo para obtenção de umidade, no momento da determinação da RP a umidade gravimétrica do solo era de 0,33 g g<sup>-1</sup>. As amostras de solo indeformadas foram coletadas por meio de anéis volumétricos para determinação da densidade do solo das camadas 0-10; 10-20; 20-30 e 30-40 cm. Para avaliação estatística dos resultados obtidos, usou-se análise de variância e quando constatadas diferenças foi realizado teste de Tukey 5 % de probabilidade.

De forma geral, as maiores resistências do solo à penetração foram observadas na profundidade de 7,5 a 15 cm, cujos valores variaram de 2,4 a 5,2 MPa. Após os 30 cm de profundidade houve uma redução significativa da RP em todos os tratamentos para valores abaixo de 2,5 MPa. Os resultados da camada de 7,5 a 15 cm podem ser explicados pela formação de compactação sub-superficial remanescente de manejo convencional dessa área e ausência de diversificação de culturas. Após constatação, a recuperação da estrutura de um solo argiloso com impedimento devido à compactação pode levar um tempo maior do que cinco anos (período desse experimento) para se reconstituir e ainda para que essa recuperação seja eficiente, são necessárias práticas de manejo adequadas (BAVOSO et al.2012).

Quanto a ausência de diversificação de culturas, durante os cinco anos de experimento (2008/2013), o solo foi manejado com sucessão de gramíneas, ou seja, trigo (3,5 t MS ha<sup>-1</sup>) ou aveia (4 t de MS ha<sup>-1</sup>) no inverno e milho (6 t MS ha<sup>-1</sup>) no verão, cuja produção de matéria seca é inferior

ao recomendado para a execução do plantio direto com qualidade (6 a 12 t MS ha<sup>-1</sup>). Dessa forma, o histórico de manejo convencional e o manejo de plantio direto associado a pouca cobertura do solo promoveram o aumento da RP na camada 7,5 a 15 cm, independente dos tratamentos. Denardim et al. (2011) cita que a baixa diversificação de culturas aliada a baixa cobertura do solo e o aumento de tráfego de máquinas agrícolas favorece a compactação do solo.

Dentre as diferentes doses de LAS e a testemunha, a menor RP foi encontrada com a aplicação de D3 (98 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e a maior no tratamento T, as demais doses apresentaram RP intermediárias a testemunha e a D3. A redução da RP em D3, após cinco anos de aplicação, pode ter ocorrido devido ao benefício do aporte da matéria orgânica contida no LAS ao solo, melhorando sua estrutura e reduzindo a RP da camada 7,5 a 15 cm, em relação aos outros tratamentos. Segundo Andrade et al. (2008) o conteúdo de matéria orgânica alterou os atributos físico relacionados a compactação reduzindo a densidade do solo e aumentando a porosidade total e a macroporosidade, favorecendo assim a descompactação do solo.

A maior RP com aplicação de D4 (120 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) pode ter ocorrido devido a dispersão de argila promovida pelo grande volume de LAS aplicado no solo, em contrapartida, a RP das menores doses indica que o aporte de nutrientes (sobretudo o cálcio) e matéria orgânica contida no LAS não foi suficiente para influenciar a RP do solo. Não houve diferença de densidade do solo entre as diferentes doses de LAS e a testemunha. Esse resultado sugere que o D3 (98 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de LAS) influenciou a qualidade da estrutura, reduzindo a RP do solo, sem alteração direta do arranjo dos agregados. Em áreas agrícolas, as aplicações de 98 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de LAS reduziram a resistência do solo a penetração de raízes, podendo ser uma alternativa para minimizar o problema do acúmulo desse resíduo nas lagoas de armazenamento e melhorar a qualidade física do solo.

## Referências

- ANDRADE, R.S.; STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.13, n.4, p.411–418, 2009.
- BAVOSO, M.A., DA SILVA, A.P., FIGUEIREDO, G.C., TORMENA, C.A., GIAROLA, N.F.B., Resiliência física de dois Latossolos vermelhos sob plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo** v.36, p. 1892–1904, 2012.
- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; FAGANELLO, A. 15 de abril dia nacional da conservação do solo: a agricultura desenvolvida no Brasil é conservacionista ou não? **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1015, 2011.

## TEORES DE Ca, Mg E K EM UM ARGISSOLO COM CULTURAS ANTECEDENTES AO MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

Ana Gabriela Soares Felix, João Lucas Santos Souza, Lorena dos Santos Souza, Alceu Pedrotti, Elton Joneis Souza de Matos

Universidade Federal de Sergipe, Graduanda em Engenharia Agrônômica, São Cristóvão - SE, [gabrielasfelix@hotmail.com](mailto:gabrielasfelix@hotmail.com).

**Palavras-chave:** tabuleiros costeiros; macronutrientes; fertilidade do solo.

O milho está entre as culturas anuais economicamente mais importantes cultivadas nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil, gerando renda e emprego. Entretanto, apesar de serem amplamente cultivados os solos dos Tabuleiros Costeiros apresentam limitações naturais nos aspectos químicos associado à predominância da caulinita na fração argila, com consequente baixa fertilidade natural (CINTRA et al., 2001). Neste contexto, aumentar a fertilidade natural desses solos, pode levar ao incremento da produção agrícola e torna-se um desafio preconizado para o desenvolvimento sustentável dos agroecossistemas.

Uma tecnologia eficiente nas principais regiões do país, para aumentar a capacidade produtiva dos solos é a adoção de sistemas conservacionistas associados ao uso da sucessão de culturas de espécies vegetais. Nesse tipo de sistema, incrementa-se o aporte de resíduos ao solo, potencialmente prevenindo-os contra processos erosivos e melhorando a ciclagem de nutrientes. O plantio direto constitui um sistema eficiente no controle de erosão e tem sido utilizado cada vez em maior escala, principalmente em áreas com culturas anuais e sujeitas à ação dos processos erosivos.

Adicionalmente ao sistema de manejo empregado, a adubação verde vem sendo uma das práticas viáveis para contribuição no restabelecimento do equilíbrio do sistema e para o aumento da produtividade. As plantas antecedentes podem aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo, através de decomposição da palhada, reduzindo a taxa de imobilização de nitrogênio pela comunidade microbiana do solo, além de inibirem a nitrificação (MORO et al., 2013)

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de macronutrientes [cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e Potássio ( $\text{K}^+$ )] de um Argissolo, pertencente ao domínio dos Tabuleiros Costeiros, submetido há 15 anos ao sistema de plantio direto (PD) associado à plantas antecedentes ao cultivo do milho verde (*Zea mays* L.)

O experimento está instalado no “Campus Rural” – Fazenda Experimental dos Cursos de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Sergipe (10°19’S e 36°39’O). O solo do local é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO derivado do grupo Barreiras (EMBRAPA, 2006). O clima da região é classificado de acordo com Köppen como As’, tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de Abril a Setembro.

Adotou-se o delineamento experimental em faixas (sistema de preparo) com parcelas subdivididas (culturas antecedentes) com três repetições distribuídas ao acaso. Os tratamentos consistiram de quatro culturas antecedentes ao cultivo do milho (BM 3061 da Biomatrix): crotalaria (*Crotalaria juncea*), guandu (*Cajanus cajan*), girassol (*Helianthus annuus*) e milheto (*Pennisetum americanum*). Os tratamentos foram arrançados nas subparcelas com área total de 60 m<sup>2</sup>, espaçadas com faixas de 1 m, permitindo a manobra de máquinas e implementos sem prejuízo da faixa vizinha e

segundo o sistema de irrigação fixo por aspersão implantada no local. A adubação e a calagem foram realizadas a partir da análise química do solo, segundo recomendações para cada cultura constantes na 1ª edição do Boletim Técnico no100 do IAC.

Após a colheita do milho, foram coletadas seis amostras simples de solo (0-10 e 10-20 cm) na linha do plantio de cada parcela para compor 1 amostra composta. Em seguida, as amostras compostas foram secas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm (TFSA), seguindo para a caracterização química. Os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  foram determinados segundo as metodologias usuais adotadas em Laboratórios de Rotina em análise de solo. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em seguida, as médias comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. Foram consideradas tendências a probabilidade entre 5 e 10 %. As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

Observou-se que não houve diferença significativa nos teores de K e Ca, nas camadas 0-10 cm e 10-20 cm no sistema. Porém os maiores teores de K ( $48,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ), foram encontrados quando se utilizou o milho (p < 0,05). Esse valor foi 35 % maior que o encontrado nos solos com girassol ( $35,6 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Por outro lado, o maior teor de Ca ( $0,72 \text{ cmol.dm}^{-3}$ ) foi encontrado na parcela do girassol, e significativamente maior do que o encontrado nos solos com crotalaria. Similarmente, Almeida et al. (2005) aponta um efeito positivo da rotação de culturas na semeadura direta em aumentar os teores de Ca no PD.

Em relação ao Mg, os maiores teores foram encontrados na camada superficial (0-10 cm). Quando utilizou-se o girassol no PD, obteve-se teor mais alto ( $0,27 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) de Mg, enquanto no guandu obteve-se valor mais baixo ( $0,1 \text{ cmol.dm}^{-3}$ ). Almeida et al. (2005) observaram um comportamento semelhante embora não significativo, do acréscimo dos teores de Mg em profundidade em um sistema de semeadura direta. Os autores justificaram esse comportamento associando a maior mobilidade desse cátion em relação ao  $\text{Ca}^{2+}$ . No nosso experimento, o gradiente textural pode também favorecer a lixiviação de  $\text{Mg}^{2+}$  entretanto a manutenção da cobertura morta bem como o não revolvimento durante 15 anos podem ter favorecido teores mais altos de Mg na camada mais superficial. Em relação ao K, solos com milho apresentam maiores teores de K.

Os resultados deste trabalho, permitem inferir que sob plantio, as culturas antecedentes podem ser uma alternativa viável no aumento da fertilidade do Argissolos nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. Não houve um padrão, entre a espécie, quanto ao incremento nos teores de K, Ca e Mg. Assim, o milho pode ser uma alternativa viável diminuindo a adubação potássica necessária para o cultivo do milho. Por outro lado, solos com girassol mostra-se mais eficientes na ciclagem do Ca e Mg da camada superficial (0-10 cm).

## Referências

- ALMEIDA, J.A.; BERTOL, I.; LEITE, D.; AMARAL, A.J.; ZOLDAN, W.A.J. Propriedades químicas de um Cambissolo Húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v.29, n.3, jun. 2005.
- CINTRA, L. F. D; ANJOS, J. L.; MELLO, W. M. P. I. **Anais do Workshop coesão em solos dos Tabuleiros Costeiros**. Embrapa Tabuleiros Costeiros: Aracaju. 2001. 339p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

MORO, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; CANTARELLA, H. e NASCENTE, A. S. Upland rice under no-tillage preceded by crops for soil cover and nitrogen fertilization. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online] v.37, n.6, p.1669-1677, 2013.

SORATTO, R.P.; ROSOLEM, C.A.; CRUSCIOL C.A.C. **Integração lavoura-pecuária-floresta: alguns exemplos no Brasil Central**. Botucatu: FEPAP, 2011. 110p



## ESPÉCIES DE COBERTURA DO SOLO E SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO NOS ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DA SOJA

Witer Moreira Guimarães, Adelar José Fabian, Gabriel Alberto Ceballos, Jeferson Carlos de Oliveira Silva, Luis Fernando de Mendonça Siqueira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba,  
Estudante de Engenharia Agrônômica, Bolsista, Uberaba - MG, [witermoreira@gmail.com](mailto:witermoreira@gmail.com).

**Palavras-chave:** conservação do solo; *Glycine max*; plantas de cobertura.

A semeadura direta ou sistema plantio direto (SPD) constitui-se em um sistema em que se busca o menor revolvimento do solo com preparo localizado, protegido por resíduos vegetais, proveniente de restos de culturas, coberturas vegetais semeadas para esse fim e de plantas daninhas controladas por métodos químicos além da adoção da rotação de culturas.

Constitui-se em um dos mais eficientes sistemas de prevenção e controle de erosão, além de possibilitar a semeadura em época adequada, e ampliar o espaçamento entre terraços. Reduz o trânsito de máquinas, aumenta a umidade e a água disponível no solo, melhora a porosidade, entre tantos outros benefícios. O preparo do solo com uso de equipamentos que revolvem o solo rompe os agregados na camada preparada e acelera a decomposição da matéria orgânica, refletindo-se negativamente na resistência dos agregados do solo.

Este sistema de preparo aumenta o volume de poros dentro da camada preparada, a permeabilidade e o armazenamento de ar e facilita o crescimento das raízes das plantas nessa camada, em relação à semeadura direta e ao campo nativo.

Os resíduos vegetais deixados pelas espécies de cobertura do solo sobre a superfície, somados aos resíduos das culturas comerciais, cria um ambiente extremamente favorável ao crescimento vegetal, contribuindo para a estabilização da produção e para a recuperação ou manutenção das características e propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, de tal modo que a sua qualidade seja melhorada. Essas plantas devem possibilitar um fácil manejo na camada de palha formada, oferecendo pequena resistência aos componentes de corte das semeadoras, de tal modo que o plantio subsequente possa ser realizado sem dificuldades operacionais.

Nosso objetivo foi avaliar os efeitos do uso de plantas de cobertura do solo e dos sistemas de preparo do solo nos atributos morfológicos da cultura da soja.

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Triângulo Mineiro IFTM – campus Uberaba, localizado na latitude 19° 39'19" S e longitude 47° 57'27" W, a 800 m de altitude. O clima do local, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical quente e úmido, com inverno frio e seco (Aw), com precipitação e temperatura média anual de 1500 mm e de 21 °C, respectivamente. O solo da área é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições num total de 28 parcelas as quais possuem 15 m<sup>2</sup> cada (2,5 x 6,0 m).

Durante o outono foram semeadas as seguintes coberturas do solo: milheto - cultivar ADR 300 (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), feijão guandu (*Cajanus cajan*), feijão-de-porco (*Cannavalia brasiliensis*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) e sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*).

A semeadura da soja VTop1059 foi realizada em 4 linhas espaçadas a 0,50 m e 6,0 m de comprimento. Considerou-se como área útil para as avaliações os 4 m<sup>2</sup> centrais. A semeadura foi realizada no dia 09 de novembro de 2014 e a colheita no dia 13 de março de 2015.

Foram adotados tratos culturais típicos da cultura como a aplicação de defensivos para controle de pragas e plantas daninhas na época adequada, sendo que a colheita foi feita manualmente. As variáveis analisadas foram: altura de planta, inserção da primeira vagem, número de vagens com 1, 2 e 3 grãos e total de grãos por planta. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, a 5 % de probabilidade, e quando verificado efeito significativo, procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. Os atributos avaliados não apresentaram diferenças entre as plantas de cobertura utilizadas e nem com os diferentes sistemas de preparo.

Isso pode ser devido à área em SPD já estar consolidada (SPD há 15 anos) e a escarificação do solo ter sido realizada há três anos agrícolas, não permanecendo os efeitos da possível contribuição da escarificação. Segundo Torino (2014) a escarificação não alterou significativamente os atributos físicos do solo oito meses após a escarificação, mostrando que essa operação é desnecessária e custosa.

Também Bernardes (2014) na mesma área experimental observou que a produtividade da cultura do milho não foi influenciada pela escarificação ou pelos diferentes plantas de cobertura. Ao passo que para a soja a produtividade foi maior na área escarificada independente das PCS. A massa de 100 grãos de soja foi menor na área sob escarificação.

Como o SPD contínuo é economicamente mais barato que a utilização da escarificação, mesmo que ocasional, devido à menor utilização de máquinas no campo, isso gera uma economia considerável. Por ser também mais sustentável devido aos inúmeros benefícios proporcionados ao solo deve ser sistema preferencial a ser adotado.

As plantas de cobertura do solo não provocam diferença nos atributos morfológicos da soja.

O sistema de semeadura direta contínua é mais vantajoso do que o sistema de SPD com escarificação.

Apoio: IFTM campus Uberaba. EPAMIG.

Agradecimento: À FAPEMIG, pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

BERNARDES, G. F. **Produtividade de milho e soja em área de plantio direto contínuo escarificado sob plantas de coberturas do solo**. 2014, 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônoma) - IFTM, Uberaba, MG, 2014.

FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos físicos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. 2009. 83f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

FIDELIS, R. R.; ROCHA, R. N. C.; LEITE, U. T.; TANCREDI, F. D. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.19, n.1, p.23-31, 2003.

TORINO, G. F. **Efeito da escarificação nos atributos físicos do solo em área de plantio direto**. 2014, 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônoma) - IFTM, Uberaba, MG, 2014.

## IMPACTOS DA REMOÇÃO DE PALHA NO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO E NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

João Luís Nunes Carvalho<sup>1</sup>, Lauren Maine Santos Menandro<sup>1</sup>, Leandro Carneiro Barbosa<sup>2</sup>,  
Ricardo de Oliveira Bordonal<sup>2</sup>, Henrique Coutinho Junqueira Franco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol, Pesquisador, Campinas - SP, [joao.carvalho@bioetanol.org.br](mailto:joao.carvalho@bioetanol.org.br); <sup>2</sup>Faculdade de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual de Campinas.

**Palavras-chave:** produção de biomassa; cobertura de solo; água do solo.

O setor sucroenergético tradicionalmente se caracterizou pela queima e colheita manual da cana-de-açúcar e atualmente vem passando por profundas modificações, sobretudo na região Centro-Sul do país. Dentre as principais mudanças destaca-se a rápida redução da queima do canavial e, como consequência um aumento correspondente da colheita mecanizada e manutenção da palha na superfície do solo. A presença da palha resultou em diversos benefícios para o agrossistema cana-de-açúcar. Dentre estes benefícios, destaque tem sido dado ao aumento dos estoques de carbono no solo (GALDOS et al., 2009), à redução dos processos erosivos (MARTINS FILHO et al., 2009), aumento da retenção de água (PERES et al., 2010) e o aumento da produtividade de biomassa (AQUINO et al., 2015). A palha atua como um protetor do solo, evitando a incidência direta da radiação solar, reduzindo as oscilações da temperatura do solo e as perdas de água por evaporação. Por outro lado, a palha apresenta 1/3 da energia contida na cana-de-açúcar e tem sido demandada para uso industrial, seja para produção de etanol 2G e ou eletricidade (LEAL et al., 2013). Neste sentido, é de suma importância obter indicadores que demonstrem os impactos da remoção de palha para fins energéticos, na qualidade do solo e produção de biomassa. O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos da remoção de palha na temperatura do solo, no armazenamento de água e na produtividade de cana-de-açúcar no estado de Goiás.

Dois experimentos de campo foram instalados em junho de 2014 em Quirinópolis e Chapadão do Céu, ambos no estado de Goiás. As áreas experimentais de Quirinópolis e Chapadão do Céu apresentam precipitação anual de 1470 e 1810 mm, respectivamente. Os experimentos estão instalados em Latossolos argilosos (~60 % de argila) com características similares e estão cultivados com a mesma variedade de cana-de-açúcar (RB96-6928). Em ambas as áreas de estudo foram estabelecidos os tratamentos de remoção de 0, 50 e 100 % da palha deixada no campo após a colheita da cana planta. As doses de palha mantidas no campo visando representar as taxas de remoção de 0, 50 e 100 % foram: 0, 8,2 e 16,4 Mg ha<sup>-1</sup> e 0, 7,8 e 15,6 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente em Quirinópolis e Chapadão do Céu. O experimento está delineado em blocos ao acaso com quatro repetições.

O monitoramento da umidade e temperatura do solo foi realizado ao longo do ano com auxílio de sensores Decagon® Em50. Estes sensores foram instalados à 15 cm de profundidade no solo visando representar a camada de 0-30 cm de solo. Os sensores foram acoplados em Data Loggers para obtenção de leituras do potencial matricial do solo (em Kpa) e temperatura (°C), realizadas automaticamente a cada 6 horas. Os valores de temperaturas do solo foram obtidos por meio de medições diretas enquanto a determinação da umidade (em m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) foi realizada por meio de leituras de potencial matricial obtidos pelos sensores e integrados às curvas de retenção de água em cada um dos solos avaliados, por meio da coleta de amostras indeformadas através de anéis volumétricos e

análise conforme metodologia proposta em Embrapa (2011). A produtividade final de colmos foi quantificada por meio de pesagem de seis linhas (56 m lineares) de cada parcela com auxílio de transbordo instrumentado com célula de carga. Após pesagem em campo, os valores obtidos serão extrapolados em produtividade por hectare. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando o teste F ao nível de 95 % de confiança, sendo as médias dos tratamentos com diferentes doses de palha comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade para cada local.

Em ambas as áreas, a remoção de palha aumentou os valores de temperatura do solo e reduziu significativamente o armazenamento de água pelo solo. Em Quirinópolis, a remoção de 50 % e 100 % da palha aumentou a temperatura do solo em 1,2 e 2,4 °C ao longo do ciclo da cultura. No tratamento sem palha, a temperatura máxima do solo chegou ao nível crítico de 35 °C (à 15 cm de profundidade) em novembro 2014. Já em Chapadão do Céu, região caracterizada por dias quentes e noites mais amenas, a temperatura do solo foi em média 0,3 e 1,3 °C superior nos tratamentos com remoção de 50 % e 100 % da palha. A remoção de palha reduziu significativamente a quantidade de água estocada no solo em ambas as áreas de estudo. Tais reduções foram mais evidentes no período inicial de desenvolvimento da cultura, pois após o fechamento do dossel poucas diferenças foram observadas. Em Quirinópolis, área com déficit hídrico mais acentuado ao longo do ano, a manutenção de 50 e 100 % da palha aumentou a quantidade de água estocada no solo ao longo do ano em 392 e 550 mm, respectivamente. Já em Chapadão do Céu, o aumento da estocagem de água foi de 320 e 560 mm, nos tratamentos com 50 % e 100 % da palha, respectivamente.

A remoção total de palha reduziu a produtividade da cana-de-açúcar em ambas áreas de estudo, porém a magnitudes das perdas foi diferenciada em função das condições climáticas locais. Em Quirinópolis, observou-se produtividades de colmos de 138, 137 e 177 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente nos tratamentos com remoção de 100 %, 50 % e sem remoção de palha. Já em Chapadão do Céu, foram observadas produtividades médias de 139, 153 e 155 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Os resultados deste estudo evidenciam que a recomendação da quantidade de palha que pode ser removida do campo, visando maximizar a produção de biomassa, será específica para cada local e generalizações devem ser evitadas. Por exemplo, em Quirinópolis os dados evidenciaram que toda a palha deve ser mantida no campo, enquanto que em Chapadão do Céu a remoção de 50 % da palha não penalizou a produtividade da cana-de-açúcar.

Agradecimentos: À Usina Boa Vista e à Usina Cerradinho pelo suporte na condução dos experimentos. Ao CNPq (Processos 406922/2013-6) e ao Projeto PNUD-SUCRE pelo financiamento do projeto de pesquisa.

## Referências

- AQUINO, G.S.D.; MEDINA, C.D.C.; PORTEIRA JUNIOR, A.L. Sistema radicular e produtividade de soqueiras de cana-de-açúcar sob diferentes quantidades de palhada. **Pesq. Agrop. Bras.** n. 50, 1150-1159, 2015.
- GALDOS, M.V.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P.; PAUSTIAN, K.; VAN ANTWERPEN, R. Simulation of soil carbon dynamics under sugarcane with the CENTURY model. **Soil Sci. Soc. Am. J.** n. 73, p. 802-811, 2009.
- LEAL, M.R.L.V.; GALDOS, M.V.; SCARPARE, F.V.; SEABRA, J.E.A.; WALTER, A. Sugarcane straw availability, quality, recovery and energy use: A literature review. **Biom. Bioen.** n. 53, p. 11-19, 2013.
- MARTINS FILHO, M.V.; LICCIOTI, T.T.; PEREIRA, G.T.; MARQUES JUNIOR, J.; SANCHES, R.B. Perdas de solo e nutrientes por erosão num argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar. **Eng. Agr.** n. 29, p. 8-18, 2009.
- PERES, J.G.; SOUZA, C.F.; LAVORENTI, N.A. Evaluation of the effects of sugarcane straw coverage in moisture and water loss of soil. **Eng. Agr.** n. 30, p. 875-886, 2010.

## ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Elaine Reis Pinheiro Lourente<sup>1</sup>, Everton Caires da Silva<sup>2</sup>, Júlio Cesar Salton<sup>3</sup>, Marcondes de Souza Padilha<sup>1</sup>, Thaine Evelyn Luchetti Lapere<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Professora, Dourados - MS, [elainelourente@ufgd.edu.br](mailto:elainelourente@ufgd.edu.br);

<sup>2</sup>Instituto Federal de Mato Grosso do Sul; <sup>3</sup>Embrapa Agropecuária Oeste.

**Palavras-chave:** manejo conservacionista; física do solo; integração lavoura-pecuária.

O monitoramento adequado da qualidade do solo só poderá ser feito utilizando-se propriedades ou atributos que reflitam a capacidade de produção do solo e sua sustentabilidade. Dentre estes atributos, a densidade do solo, espaço poroso, estabilidade de agregados podem ser utilizados como indicadores da qualidade física do submetido por sistemas de manejo (SECCO et al., 2005).

Especificidades existentes entre os sistemas de manejo podem produzir efeitos distintos nas propriedades físicas do solo. A manutenção de cobertura e seus efeitos no teor de matéria orgânica do solo tem relação direta com a formação e estabilização de agregados. Como consequência a estruturação possibilita espaços porosos para desenvolvimento das raízes, fauna do solo e circulação de ar e água). Segundo Krzic et al. (2004), o aumento de 1 % no teor de carbono orgânico no solo, independentemente de sua textura, poderá conferir uma redução de até 11 % em sua densidade relativa máxima e ainda favorecer sua estruturação.

Os sistemas integrados de produção agropecuária tem se destacado como manejo conservacionista do solo, apesar da presença de animais nas áreas sob pastejo provocar aumento da resistência mecânica do solo à penetração nas camadas superficiais, imediatamente após o ciclo de pastejo. Entretanto, essas alterações em poucos casos, refletem negativamente no desempenho produtivo das culturas (FLORES et al., 2007; LOPES et al., 2009).

O estudo foi realizado na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, no município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil (22°32'56"S e 55°38'56"O), e teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de produção sobre a qualidade física de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico, textura argilosa. Foi avaliado quanto a sua densidade, porosidade, tamanho e estabilidade dos agregados. Os sistemas de manejo do solo avaliados foram: Plantio Direto (PD); Plantio Convencional (PC); Floresta formada por cultivo de eucalipto (F); Sistema de Integração Lavoura Pecuária com alternância entre lavoura e pastagem, em ciclos de dois anos e com pastagem no momento da avaliação (ILPp); e Sistema de Integração Lavoura Pecuária com alternância entre lavoura e pastagem, em ciclos de dois anos e com lavoura no momento da avaliação (ILPl). Em cada sistema foram realizadas coletas de solo em seis pontos ao acaso, onde cada ponto constituiu uma repetição.

Foram estudados atributos na profundidades de 0 a 5 cm, sendo eles: densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (MA) e microporosidade (MI), para este fim foi utilizado o método do anel volumétrico com dimensões de 50 x 51 mm de altura com volume de 100 cm<sup>3</sup>. A porosidade foi determinada a partir da quantidade de água retida nas amostras indeformadas de solo submetidas à tensão de 6 kPa, ao ponto de saturação e após a secagem do solo por 24 horas a 104 °C.

Procedeu-se a coleta de monólitos com dimensões de 10 x 10 x 10 cm, para a realização de testes em laboratório de estabilidade de agregados. Amostras (50 g), foram colocadas em um conjunto



de peneiras com aberturas de 4,76 mm, 2 mm, 1 mm; 0,5 mm, 0,25 mm, 0,105 mm e 0,053 mm e agitada em agitador mecânico vibratório, durante 1 minuto, com potência de 30 %. Posteriormente as mostras foram submetidas ao peneiramento via úmida. A partir da relação entre o DMP obtido no peneiramento em água e o DMP obtido no peneiramento seco foi calculado o índice de estabilidade dos agregados (IEA), que indica a capacidade dos agregados resistirem à energia de desagregação. O IEA equivale à relação  $DMP_{Au}/DMP_{As}$ . Todos os dados foram analisados considerando a fonte de variação entre os sistemas, sendo que cada ponto analisado correspondeu a uma repetição.

De maneira geral, observou-se que os sistemas ILPp ( $1,56 \text{ Mg m}^{-3}$ ) e ILPl ( $1,48 \text{ Mg m}^{-3}$ ) apresentaram  $D_s$  maior que PC ( $1,28 \text{ Mg m}^{-3}$ ) e PD ( $1,37 \text{ Mg m}^{-3}$ ) e foram semelhantes a F ( $1,56 \text{ Mg m}^{-3}$ ). A densidade do solo superior nos sistemas integrados pode ser resultado da pressão exercida pelas máquinas e equipamentos utilizados no ciclo agrícola do sistema, somado ao pisoteio animal proveniente do ciclo pecuária.

É importante destacar a semelhança estatística observada entre PC e PD, uma vez que no primeiro houve o revolvimento do solo que contribuiu para redução na  $D_s$ , entretanto, a preservação da matéria orgânica no solo no PD, importante prática de conservação do solo, contribuiu para que a  $D_s$  fosse semelhante a obtida no PC. Ainda segundo Braida et al. (2006) a manutenção de resíduos na superfície do solo pode dissipar parte da energia produzida pelo impacto das rodas das máquinas reduzindo o efeito negativo da compactação.

Os valores de diâmetro médio ponderado dos agregados foram influenciados pelo sistema de manejo, onde os sistemas F (4,95 mm), ILPp (4,97 mm) e ILPl (4,75 mm) apresentaram os maiores valores de DMPs e a úmido ( $DMP_u$ ), sendo de 4,57; 4,74 e 4,47 mm, respectivamente. Em comparação ao sistema PC, por exemplo, o acréscimo médio do índice DMPs destes sistemas foi de aproximadamente 26 %. Entende-se que os valores se devem principalmente ao efeito da matéria orgânica no solo, em sua maioria fornecida pelo sistema radicular das gramíneas nos sistemas com pastagens, pela renovação da parte aérea, além do favorecimento ao crescimento de hifas de fungos e liberação de exsudatos (SALTON et al., 2014). Os sistemas conservacionistas de produção agrícola e a F foram semelhantes quanto ao IEA e superiores ao PC.

Os sistemas de manejo interferiram na qualidade física do solo, com aumento da densidade do solo e redução da porosidade total promovidos pelos sistemas ILPp, ILPl e F. Os sistemas de Integração Lavoura Pecuária favoreceram a formação e o aumento do tamanho dos agregados em comparação demais sistemas de produção.

## Referências

- BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M. da; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.30, no.4, p.605-614,2006.
- FLORES, J. P. C., ANGHINONI, I., CASSOL, L. C., CARVALHO, P. C. D. F., LEITE, J. G. D. B., & FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas. Vol. 31, n. 4 (jul. /ago. 2007), p. 771-780, 2007.
- KRZIC, M., BULMER, C. E., TESTE, F., DAMPIER, L., & RAHMAN, S. Soil properties influencing compactability of forest soils in British Columbia. **Canadian journal of soil science**, v. 84, n. 2, p. 219-226, 2004.
- LOPES, M. L. T., CARVALHO, P. D. F., ANGHINONI, I., SANTOS, D. D., AGUINAGA, A. A. Q., FLORES, J. P. C., & MORAES, A. D. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1499-1506, 2009.

SALTON, J. C., MERCANTE, F. M., TOMAZI, M., ZANATTA, J. A., CONCENÇO, G., SILVA, W. M., & RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SECCO, D.; DA ROS, C. O.; SECCO, J. K.; FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um Latossolo Vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. vol.29, n.3, p. 407-414, 2005.



## EFEITO DOS SISTEMAS DE MANEJO NA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO SOLO E NO RENDIMENTO DA CULTURA DO MILHO

Franciani Rodrigues da Silva, Ademar Sehnem Junior

Universidade do Sul de Santa Catarina, Professor, Tubarão - SC, [francianiagro@yahoo.com.br](mailto:francianiagro@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** umidade volumétrica; armazenamento de água; produtividade.

A capacidade de retenção de água de um solo é função de suas propriedades físicas (REICHARDT, 1985), no entanto a disponibilidade de água às culturas é variável de acordo com a espécie vegetal, tipo de solo e manejo dado ao solo.

Entre as propriedades do solo, a textura é a que mais afeta a retenção de água no solo, porém o sistema de manejo adotado pode atuar de forma decisiva na distribuição hídrica no perfil e nas interações solo-planta-atmosfera, ao longo do tempo. Entre os componentes do manejo, o preparo é a atividade que mais influi no seu comportamento físico, pois modifica muito a estrutura do solo (KLEIN; KLEIN, 2014). Os principais atributos alterados pelo preparo são a porosidade e a densidade, os quais têm influência direta na retenção de água. Normalmente o revolvimento do solo aumenta a macroporosidade, diminui a microporosidade, e conseqüentemente diminui a capacidade de retenção de água. Por outro lado, em sistemas como o plantio direto, com mobilização apenas na linha de semeadura, a densidade e a microporosidade aumentam e o volume de macroporos diminui, determinando assim, o aumento da retenção e armazenamento de água pelo solo, quando comparado aos sistemas sob preparo convencional (MARTONARO et al., 2009).

É importante considerar que, a maior retenção de água no plantio direto influi positivamente na produtividade, principalmente em anos com distribuição de chuvas irregulares. Martonaro et al. (2009) observaram correlação direta entre o estoque de água com a altura de plantas e o índice de área foliar de soja, num ARGISSOLO VERMELHO sob plantio direto comparativamente ao preparo convencional.

O objetivo deste trabalho foi avaliar sistemas de uso e manejo do solo no que diz respeito à disponibilidade de água e verificar sua influência na produtividade das culturas.

O experimento foi implantado à campo, na cidade de São Martinho – SC, a 62 m de altitude, com latitude de 28° 07' 36" S e longitude de 48° 58' 17" W. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Subtropical Úmido. A precipitação média anual é de 1500 mm. A temperatura média anual é de 20 °C, com uma variação de 15,8 °C a 24,1 °C entre as temperaturas médias mensais. O solo da área experimental é um Argissolo de textura arenosa, relevo suave ondulado, com declividade média de 0,02 m m<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo que as parcelas mediam 12 m de largura e 30 m de comprimento. As culturas utilizadas no experimento, em esquema de rotação foram: Azevém (*Lolium multiflorum*) no inverno e Milho (*Zea mays*) no verão. Os sistemas analisados foram: preparo convencional no inverno e verão (PC), plantio direto no inverno e no verão (PD) e mata nativa. Na mata foram selecionados quatro locais distintos para representar as repetições.

Durante a cultura de verão (Milho) foi avaliada a variação temporal da umidade e o armazenamento de água do solo nos sistemas de manejo. Para tal foi realizada a coleta de solo em todos os sistemas

de uso e manejo do solo durante todo o ciclo da cultura do milho, com intervalos de 2 a 4 dias em função da precipitação do período. As coletas foram realizadas nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Após cada coleta, as amostras foram secas em estufa a 105 °C por 24 horas, calculando-se em seguida a umidade gravimétrica. Com os dados de umidade gravimétrica e de densidade do solo de cada sistema e camada foi calculada a umidade volumétrica. Para a obtenção da densidade do solo foi coletado solo com estrutura preservada com o auxílio de anéis metálicos com 2,5 cm de altura e 6,0 cm de diâmetro interno. O cálculo do armazenamento de água nos sistemas de manejo foi efetuado considerando a espessura de cada camada, obtendo-se, desta forma, o armazenamento por camada.

Durante a condução do experimento foi avaliado o crescimento do milho através de medições quinzenais e no final do ciclo a produtividade e a taxa cobertura nos diferentes sistemas de uso e manejo do solo. A análise dos dados foi realizada através do programa de análise estatísticas ASSISTAT. Os resultados foram submetidos ao cálculo do intervalos de confiança pelo teste t (LSD  $P < 0,05$ ). A produtividade da cultura do milho foi avaliada pelo teste de Tukey.

O sistema conservacionista (PD) teve maior umidade volumétrica e armazenamento de água, na maioria dos dias avaliados, na camada de 0 a 10 cm, mesmo no primeiro ano de condução desse sistema, comparado ao sistema de plantio convencional (PC), e mata. Este comportamento pode ser explicado, principalmente pelas práticas que diminuem a perda de água para a atmosfera, como por exemplo, menor revolvimento e a presença de resíduos vegetais sob a superfície do solo que aumentam a taxa de infiltração, ajudam a reduzir as perdas por evaporação e mantém a umidade do solo (VEIGA, 2005; REICHERT et al., 2011), favorecendo o balanço hídrico para as culturas.

Na camada abaixo (10 a 20 cm) não houve diferença entre os sistemas de manejo e do solo (PC e PD) em relação a umidade volumétrica e armazenamento de água. Nessa mesma camada a mata teve menor umidade volumétrica em relação aos sistema de manejo. Esse fato pode estar diretamente relacionado à compactação adicional do solo nos sistemas de manejo em relação à mata, favorecendo assim o aumento da retenção de água no solo.

Vale ressaltar que, nos períodos de ocorrência de precipitação o armazenamento de água se iguala em ambos os sistemas de manejo, já nos dias sem precipitação o sistema conservacionista (PD) possui maior armazenamento de água. Esse comportamento deve-se, principalmente, a maior cobertura do solo e ao maior teor de matéria orgânica. Mesmo no primeiro ano de implantação do PD, a taxa de cobertura foi de 43 %, enquanto que no PC foi de 4 %, ou seja, 10 vezes maior do que no PC. É importante considerar que a alta taxa de cobertura do solo atua diretamente na redução da evaporação de água e consequente armazenamento de água no solo.

A produtividade do milho (matéria verde da parte aérea) foi superior no PC (58,89 t ha<sup>-1</sup>) em relação ao PD (50,69 t ha<sup>-1</sup>). Essa diferença corrobora com as encontradas por Rosa (2009) em um Latossolo, aonde a produtividade no sistema conservacionista foi menor nos primeiros cinco anos de cultivo.

Em relação a produção de espigas, não foi observado diferença entre os dois sistemas de manejo. Sendo assim, o PD é um alternativa eficiência, não reduzindo a produtividade de grãos mesmo no primeiro ano de implantação.

## Referências

KLEIN & KLEIN, Influência do manejo do solo na infiltração de água. **Revista Monografias Ambientais - REMOA** v.13, n.5, dez. 2014, p.3915-3925.

- MARTORANO, L.G. et al. Indicadores da condição hídrica do solo com soja em plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 397–405, 2009.
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. 4.ed. São Paulo, Fundação Cargill, 1985. 445p.
- REICHERT, J.M. et al. Hidrologia do solo, disponibilidade de água às plantas e zoneamento agroclimático. **Tópicos Ciência Solo**, v.7 p.1-54, 2011.
- ROSA V. T. **Tempo de implantação do sistema plantio direto e propriedades físico-mecânicas de um Latossolo**, Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais programa de pós-graduação em ciência do solo, Santa Maria, RS, 2009. (Tese de Doutorado)
- VEIGA, M. **Propriedades de um Nitossolo Vermelho após nove anos de uso de sistemas de manejo e efeito sobre culturas**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2005.126p. (Tese de Doutorado).

## PLUVIOMETRIA E BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO NA BACIA DO RIO CAMBORIÚ - SC

Iria Sartor Araujo, Everton Blainski, Luis Hamilton Pospissil Garbossa

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Pesquisadora, Florianópolis - SC,  
*iriaaraujo@epagri.sc.gov.br*.

**Palavras-chave:** monitoramento; precipitação acumulada; temperatura média.

Mudanças climáticas globais têm sido apontadas como responsável por alteração nos regimes de chuvas regionais. Estudos de tendências mostram que as precipitações totais anuais, sazonais e diárias têm sido alteradas, com aumento dos valores extremos (PINHEIRO et al., 2013). Estudos mostram que as mudanças no clima interferem na temperatura e nos valores de precipitação e o aumento da variabilidade de eventos pluviométricos pode causar seca e inundações mais intensas e mais frequentes (CAMPOS, 2011).

Em Santa Catarina, trabalhos utilizando séries históricas de dados meteorológicos mostraram que, assim como em nível global, as mudanças climáticas também estão sendo verificadas (CAMARGO et al., 2012). Para a precipitação, na maioria das regiões do estado, os totais anuais apresentaram uma tendência de aumento ao longo dos anos, porém o número de dias consecutivos sem chuva também tem aumentado nos últimos anos (CAMARGO et al., 2011).

A área de estudo compreende a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú que está localizada no litoral norte do estado de Santa Catarina. A bacia é um conjunto intermunicipal pertencente a dois municípios (Camboriú e Balneário Camboriú), onde ambos têm direitos sobre a água. Segundo dados do censo do IBGE de 2010, somando-se os dois municípios, existem cerca de 147.000 habitantes residentes nessa bacia hidrográfica, entretanto, no período de verão, devido ao turismo, a população chega a 1 milhão de pessoas.

A precipitação média anual da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú é de 1600,4 mm, sendo que a maior contribuição de chuva é nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (EPAGRI, 1999). Entretanto, em épocas de estiagem a agricultura e o abastecimento urbano são prejudicados. Segundo Veiga et al. (1992), na bacia do rio Camboriú os maiores índices de erosividade ocorrem em janeiro, fevereiro e março. Portanto, os cultivos dos meses de verão devem ser feitos com maior precaução, sendo necessário manter um manejo de solo eficiente para reduzir os riscos de erosão para o meio aquático.

Segundo Urban (2003), a bacia do rio Camboriú vem sofrendo com degradação ambiental provocada pela expansão de áreas cultivadas (destacando-se a rizicultura), exploração de rochas, madeiras para as carvoarias e pastagens para o gado. Além disso, desenvolve-se na bacia a monocultura de eucalipto e pinus, que quando são retiradas deixam o solo exposto.

Os problemas relacionados à disponibilidade de água na bacia hidrográfica do rio Camboriú se intensificam pelo fato de existir, a montante das cidades, uma região agropecuária expressiva com cerca de: 2.812 ha com pastagens, 931 ha como lavouras temporárias, 216 ha com lavouras permanentes, 212 ha com agroflorestas, entre outros usos (IBGE, 2010). Das áreas ocupadas com lavouras temporárias, a maioria é utilizada para o cultivo de arroz irrigado.

Diante do exposto é necessário identificar os períodos com excesso e déficit hídrico, portanto o objetivo do presente estudo foi monitorar a precipitação e a temperatura na Bacia do Rio Camboriú,

em Santa Catarina, comparar a precipitação observada com a média histórica e calcular o balanço hídrico climatológico.

Para isso foram monitoradas, no período entre agosto de 2014 e julho de 2016, a precipitação e a temperatura na bacia do rio Camboriú, através de uma estação automática telemétrica, a qual envia os dados horários para o banco localizado na Epagri-Ciram em Florianópolis. Os valores de precipitação acumulada mensal foram comparados com a normal climatológica da estação convencional de Itajaí, a qual possui série histórica de 1986 a 2016.

Além disso, a partir dos dados de temperatura média do ar (mensal) e precipitação pluviométrica acumulada (mensal), foi calculado o balanço hídrico climático mensal, pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), com o auxílio do programa “BHNorm”, elaborado em planilha por Rolim et al. (1998), assumindo-se uma Capacidade Máxima de Armazenamento de água no solo (CAD) igual a 100 mm. Os parâmetros do balanço hídrico calculados, foram evapotranspiração real (ER), armazenamento de água no solo (ARM), negativo acumulado (NEG ACUM) alteração de água no solo (ALT), deficiência hídrica no solo (DEF) e excedente hídrico (EXC).

Através dos resultados verificou-se que a precipitação acumulada de agosto de 2014 a julho de 2015 foi de 1612,8 mm e de agosto de 2015 a julho de 2016 foi de 1912,2 mm.

Na comparação da precipitação observada com a média histórica, entre os meses de setembro de 2014 e abril de 2015 os valores da chuva acumulada mensal da estação localizada na Bacia do Rio Camboriú ficaram abaixo da média histórica (estação de Itajaí), sendo que no mês de outubro de 2014 ocorreu a maior diferença, quando choveu somente 52 mm e a média histórica para este mês é de 160,1 mm, ou seja, diferença de -108,1 mm.

Outros períodos apresentaram valores observados de precipitação acumulada mensal inferior à média histórica, os quais foram entre janeiro e fevereiro de 2016 (-96,6 e -20,3 mm, respectivamente), em maio/16 (-41,2 mm), junho/16 (-64,25 mm) e julho/16 (-37,2 mm).

Os resultados do balanço hídrico mostraram que, durante o monitoramento, ocorreram 2 períodos de déficit hídrico, sendo o primeiro entre outubro de 2014 e janeiro de 2015 e o segundo no mês de agosto 2015. O mês com maior deficiência foi dezembro de 2014, quando o valor de ER chegou a 87,5 mm, ARM foi de 29,73 mm, NEG ACUM foi igual a -121,3 mm, ALT de -24,26 mm, DEF alcançou -35,4 mm e o EXC foi igual a zero. Durante o ano de 2016 (janeiro a julho) não ocorreram déficits hídricos, sendo que o mês com maior EXC foi março (132,4 mm).

Conforme aos resultados apresentados conclui-se que há riscos de déficit hídrico na Bacia do Rio Camboriú, o que pode prejudicar o abastecimento urbano e também a produção de arroz irrigado, necessitando implantar um plano de gerenciamento de recursos hídricos regional para minimizar o conflito pelo uso da água.

## Referências

- CAMARGO, C. G. C.; MALANDRIN, D.; MARENGO J.A; BRAGA, H.; PANDOLFO, C.; MASSIGNAM, A. Análises dos Padrões Climáticos Futuros de Precipitação na Região Sul do Brasil. In: **XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 2011, Guarapari - ES. Anais: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2011.
- CAMARGO, C. G. C.; MARENGO, J.A; BRAGA, H.J. Variabilidade Interanual da Temperatura do Ar na Região Sul do Brasil. In: **XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2012, Gramado/RS. XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2012.
- CAMPOS, C. G. C. **Padrões climáticos atuais e futuros de temperatura do ar na Região Sul do Brasil e seus impactos nos cultivos de pêssego e de nectarina em Santa Catarina**. 2011. 165 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011.

EPAGRI. **Inventário das Terras da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú**. Florianópolis, 1999.

IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2010.

PINHEIRO, A.; GRACIANO, REGINA L. G.; KAUFMANN, V. Simulating effects of climate scenarios on hydrological processes in southern Brazil using a lysimeter. **International Journal of Climatology**, v. 33, n. 9, p. 2206–2214, 2013.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.133-137, 1998.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p

URBAN, S. R. **Uso do solo na bacia do rio Camboriú (SC) e sua influência sobre a qualidade da água**. Dissertação. Pós graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2008.

VEIGA, M.; MASSIGNAM, A. M.; WILDNER, L. P. Potencial erosivo das chuvas no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, n. 2. 1992.

## IMPACTO DO TRÁFEGO DE HARVESTER E FORWARDER SOBRE PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM CAMBISSOLO HÚMICO

Helen Michels Dacoregio<sup>1</sup>, Jean Alberto Sampietro<sup>1</sup>, Pedro Henrique Rodrigues Borges<sup>2</sup>,  
José Miguel Reichert<sup>2</sup>, Silvane de Fátima Siqueira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestranda, Lages - SC, [helenmdacoregio@gmail.com](mailto:helenmdacoregio@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria.

**Palavras-chave:** compactação; colheita florestal; manejo do solo.

O tráfego intenso de máquinas pesadas durante as operações de colheita da madeira tem induzido a mudanças na estrutura do solo, principalmente devido à compactação (KOZLOWSKI, 2000). Dentre as principais alterações observadas, pode-se destacar o aumento da densidade e resistência mecânica do solo e a redução da porosidade total, principalmente de macroporos (TEEPE et al., 2003). Por conseguinte, a redução do tamanho dos poros conduz a maior retenção de água pelo solo, sobretudo em altos potenciais matriciais. Essas alterações acabam repercutindo no ecossistema florestal, com prejuízos ao potencial produtivo das áreas.

O número de passadas das máquinas, durante a colheita da madeira, é um dos condicionantes da compactação do solo. Segundo Seixas (2000) o efeito do tráfego dos tratores florestais sobre o solo é maior nas primeiras passadas, podendo resultar em aumento proporcional dos distúrbios ao solo com o aumento do nível de tráfego (AUST et al., 1993).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar os efeitos da intensidade de tráfego de máquinas de colheita da madeira em povoamentos de *Eucalyptus* sp. sobre a densidade, distribuição de poros e condutividade hidráulica de um CAMBISSOLO HÚMICO.

O estudo foi realizado em povoamentos de *Eucalyptus* sp. em segunda rotação, pertencentes a uma empresa florestal, localizados em Barra do Ribeiro, RS. O solo foi classificado como CAMBISSOLO HÚMICO com percentual de 16,4 %, 21,6 %, 38,8 % e 23 % de argila, silte, areia grossa e areia fina, respectivamente até os 60 cm de profundidade, sendo o relevo plano a suave ondulado.

O sistema de colheita de madeira utilizado pela empresa é o de Toras Curtas (*Cut-to-length*), composto por um trator florestal *Harvester* com peso operacional de 21,7 t e rodados de esteiras, e por um trator florestal *Forwarder*, com peso operacional de 19,1 t, rodados de pneus inflados com 503 kPa de pressão.

Para o estudo, uma área de floresta foi isolada em pé, servindo de tratamento testemunha. No restante das áreas todas as árvores foram derrubadas e processadas somente com uma passada do *Harvester*. Em seguida, foram distribuídos três blocos nos quais foram instaladas parcelas amostrais de 5 x 20 m para cada tratamento avaliado, sendo: sem tráfego das máquinas (ST); 1 passada do *Harvester* + 1 passada do *Forwarder* (H+1F); 1 passada do *Harvester* + 2 passadas do *Forwarder* (H+2F); 1 passada do *Harvester* + 4 passadas do *Forwarder* (H+4F); 1 passada do *Harvester* + 8 passadas do *Forwarder* (H+8F); 1 passada do *Harvester* + 16 passadas do *Forwarder* (H+16F) e 1 passada do *Harvester* + 32 passadas do *Forwarder* (H+32F). Salienta-se que, para os ensaios, o *Forwarder* foi completamente carregado fora da área experimental, e, então, trafegou sempre com mesma carga ( $\pm 10,0$  t de madeira) sobre mesma trilha de passagem dentro de cada parcela, numa velocidade média de  $5 \text{ km h}^{-1}$ , sendo que uma passada representou somente uma viagem de ida da máquina. A umidade do solo era de  $\pm 0,116 \text{ kg kg}^{-1}$ .



Para a determinação da densidade, distribuição de poros e condutividade hidráulica do solo saturado, amostras de solo com estrutura preservada, foram coletadas nas camadas de 0 a 10, 10 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm de profundidade no local da trilha de passagem dos rodados. Em laboratório, as amostras foram saturadas para determinação da distribuição de poros e umidade da capacidade de campo, aqui considerada 10 kPa, as quais foram realizadas em coluna de areia, e câmaras de pressão de Richards. Em seguida, as amostras foram restauradas para obtenção da condutividade hidráulica do solo saturado, utilizando-se um permeâmetro de carga constante. Por fim, as amostras foram levadas à estufa para obtenção da densidade do solo.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados. Para comparação das propriedades físicas estudadas, primeiramente foi verificada a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett, procedendo-se com a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O tráfego das máquinas causou alterações na densidade e na distribuição de poros do solo em praticamente todos os níveis de tráfego simulados e camadas avaliadas, com valores médios de densidade de 1,728, 1,732 e 1,513  $\text{Mg m}^{-3}$  e de porosidade total de 0,362, 0,345 e 0,447 ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ), nas camadas de 0-10, 10-20 e 40-60 cm para os tratamentos com tráfego de máquinas. Na camada 20-40 cm, não houve alteração significativa nos atributos físicos avaliados devido à passada das máquinas de colheita florestal.

A densidade do solo ( $D_s$ ) aumentou com o acréscimo do número de passadas de máquinas, e a maior alteração ocorreu até os 20 cm de profundidade, sem alteração significativa nas camadas de 20-60 cm. Na camada 0-10 uma passada do *Harvester* mais duas passadas do *Forwarder* já incrementou a  $D_s$  de forma significativa, em cerca de 10 %, e na camada de 10-20 cm o tratamento 1H+32F foi o que apresentou incremento significativo, na casa de 8,9 %.

A porosidade total ( $P_t$ ) diminuiu de acordo com aumento do número de passadas de máquinas, com alteração significativa de 13,3 % com apenas uma passada do *Harvester* + 2 passadas do *Forwarder*. Na camada 10-20 cm o tratamento que resultou em maior alteração na  $P_t$  foi o 1H+32F, com 16,1 % de diminuição na quantidade de poros. A porosidade total da camada 0-10 cm sofreu alterações com poucas passadas de máquinas (1H+2F), provavelmente devido ao aumento da densidade do solo nessa camada.

Nas camadas de 20-40 e 40-60 cm, nenhum tratamento de tráfego alterou significativamente o volume de macroporos, as quais apresentaram média geral de 0,110 e 0,151  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ . Enquanto que 1 passada do *Harvester* + 2 passadas do *Forwarder* já foram suficientes para alterar significativamente o volume de macroporos nas demais camadas, com diminuição de 41,8 e 42,7 % para 0-10 e 10-20 cm, quando comparado ao tratamento sem tráfego. Para o adequado crescimento de plantas, a macroporosidade do solo deve ser, no mínimo, de 0,10  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  (DREWRY et al., 2008), sendo este limite ultrapassado em decorrência do tráfego, nas camadas até 40 cm de profundidade, com os tratamentos H+16F e H+32F.

A microporosidade foi alterada significativamente apenas na camada 40-60, com uma passada do *Harvester* mais 32 passadas do *Forwarder*, com um aumento de 28,6 % em relação ao tratamento sem tráfego.

A condutividade hidráulica do solo saturado tendeu a diminuir com o aumento do número de passada de máquinas, em função da diminuição da quantidade de macroporos, provocada pela compactação devido ao tráfego das máquinas. Nas camadas entre 10 e 40 cm, ouve um decréscimo

significativo de 89 % e 64,6 %, respectivamente, para as camadas 10-20 e 20-40 cm, com o tratamento H+32F.

As sucessivas passadas das máquinas provocaram alterações sobre a densidade, distribuição de poros e condutividade hidráulica do solo saturado, em maiores proporções de acordo com o aumento do número de passadas de máquinas.

## Referências

- AUST, W.M.; REISINGER, T.W.; STOKES, B.J. Soil physical and hydrological changes associated with logging a wet pine flats with wide-tired skidders. **Southern J. Appl. Forestry**, v. 17, p. 22-25, 1993.
- DREWRY, J.J.; CAMERON, K.C.; BUCHAN, G.D. Pasture yield and soil physical properties responses to soil compaction from treading and grazing – a review. **Aust. J. Soil Res.**, v. 46, p. 237-256, 2008.
- KOZLOWSKI, T.T. Responses of woody plants to human-induced environmental stresses: issues, problems, and strategies for alleviating stress. **Crit. Rev. Plant. Sci.**, v. 19, p. 91-170, 2000.
- SEIXAS, F. Compactação do solo devido à colheita de madeira. 2000. 75 f. **Tese** – ESALQ, Piracicaba, SP, 2000.
- TEEPE, R.; BRUMME, R.; BEESE, F.; LUDIG, B. Nitrous oxide emission and methane consumption following compaction of forest soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 68, p. 605-611, 2003.

## CULTURA ANTECEDENTE E A DENSIDADE DE UM ARGISSOLO SOB CULTIVO MÍNIMO COM MILHO NO TABULEIRO COSTEIRO

Kelvin Santos Rodrigues, Alceu Pedrotti, Airon José da Silva, Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira, Ezio Soares Pinto Junior

Universidade Federal de Sergipe, Graduando em Engenharia Florestal, Aracaju - SE,  
*Kelvinsr\_33@hotmail.com*

**Palavras-chave:** adubação verde; sistema de cultivo; compactação do solo; Sergipe.

A compactação do solo é um dos problemas comumente encontrados em solos sob sistema de manejo intensivo e em solos mal manejados. A compactação está associada à redução da produtividade das culturas agrícolas, uma vez que interfere no sistema radicular das plantas e conseqüentemente no seu desenvolvimento. O uso de plantas de cobertura e/ou culturas antecedentes e o preparo do solo com o mínimo de mobilização são técnicas agrícolas que podem contribuir com a diminuição na perda de água no solo e na melhoria das propriedades físicas do solo, como densidade e resistência à penetração. Nesse cenário, o cultivo mínimo (CM) torna-se um sistema viável, por reduzir os processos de revolvimento do solo. De fato, um Latossolo conduzido há oito anos com CM apresentou valores de macroprosidade, densidade e resistência mecânica à penetração semelhantes aos valores dos solos com vegetação nativa (SOUZA; ALVES, 2003). Assim, a associação de culturas antecedentes e cultivo mínimo, por gerarem um maior aporte de C ao solo e a formação de poros biológicos, por meio do vigoroso e agressivo sistema radicular das plantas de cobertura, podem ter grande potencial de aplicação em solos que apresentem limitações físicas. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de culturas antecedentes no 15º ano da condução da cultura do milho (*Zea mays* L.) em sistema de cultivo mínimo. O experimento está localizado no Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe (10°19'S e 36°39'O). O solo do experimento é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (EMBRAPA, 2006), no domínio dos Tabuleiros Costeiros. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos consistiram de quatro culturas antecedentes à produção do milho verde (variedade Biomatrix BM 3061), : crotalária (*Crotalaria spectabilis*), milheto (*Pennisetum glaucum*), girassol (*Helianthus annuus*) e guandu (*Cajanus cajan*). Os tratamentos foram alocados em parcelas de 60 m<sup>2</sup>, totalizando uma área útil de 720 m<sup>2</sup>. Para a determinação da densidade do solo, amostras indeformadas foram coletados com anéis metálicos (90 cm<sup>3</sup>) nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, logo após a colheita do milho. Em cada parcela, 6 amostras indeformadas foram coletados, retiradas dos anéis, acondicionadas em cápsulas de alumínio previamente identificadas e colocadas em estufa de circulação fechada por 24 h a 105 °C. Em seguida, as amostras foram pesadas para o cálculo da densidade do solo (peso da massa do solo seco pelo volume do anel). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em seguida, as médias comparadas pelo teste de médias Tukey a 5 % de probabilidade. Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2003). De maneira geral, não houve diferença estatística significativa nos valores de densidade do solo entre os solos com diferentes plantas de cobertura. Independente da cultura antecedente, os solos apresentaram densidade média de 1,65 g cm<sup>-3</sup>. Entretanto, a camada superficial (0-10 cm) apresentou valores de densidade média superior à camada subsuperficial (10-20 cm). As espécies vegetais que apresentam

vigoroso sistema radicular, crescendo em solos com alta resistência à penetração (alta densidade) criam poros biológicos nos quais as raízes das culturas subsequentes podem se desenvolver. Essa situação pode ser vantajosa nos Argissolos dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe, por diminuir os níveis de densidade das camadas subsuperficiais e permitir o desenvolvimento do sistema radicular mais profundo das culturas subsequentes, reduzindo os estresses hídricos, nutricionais e mecânicos agravados no período de seca. Entretanto, o uso de diferentes plantas de cobertura (crotalária, feijão de porco e milheto) em um Argissolo do sul de Minas Gerais não implicou em diferenças na densidade do solo (CARDOSO et al., 2013), corroborando com os resultados do presente trabalho. Embora, as espécies avaliadas no nosso trabalho apresentem diferenças na distribuição radicular e produção de biomassa, as possíveis explicações para a ausência de resposta significativa da densidade do solo, podem ter sido acarretadas pelo sistema de manejo do solo utilizado e pelo longo período de pousio desses solos. A gradagem utilizada para o preparo da área no sistema de cultivo mínimo, pode ter aumentado a quantidade de macroporos levando a redução na densidade da camada superficial (mais arenosa) em relação à camada subsuperficial (mais argilosa). Ao mesmo tempo, os 6 meses de pousio, que esses solos estão submetidos, limitam o aporte de resíduos orgânicos ao solo. Dadas as condições climáticas da região, pode-se ter uma alta taxa de decomposição do material aportado ao solo, que é intensificada quando se faz a incorporação do material residual, nos primeiros 15 cm de profundidade do solo, durante o processo de gradagem. A avaliação do 15º ano da condução de diferentes plantas antecessoras ao cultivo do milho sob sistema de CM não resulta em diferenças significativas nos valores da densidade do solo. Entretanto, a camada superficial apresenta menor densidade que a camada subsuperficial (10-20 cm). Ressalta-se que outros parâmetros físicos do solo, como a resistência mecânica à penetração, a macroporosidade, podem ser mais sensíveis que a densidade do solo, nas avaliações das alterações dos parâmetros físicos desse Argissolo.

## Referências

- CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CARVALHO, G. J.; FREITAS, D.A.F.; AVANZI, J.C. Espécies de plantas de cobertura no condicionamento químico e físico do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, centro nacional de pesquisa de solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.
- FERREIRA, D. F. SISVAR. Lavras. Universidade Federal de Lavras, 2003.
- SOUZA, Z.M & ALVES, M.C. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejo. **Acta Scient: Agron**, v.25, p.27-34, 2003.

## DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DE ÁGUA SOB USO DE SOLO AGRÍCOLA E FLORESTA EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA

Maria Conceição Lopes<sup>1</sup>, Antonio Lucio Mello Martins<sup>1</sup>, Mariana Bárbara Lopes Simedo<sup>2</sup>, Teresa Cristina Tarlé Pissarra<sup>2</sup>, Renata Cristina Costa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Polo Regional Centro Norte - APTA, Bióloga Oficial ApCt IV, Pindorama - SP, [conceicao@apta.sp.gov.br](mailto:conceicao@apta.sp.gov.br);

<sup>2</sup>Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

**Palavras-chave:** recurso hídrico; manejo do solo; erosão.

A bacia hidrográfica é considerada como uma unidade territorial de trabalho e gerenciamento das águas. Lourenço e Collins (2012) defendem que a bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água e sistemas interligados onde os afluentes se dirigem para uma única saída. As subdivisões da bacia aparecem na literatura como termo microbacia hidrológica ou ecológica e um conceito importante atribuído as microbacias é o ecológico que analisa como menor unidade do ecossistema registrando a interdependência entre os fatores bióticos e abióticos. Para Barros et al. (2014), os aspectos físicos e naturais das bacias hidrográficas causam consequências diretas e indiretas sobre o seu sistema hídrico. A quantificação da qualidade da água é a base para o projeto de planejamento do uso do solo e implementação de práticas de conservação. De acordo com Souza e Gataldini (2014) variações dos parâmetros analisados ajuda na compreensão da interferência do uso do solo na qualidade da água, expande o conhecimento ecológico do ecossistema e torna possível detectar alterações da atividade humana. O monitoramento das águas superficiais e subterrâneas pode ser definido um ponto essencial para a gestão adequada dos agroecossistemas, uma vez que permite a caracterização e análise ambientais em bacias hidrográficas (ANA, 2016). A bacia hidrográfica é, na concepção de Tundisi et al. (2008), uma unidade importante na investigação científica, treinamento e observação em trabalho real de campo, funcionando como um laboratório natural para estudos a curto, médio e longo prazo que colaboram para a busca de critérios de manejo sustentável. Diante deste contexto o objetivo deste trabalho foram os aspectos qualitativos dos corpos hídricos relacionando-os com o uso e ocupação do solo na Microbacia Hidrográfica do Córrego da Olaria. O local de estudo está localizado, no Município de Pindorama SP; região noroeste do Estado de São Paulo, onde se situa o Polo Regional Centro Norte – APTA. A área da microbacia Córrego da Olaria compreende 9,18 Km<sup>2</sup>, entre as coordenadas geográficas UTM, zona 22K, latitudes 21°05'47,80" S e 21°19'35,93" S; e longitudes 49°03'02,88" W e 48°42'52,27" W e faz parte da sub-bacia hidrográfica do Rio São Domingos, pertencente a Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande. Segundo a Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1981) o município faz parte do Planalto Ocidental do Estado de São Paulo e assenta-se nos sedimentos da Formação Bauru Cretáceo Superior. O clima enquadra-se, segundo a Classificação Climática de Köppen, em Aw, definido como clima mesotérmico de inverno seco. As ocorrências e distribuições do uso e ocupação do solo são principalmente com zonas urbanas e agricultura, com destaque a cultura de cana-de-açúcar. As principais unidades de solos encontradas na região são: Argissolos, que ocupam as nascentes nas cotas superiores, em um relevo mais acidentado e no relevo mais suave e ocupam a área à jusante nas microbacias (EMBRAPA, 1999). Foi realizado o monitoramento da qualidade de água no período de setembro de 2013 a outubro de 2014 em quatro nascentes principais que contribuem para formação de açudes situados na Unidade.

Para avaliar a qualidade do recurso hídrico, as amostras de água foram coletadas mensalmente em nascentes localizadas em áreas de com uso agrícola e matas nativas em diferentes épocas a saber: PC (Ponto Cacau), PO (Ponto onça), PU (Ponto usina) e PV (Ponto voçoroca). Os procedimentos de coleta e preservação das amostras de água coletadas seguiram o Standard Methods for Examination of Water e Wastewater e foram analisadas no Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos - SP. A determinação das propriedades químicas e bacteriológicas: dureza total, amônia, nitrato, nitrogênio, fósforo, coliformes totais e fecais foram realizadas em função de amostras de água coletadas. Na análise estatística, utilizou-se a análise de variância seguida do teste de Tukey e foi gerado gráfico boxplot. O parâmetro Dureza foi detectado nos pontos C,O,U,V com maior variabilidade de concentração no ponto O (PO - Ponto onça). A contaminação de Dureza (concentração dos íons cálcio e magnésio) esta relacionado a geologia e dissolução de minerais, o PO está situado em área de mata nativa que apresenta intenso processo erosivo. A concentrações de amônia teve maior variabilidade no Ponto V (PV - Ponto voçoroca). O Amônio externo relaciona-se com a urina e fezes dos animais habitantes da microbacia. O PV apresenta uma população de capivaras que vivem nas margens e que se aproximam dos corpos de água. O Ponto C localizado em mata nativa com área agrícola no entorno foi o que apresentou maior variação dos valores encontrados ao longo do monitoramento do parâmetro Nitrato. PC tem em seu entorno a áreas de cultura cana-de açúcar. Uma concentração elevada de nitrato antes e durante períodos de chuva sugerem a lixiviação de nitrato utilizado em produtos defensivos agrícolas. As variações das concentrações de nitrogênio e fósforo apresentaram-se em todos os pontos de coletas, com elevação de variabilidade no PV (Voçoroca), as concentrações elevadas de nitrogênio e fósforo podem estar associadas ao plantio de culturas anuais situados em torno da nascente considerando que para uma melhor produtividade são utilizados fertilizantes que têm grandes quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio. O parâmetro coliformes totais e fecais foi detectado em todos pontos e apresentou maior variabilidade de concentração nos pontos PO e PV. A contaminação por Coliformes fecais, especificamente a bactéria *Escherichia coli* se origina de fezes de animais de sangue quente da fauna local. Conclui-se que as variações dos parâmetros utilizados no monitoramento da microbacia diferiram em cada ponto, refletindo a interferência do manejo e usos do solo na qualidade do recurso hídrico.

## Referências

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Indicadores de qualidade** - índice de qualidade das águas (IQA). Portal da Qualidade das Águas. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 16.08.2016.
- BARROS, A. C., RODRIGUES, M. T., TAGLIARINI, F. S. N. Análise de Conflito Entre Legislação Ambiental e Uso e Ocupação do Solo em Áreas de Preservação Permanente. X **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 2, 2014, pp. 558-56
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- LOURENÇO, R.W.; COLLINS, D. **Bacias hidrográficas**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", 2012. 42p.
- SOUZA, M. M., GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Revista Eng Sanit Ambient**, v.19 n.3 jul/set 2014 pag. 263-274
- TUNDISI, J. G. & MATSUMURA TUNDISI T. **Limnologia**. Oficina de Textos Editora 632. PP. 2008.



## DENSIDADE DE UM ARGISSOLO SOB CULTURAS ANTECEDENTES AO MILHO EM CULTIVO CONVENCIONAL

João Lucas Santos Souza, Ana Gabriela Soares Felix, Alceu Pedrotti, Lorena dos Santos Souza, Elton Joneis Souza de Matos

Universidade Federal de Sergipe, Graduando em Engenharia Agrônômica, São Cristóvão - SE, [agro-lucas@hotmail.com](mailto:agro-lucas@hotmail.com).

**Palavras-chave:** compactação; Sergipe; plantas de cobertura do solo.

A agricultura convencional tem como uma das características a utilização de máquinas e implementos agrícolas. Nos últimos anos, houve grande incremento de peso e potência nas máquinas a fim de se aumentar a eficiência nas operações de aração e gradagem do solo. Entretanto, este fato tem agravado os problemas em relação à compactação do solo. A compactação reduz a porosidade e aumenta a densidade do solo, além de diminuir o aprofundamento do sistema radicular das plantas. A densidade do solo é uma propriedade física que se destaca devido a sua fácil obtenção para quantificar o impacto das práticas de manejo.

As explorações agrícolas na região de Tabuleiros Costeiros podem apresentar limitações devido à presença dos horizontes coesos, característicos dos Argissolos. A coesão reduz a profundidade efetiva desses solos, limitando a percolação de água no perfil e, principalmente o aprofundamento do sistema radicular (SOUZA et al., 2001). Assim, as práticas de manejo adotadas nesses solos devem buscar superar as limitações físicas. Nesse sentido, um sistema de rotação de culturas que inclua espécies vegetais com sistema radicular agressivo e abundante e com alta produção de biomassa, pode diminuir os efeitos de compactação do solo, um problema também comum em lavouras sob cultivo convencional.

Neste trabalho avaliou-se o efeito de culturas antecedentes na densidade do solo sob cultivo convencional com a cultura do milho verde, nas condições edafoclimáticas dos Tabuleiros Costeiros Sergipano.

O estudo foi realizado no Campus Rural do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de Sergipe – UFS (10°19'S e 36°39'O). O solo do local é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (EMBRAPA, 2006). A região possui clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As', Tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos consistiram de quatro culturas antecedentes ao cultivo do milho (BM 3061 da Biomatrix): crotalária (*Crotalaria juncea*), guandu (*Cajanus cajan*), girassol (*Helianthus annuus*) e milheto (*Pennisetum americanum*). Os tratamentos foram arranjados em parcelas com área total de 60 m<sup>2</sup>, espaçadas com faixas de 1 m, permitindo a manobra de máquinas e implementos sem prejuízo da faixa vizinha e seguindo o sistema de irrigação fixo por aspersão implantada no local. O plantio foi realizado a partir do uso de grade, arado de disco e novamente grade. A adubação e a calagem foram realizadas com base na análise química do solo, segundo recomendações para cada cultura constantes na 1ª edição do Boletim Técnico no100 do IAC. Para determinar a densidade do solo no cultivo convencional foram retiradas 3 amostras de solo indeformadas nas camadas de 0-10 e 10-



20 cm da linha de plantio com o uso de anéis volumétricos (90 cm<sup>3</sup>). As amostras de solo foram coletadas, retiradas dos anéis e acondicionadas em cápsulas de alumínio previamente identificadas e, em seguida, levadas em estufa de circulação fechada por 24h a 105 °C e depois pesadas (BLAKE; HARTGE, 1986). A partir da massa de solo seca e do volume do anel utilizado foi calculado a densidade de cada camada de solo. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias avaliadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. Adotou-se tendências a probabilidade entre 5 e 10 %. Todas as análises foram realizadas no programa SISVAR (FERREIRA, 2008)

Comparando o efeito das diferentes culturas antecedentes, estas não apresentaram diferença estatística significativa nos valores de densidades do solo. De maneira geral, a camada superficial do solo (0-10 cm) apresentou menores valores de densidade quando comparados com os valores da camada subsuperficial (10-20 cm).

Observou-se que o revolvimento proporcionado ao solo no cultivo convencional, promoveu menores valores de densidade na camada de 0-10 cm. A mobilização da camada arável em toda a área, promove a fragmentação dos agregados, desfazendo-o se reduzindo a densidade inicial do solo por ocasião do preparo. Essa diminuição da densidade na camada superficial pode estar relacionada também com as características do solo da área do estudo, por ser um Argissolo, que são solos que apresentam horizonte superficial de textura média a arenosa, com espessura variável, e um horizonte subsuperficial iluvial do tipo B textural (MICHELON et al., 2010).

As espécies de culturas antecedentes, em função de suas especificidades, podem desenvolver sistema radicular mesmo em solos compactados. Em sistemas de manejo de solo, ao se cultivar espécies com diferentes sistemas aéreos e radiculares que adicionam uma elevada quantidade de matéria orgânica, pode-se recuperar solos fisicamente degradados. Desta forma espécies usadas na adubação verde podem contribuir para a melhoria das características físicas do solo, principalmente no que se refere à densidade, mitigando os efeitos de compactação através dos bioporos formados pelas raízes (CHIEZA et al., 2013). Desta forma, os efeitos mais benéficos podem ser observados pela redução dos níveis de compactação, situação típica quando do emprego do sistema convencional nas condições dos Tabuleiros Costeiros Sergipanos.

O revolvimento do solo utilizado no sistema de cultivo convencional, implica diminuição dos valores de densidade da camada mais superficial dos Argissolos dos Tabuleiros Costeiros sergipano. Nos anos com maiores limitações hídricas ao desenvolvimento de plantas de cobertura, não há diferença da densidade nos solos com diferentes plantas de cobertura. Entretanto, a importância das culturas antecedentes para a conservação e recuperação das propriedades físicas do solo, especialmente densidade, como constatado no experimento em safras anteriores de produção de espigas comerciais de milho verde.

## Referências

- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A.(Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.363-375.
- CHIEZA, E.D.; LOVATO, T.; ARAUJO, E.S. TONIN, J. Propriedades físicas do solo em área sob milho em monocultivo ou consorciado com leguminosas de verão. **RBCS** [online]. 2013, vol.37, n.5, pp. 1393-1401.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sist. Bras. de Classif. de Solos** 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: **Um programa para análises e ensino de estatística**. RS, v.6, p.36-41, 2008.

MICHELON, C.R.; AZEVEDO, A.C.; PEDRON, F.A.; DALMOLIN, R.S.D.; GONÇALVES, J.L.; JESUS, S.L. Causes of morphological discontinuities in soils of Depressão Central, Rio Grande do Sul State, Brazil. **Sci. Agric.**, 67:319-326, 2010.

SOUZA, L.S.; SOUZA, L.D. & CALDAS, R.C. Identificação da coesão com base em atributos físicos convencionais em solos dos Tabuleiros Costeiros. In: **WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS**, Aracaju, 2001. Anais. Aracaju, EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2001. p.169-190.

## PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SISTEMAS DE PREPAROS DE SOLO E ADUBAÇÃO MINERAL X ORGÂNICA NA SEMEADURA

Luis Fernando de Mendonça Siqueira, Adelar José Fabian, Gabriel Alberto Ceballos,  
Witer Moreira Guimarães, Jeferson Carlos de Oliveira Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba,  
Estudante de Engenharia Agrônômica, IFTM campus Ubera, Uberaba - MG, [lfmsiqueira.91@gmail.com](mailto:lfmsiqueira.91@gmail.com).

**Palavras-chave:** conservação do solo; *Glycine max*; técnicas de manejo.

A soja é atualmente a principal cultura da agricultura brasileira, responsável por mais de 56 % da área cultivada do país. O décimo primeiro levantamento da Conab aponta aumento nacional na área plantada de 3,6 % em relação ao ocorrido no exercício anterior. Os níveis de produtividade, alcançados nesta temporada, devido às adversidades climáticas, apresentaram rendimento médio de 2.870 kg ha<sup>-1</sup>, 4,3 % menor em relação ao ocorrido na safra anterior. A produção nacional atingiu 95.418,9 mil toneladas, representando um decréscimo de 0,8 % em relação à safra passada (CONAB, 2015).

Para que a cultura da soja se desenvolva e alcance alta produtividade é necessário que o solo ofereça condições físicas, químicas e biológicas favoráveis.

O solo cultivado no bioma cerrado brasileiro está perdendo a qualidade construída devido ao uso de técnicas de preparo e manejo de solo inadequado como o revolvimento excessivo e a eliminação da cobertura vegetal.

O desafio ao pesquisador é propor aos produtores rurais meios para aumentar e/ou manter a produtividade, utilizando-se de sistemas de preparo e de adubação alternativa que promovam a conservação do solo e da água e possibilite diminuir os custos com o preparo do solo.

Nesse estudo avaliamos o efeito de sistemas de preparo do solo e de adubações mineral e orgânica na semeadura, na produtividade da soja cultivar VTop105.

O estudo foi conduzido no bioma cerrado no terceiro ano desde a implantação manejo, safra 2015/2016, no Instituto Federal do Triângulo Mineiro IFTM – campus Uberaba, localizado na latitude 19° 39'19" S e longitude 47° 57'27" W, a 795 m acima do nível do mar.

O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo (Aw), precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e 21 °C, respectivamente. O solo da área é classificado como um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) nos preparos de solo, com quatro repetições, e em faixas de adubação, com esquema de parcela subdividida.

Os tratamentos principais foram nove sistemas de preparo do solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (*Urochloa ruziziensis*); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (crotalaria juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, *Urochloa ruziziensis*); uso de cobertura do solo (*Urochloa ruziziensis*) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade + arado.

Os tratamentos secundários foram duas faixas de adubação de semeadura: mineral e orgânica.

A área total do experimento foi de 0,72 ha (120 m x 60 m). Cada parcela de preparo teve as dimensões de 10,0 m x 12,0 m. As parcelas foram divididas em faixas (subparcelas) com 5,0 m

de largura cada, onde foram aplicadas as adubações. A semeadura da soja cultivar VTop1059 foi realizada em 4 linhas espaçadas a 0,50 m e 6 m de comprimento. Considerou-se como área útil para as avaliações os 4 m<sup>2</sup> centrais. Os preparos de solo foram realizados de 01 de agosto a 02 de novembro de 2015. A semeadura foi realizada no dia 25 de novembro de 2015 e a colheita no dia 13 de março de 2016.

Durante a semeadura da soja, na faixa mineral, foi incorporado pela semeadora, de acordo com a interpretação da análise de solo, 300 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 4-20-20 (NPK). Na faixa orgânica foi aplicada a mesma quantidade de nutrientes equivalente a 2.230,34 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante orgânico, aplicado em dose única a lanco após a semeadura.

Foram adotados tratos culturais típicos da cultura para controle de pragas e plantas daninhas na época adequada e a colheita feita manualmente.

Para a avaliação da produtividade as plantas da área útil foram coletadas, debulhadas e pesadas. A umidade dos grãos foi ajustada a 0,13 kg kg<sup>-1</sup>. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, a 5 % de probabilidade.

Observamos pelo teste F que não houve interação entre preparos de solo e tipo de adubação. Ao avaliar isoladamente os fatores, os tipos de preparos de solo e de adubação se mostraram estatisticamente iguais.

A produtividade da soja não foi influenciada pelos preparos de solo e nem pela fonte de adubação de semeadura.

Isso mostra que o uso de técnicas conservacionistas de preparo de solo, como a semeadura direta e o preparo biológico, ou de preparo reduzido, como a subsolagem e a escarificação, quando adotados adequadamente, podem se equiparar aos preparos convencionais em que ocorre maior revolvimento do solo que possibilita os efeitos prejudiciais da erosão física e química do solo.

Alem disso mostra o potencial da utilização da adubação orgânica como uma alternativa de nutrição da cultura, que utilizou o nutriente independente da sua fonte.

Técnicas conservacionistas de preparo de solo e de adubação pode ser a alternativa para proporcionar um manejo sustentável do solo com a redução de custos de produção na agricultura e possibilitar o uso mais adequado da disposição final de resíduos orgânicos.

A produtividade da soja cultivar VTop105 não foi afetada pelos sistemas de preparo do solo e nem pelas fontes de adubações mineral e orgânica na semeadura.

Os resultados sugerem a adoção de sistemas de preparos do solo conservacionistas e uso de adubações orgânicas, quando disponíveis.

Agradecimento À FAPEMIG pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais e pelo apoio do IFTM campus Uberaba e EPAMIG.

## Referências

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** – v. 2, n.12 (2015) – Brasília: Conab. ISSN 2318-6852. Safra 2014/2015. Disponível em: < [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_gaos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_gaos_setembro_2015.pdf) > . Acesso em 10 de Agosto de 2016.

## CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA E ÍNDICE ESTRUTURAL DE UM LATOSSOLO BRUNO EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

Karina Maria Vieira Cavaleri-Polizeli<sup>1</sup>, Bruno Vizioli<sup>1</sup>, Gabriel Barth<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Professor, Curitiba - PR, [karina.cavaleri@ufpr.br](mailto:karina.cavaleri@ufpr.br); <sup>2</sup>Fundação ABC.

**Palavras-chave:** estrutura do solo; plantio direto; água disponível.

A determinação da curva de retenção de água (CRA) é uma das práticas mais comuns em física do solo. Com este parâmetro é possível detectar o efeito do manejo na dinâmica da água e a condição estrutural do solo. Um dos modelos mais utilizados para ajustar a CRA é o de van Genuchten (1980), que relaciona o conteúdo de água com o potencial mátrico ( $\psi$ ), este modelo tem alto poder de predição, sua forma é regida pelo conteúdo de água na saturação ( $\theta_s$ ) e o conteúdo de água residual ( $\theta_r$ ), com uma inflexão entre estes pontos; sua forma e inclinação governados pela textura do solo e os parâmetros empíricos  $n$ ;  $m$  e  $\alpha$ . Porém a determinação da CRA em laboratório, medindo-se o conteúdo de água em todos os potenciais, pode levar meses (principalmente em solos argilosos), assim as pedofunções fisicamente fundamentadas vêm se destacando para a estimativa da CRA, pois apresentam exatidão, precisão e confiabilidade nos dados estimados. A partir do exposto o objetivo deste trabalho foi determinar e avaliar a curva de retenção de água e o índice estrutural de um LATOSSOLO BRUNO, conduzido sob distintos usos em sistema de semeadura direta.

O experimento foi conduzido entre março de 2005 e março de 2014 em um LATOSSOLO BRUNO Distrófico típico em Castro - PR. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três tratamentos e três blocos, cada parcela ocupou uma área de 10 m de largura  $\times$  10 m de comprimento (1,0 m de bordadura). Os tratamentos foram: Semeadura direta com Azevém para Silagem - S; Semeadura direta com Azevém em Cobertura - C e Semeadura direta com Azevém para Pastejo - P. Em todos os tratamentos foi cultivado milho para silagem durante a safra de verão e no inverno azevém (submetido aos manejos descritos). Em março de 2014 foram coletadas amostras indeformadas em cilindros volumétricos, na área útil da parcela, no centro das seguintes camadas: 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m. As amostras foram processadas em laboratório e saturadas com água durante 48 h. Após a saturação as amostras foram pesadas para a determinação do  $\theta_s$  e submetidas ao potencial de -100 hPa em câmara de Richards e após o equilíbrio foram pesadas para a determinação da umidade ( $\theta_{100}$ ) e secas em estufa (105 °C - 24 h). Depois de secas as amostras foram pesadas, destorroadas e passadas em peneira com abertura de malha de 2 mm, para a determinação da textura (areia grossa, areia fina, silte e argila) e a densidade de partículas ( $D_p$ ). A densidade do solo ( $D_s$ ) foi determinada pela razão da massa de solo seco pelo volume do cilindro. A CRA foi ajustada através do modelo de van Genuchten (1980), conforme a seguir:  $\theta = \theta_r + \{[(\theta_r - \theta_s) / (1 + (\alpha \cdot \psi)^n)]^m\}$ . Os parâmetros de ajuste  $\theta_r$ ;  $n$ ;  $m$  e  $\alpha$ , foram estimados pela pedofunção SPLINTEX, que determina a CRA a partir dos valores de textura,  $D_p$ ,  $D_s$ ,  $\theta_s$  e um valor de umidade medido ( $\theta_{100}$ ) (PREVEDELLO; ARMINDO, 2015). Foi estimada a umidade para os seguintes potenciais: -10; -20; -40; -60; -80; -100; -250; -330; -5000; -10000 e -15000 hPa, e a CRA foi construída para cada tratamento entre as camadas amostradas. O índice estrutural (IE) foi determinado conforme proposto por Reynolds et al. (2009), conforme a seguir:  $IE = [\text{Matéria Orgânica} / (\text{Argila} + \text{Silte})] \cdot 100$ .

As CRA's estimadas pela pedofunção SPLINTEX apresentam exatidão e precisão, por ser um

modelo fisicamente fundamentado, as condições físicas de cada amostra foi levada em conta (textura, Dp, Ds, umidade), assim como o valor de umidade inserido ( $\theta_{100}$ ) é o que apresenta melhor relação entre a exatidão e precisão da CRA estimada pelo SPLINTEX (SILVA et al., 2014; PREVEDELLO; ARMINDO, 2015).

Os valores de porosidade total (PT), considerado o valor de  $\theta_s$ , e carbono orgânico total (COT), determinado por amostras deformadas pelo método de Walkley-Black, de cada camada, por tratamento, está descrita a seguir: PT ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) 0,00-0,05 m: 0,52 em S; 0,53 em C e 0,51 em P; 0,05-0,10 m: 0,48 em S; 0,50 em C; 0,52 em P; 0,10-0,20 m: 0,51 em S; 0,50 em C e 0,51 em P e 0,20-0,30 m: 0,51 em S; 0,54 em C e 0,52 em P. COT ( $\text{g dm}^{-3}$ ) 0,00-0,05 m: 43,9 em S; 44,8 em C e 43,9 em P; 0,05-0,10 m: 35,0 em S; 35,5 em C; 32,5 em P; 0,10-0,20 m: 31,2 em S; 29,9 em C e 30,8 em P e 0,20-0,30 m: 25,3 em S; 22,7 em C e 26,3 em P.

Os tratamentos não promoveram diferença nas CRA's estimadas, dentro das camadas amostradas, evidenciado pelo volume de água disponível às plantas (AD), conteúdo de água compreendido entre os potenciais de -60 e -15000 hPa, os valores de AD variaram de 0,24 à 0,28  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ , entre os tratamentos dentro das camadas. A similaridade no conteúdo de água é devido a não ocorrer diferenças significativas na PT, que promove a redistribuição e retenção de água no perfil do solo e no COT, que retém água na sua superfície específica. Outro motivo à não significância da retenção de água é, provavelmente, que o volume de raízes foi o mesmo em todos os tratamentos, as raízes têm papel primordial na adição de COT e na formação de bioporos no solo, que redistribuem a água no perfil (ROSIM et al., 2012) e promovem a estabilização da estrutura.

Ao avaliar a estrutura do solo foram observados os seguintes valores de IE (%) na camada de 0,00-0,05 m: 13,16 em S; 13,63 em C e 13,33 em P; 0,05-0,10 m: 10,33 em S; 9,67 em C; 8,80 em P; 0,10-0,20 m: 9,09 em S; 8,65 em C e 9,13 em P e 0,20-0,30 m: 6,95 em S; 6,22 em C e 7,25 em P. Os valores acima de 9 % nas camadas de 0,00-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, em todos os tratamentos, revelam o baixo risco de degradação estrutural do solo, na camada de 0,20-0,30 m os valores de IE em torno de 7 % significam moderado risco de degradação estrutural (REYNOLDS et al., 2009). IE mais elevados em camadas superficiais são esperados devido à maior influência que o COT tem nestas camadas, assim as reduções em camadas mais profundas do solo têm pouco efeito prático, visto que estas serão menos susceptíveis à degradação física proporcionada por ações de uso e manejo do solo (REYNOLDS et al., 2009).

Baseado nos resultados observados, conclui-se que o manejo do azevém em sistema de semeadura direta não promoveu diferenças na retenção de água e não comprometeu a qualidade estrutural do LATOSSOLO BRUNO.

## Referências

PREVEDELLO, C. L.; ARMINDO, R. A. **Física do Solo: com problemas resolvidos**. 2ª ed. rev. ampl. Curitiba: Celso Luiz Prevedello; 2015.

REYNOLDS, W. D.; DRURY, C. F.; TAN, C. S.; FOX, C. A.; YANG, X. M. Use of indicators and pore volume-function characteristics to quantify soil physical quality. **Geoderma**, Amsterdam, v. 152, p. 252-63, 2009.

ROSIM, D. C.; MARIA, I. C.; SILVA, R. L.; SILVA, A. P. Compactação de um Latossolo Vermelho Distroférrico com diferentes quantidades e manejos de palha em superfície. **Bragantia**, Campinas, v. 71, p. 502-508, 2012.

SILVA, A. C.; ARMINDO, R. A.; REIS, A. M. H.; MADURO, L. G.; FIGUEIREDO, C. C.; SILVA, E. T. Validação da curva de retenção de água no solo simulada pelo modelo de pedotransferência SPLINTEX. In: **III Seminário dos**

**Impactos da Agricultura nos Recursos Hídricos e II Fórum de Geo-Bio-Hidrologia**, Santa Maria, 2014.

van GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils.

**Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.



## MODELAGEM DO CRESCIMENTO RADICULAR EM FUNÇÃO DA DINÂMICA DA ÁGUA E RESISTÊNCIA DO SOLO

Moacir Tuzzin de Moraes<sup>1</sup>, Henrique Debiasi<sup>2</sup>, Julio Cezar Franchini<sup>2</sup>, Renato Levien<sup>1</sup>,  
Anthony Glyn Bengough<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Doutorando, Porto Alegre - RS, [moacir.tuzzin@gmail.com](mailto:moacir.tuzzin@gmail.com);

<sup>2</sup>Embrapa Soja; <sup>3</sup>The James Hutton Institute.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; qualidade física do solo; densidade do comprimento radicular.

O crescimento radicular pode ser limitado por vários fatores, dentre os principais se destaca a temperatura, disponibilidade de nutrientes e água, patógenos, aeração e a resistência do solo. Altos valores de resistência do solo à penetração causada pela compactação ou em função do endurecimento com a secagem do solo, restringem a profundidade do crescimento radicular (GREGORY, 2006). Vários processos e mecanismos estão envolvidos na manutenção do crescimento radicular sob estresse hídrico, tais como ajustes osmóticos e as alterações das paredes das células (SCHMIDT et al., 2013).

A resistência do solo à penetração dependendo do potencial matricial tem sido a maior limitação para o crescimento radicular em solos aráveis. Entretanto, este efeito não tem sido incluído em modelos de crescimento radiculares de qualquer grande extensão. Assim, torna-se necessário desenvolver um esquema de modelagem para compreensão dos efeitos físicos do solo para o crescimento radicular de genótipos de plantas em função do manejo do solo.

Modelos matemáticos têm apresentado um importante papel no avanço do entendimento sobre o crescimento radicular e a absorção de água pelas plantas, entretanto, ainda são necessárias melhorias da modelagem dos processos do solo para uma melhor quantificação e predição dos fatores ambientais envolvidos no desenvolvimento das culturas. Além disso, um modelo dinâmico de arquitetura radicular baseado em sistema-L (sistema de Lindenmayer, *L-System*), chamado RootBox que trabalha na linguagem MatLab®, o qual pode simular o crescimento radicular de culturas em 3D (LEITNER et al., 2010).

Assim, este trabalho apresenta um modelo simples para o crescimento radicular em função de características físicas (resistência do solo à penetração, potencial matricial e hipóxia), o qual foi implementado no programa RootBox para contrastantes regimes hídricos e de compactação do solo.

O modelo trabalha em linguagem de programação MatLab®, o qual inclui parâmetros de arquitetura radicular (LEITNER et al., 2010) associado a solução numérica do fluxo de água no solo pelo modelo de Richards (DAM; FEDDES, 2000) e absorção de água pelas plantas pelo potencial do fluxo matricial (JONG VAN LIER et al., 2008). Os parâmetros de entrada são os fatores de clima (precipitação, temperatura, umidade relativa, evaporação e transpiração potencial), do solo (densidade, condutividade hidráulica, curva de retenção de água e de resistência do solo) e de arquitetura radicular (taxa de crescimento inicial, comprimento da zona apical e basal, espaçamento e número de ramificações e ângulo de inserção), período de crescimento e limites de potenciais matriciais.

Os parâmetros de saída do modelo estão relacionados com o solo em 1D ou com a cultura em 3D. No solo obtêm-se a dinâmica da água (infiltração, escoamento superficial, drenagem profunda), evaporação atual, conteúdo de água, potencial matricial, resistência à penetração e condutividade

hidráulica não saturada. Para a cultura, obtêm-se a distribuição e arquitetura do sistema radicular, densidade do comprimento radicular, transpiração atual e absorção de água no perfil do solo.

O crescimento radicular pode ser reduzido pelo efeito combinado da resistência do solo à penetração, da aeração ou do estresse hídrico. A relação entre crescimento radicular e resistência do solo à penetração é exponencial, já a relação entre crescimento radicular e a aeração e o estresse hídrico pode ser representado pela relação com o potencial de água no solo, o qual é expresso pela teoria do modelo de Feddes. Assim, existe um aumento linear do crescimento radicular com a redução do conteúdo de água entre a saturação e a capacidade de campo (6 kPa), e uma redução linear do crescimento radicular entre 10 kPa até o limite de turgidez com que as células podem exercer pressão de penetração no solo de 1 MPa. O efeito acumulativo das limitações físicas, associados com o tempo e o espaço, é chamado de parâmetro de redução do estresse físico que determinam as condições físicas limitantes ao crescimento radicular.

O acoplamento dos modelos da dinâmica da água no solo (equação de Richards) (DAM; FEDDES, 2000), o crescimento radicular (LEITNER et al., 2010) e a absorção de água pelas raízes (termo S, sink term) (JONG VAN LIER et al., 2008) com os efeitos das condições físicas ao crescimento radicular foi realizada em Linguagem de programação MatLab®. O termo S que representa a absorção de água pelas raízes em função da densidade radicular e da densidade do fluxo matricial (integral da condutividade hidráulica não saturada).

Dois cenários foram simulados em LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico, muito argiloso, em sistema plantio direto com a cultura da soja. No primeiro houve a presença de uma camada compactada entre 16 e 20 cm, com precipitação regular (safra 2013/14). O segundo cenário foi avaliado o efeito do déficit hídrico, comparando uma safra com deficiência hídrica no período vegetativo (safra 2009/10) e sem deficiência hídrica (safra 2008/09). Os resultados de densidade do comprimento radicular no campo e simulados foram comparados por meio de relação 1:1.

No primeiro cenário, a presença de camada compactada alterou a distribuição do sistema radicular da soja. Nestas condições, menos raízes conseguiram penetrar a camada compactada, reduzindo a taxa de alongamento radicular, por consequência reduziu a densidade do comprimento radicular dentro e abaixo da camada compacta. O aumento do tempo necessário para as raízes cruzarem a camada compactada reduziu a quantidade de raízes abaixo da camada compacta do solo. A limitação inicial do crescimento radicular na camada de 0-16 cm influenciou na maior absorção de água na camada superficial, reduzido o conteúdo de água e incrementando as limitações físicas ao crescimento pelo potencial matricial.

No segundo cenário, o crescimento do sistema radicular foi dependente das condições físicas do solo influenciadas pela disponibilidade hídrica. No ano agrícola com boa disponibilidade hídrica houve maior aprofundamento do sistema radicular. Os valores de densidade de comprimento radicular simulados e os medidos no campo foram muito similares e próximos da relação 1:1. Os efeitos globais das limitações físicas do solo para o crescimento radicular indicaram que houve maiores limitações físicas no ano com déficit hídrico, e estes ocorreram em função da alta resistência e do baixo conteúdo de água no solo, reduzindo assim a taxa de crescimento radicular da soja. A absorção de água foi dependente da quantidade e distribuição das raízes, com isso as plantas foram submetidas a condições de estresse hídrico, reduzindo a taxa de transpiração atual. A posição de absorção de água foi alterada em função das condições hídricas do ciclo de cultivo.

Esta estrutura e sequência de implementação dos efeitos combinados das condições físicas do solo pode ser usada para estudos das condições de manejo do solo e efeitos climáticos no crescimento radicular das culturas. O modelo deve ser validado para diferentes condições de solo e clima com experimentos de campo para diferentes culturas.

## Referências

DAM, J. C. Van; FEDDES, R. A. Numerical simulation of infiltration, evaporation and shallow groundwater levels with the richards equation. **Journal of Hydrology**, v.233, p.72-85. 2000.

GREGORY, P. J. **Plant roots growth activity and interaction with soils**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 2006.

JONG VAN LIER, Q. DE et al. Macroscopic root water uptake distribution using a matric flux potential approach. **Vadose zone journal**, v.7, n.3, p.1065-1078. 2008.

LEITNER, D. et al. A dynamic root system growth model based on l-systems. **Plant and soil**, v.332, n.1, p.177-192. 2010.

SCHMIDT, S. et al. Root elongation rate is correlated with the length of the bare root apex of maize and lupin roots despite contrasting responses of root growth to compact and dry soils. **Plant soil**, v.372, n.1, p.609-618. 2013.

## VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO SOLO EM PROFUNDIDADE EM ÁREA CULTIVADA COM MAMONEIRA NO PLATÔ DE IRECÊ - BA

Polianna dos Santos de Farias<sup>1</sup>, Luciano da Silva Souza<sup>1</sup>, Arlicélio de Queiroz Paiva<sup>2</sup>,  
Áureo Silva de Oliveira<sup>1</sup>, Carlos Alberto da Silva Ledo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Mestranda, Cruz das Almas - BA, [poliannafarias@yahoo.com.br](mailto:poliannafarias@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz; <sup>3</sup>Embrapa Mandioca e Fruticultura.

**Palavras-chave:** região semiárida; Cambissolo Háplico; amplitude térmica.

A temperatura do solo é um dos atributos mais relevantes para o desenvolvimento dos vegetais. As plantas, de modo geral, possuem maior sensibilidade à temperatura do solo do que à temperatura do ar acima da superfície dele, mas esse fato não costuma ser estimado porque a temperatura do ar é mais comumente medida. A temperatura desfavorável no solo, na maioria das vezes, influencia mais a fotossíntese e a brotação do que o crescimento das raízes, ao contrário do que é esperado (BRADY; WEIL, 2013). Portanto, fica clara a importância de avaliar-se a temperatura do solo em todas as situações, revestindo-se de maior importância no caso específico no Território de Irecê, Bahia, pelo seu clima semiárido, em que o conhecimento da temperatura do solo é de fundamental importância para a compreensão dos processos de evaporação da água e do balanço hídrico no solo.

Assim, este trabalho foi realizado em área degradada do Platô de Irecê, Estado da Bahia, com o objetivo de avaliar a flutuação horária, diária e mensal da temperatura do solo em profundidade.

A temperatura do solo foi monitorada em doze pontos da área experimental, distribuídos nas distâncias 0, 45, 75 e 120 m na coordenada X e 0, 45 e 90 m na coordenada Y, cobrindo assim uma área de 10.800 m<sup>2</sup>. Em cada ponto de medição foram abertas mini-trincheiras e instalados três sensores tipo termopar (cobre-constantan), horizontalmente, nas profundidades de 0,05; 0,10 e 0,20 m. Em seguida, as mini-trincheiras foram fechadas e os cabos dos sensores interligados a um dispositivo do tipo datalogger, programado para realizar leituras horárias e armazenar os dados. Neste trabalho foram analisados os dados horários de temperatura do solo registrados no período de 04/02/2014 a 30/09/2015, registrando-se médias para os dados horários e diários nos meses de janeiro a dezembro. Considerando o período de avaliação, para os meses de janeiro, novembro e dezembro foram utilizados os dados de um único ano e as médias de dois anos para os demais meses. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o aplicativo SAS, versão 9.0 (SAS, 2004).

As temperaturas médias horária e diária mensal do solo apresentaram maior variação nas camadas mais próximas à superfície. Em todos os meses, a camada de 0,05 m de profundidade apresentou maior flutuação de temperatura ao longo do dia, alcançando a temperatura mínima, que variou de 22,0 °C, no mês de julho, a 25,6 °C no mês de outubro, entre 7 e 8 h, e temperatura máxima, que variou de 29,3 °C, nos meses de maio e junho, a 35,5 °C, no mês de outubro, sempre por volta das 16 h.

A defasagem de 1 h entre a temperatura máxima do solo na camada de 0,05 m – que ocorreu às 16 h – e na de 0,10 m – que ocorreu às 17 h –, e de 3 h entre as camadas de 0,05 e 0,20 m – que ocorreu às 19 h –, para a maior parte dos meses, está diretamente relacionada às propriedades térmicas do solo. Portanto, a camada de 0,10 m, para todos os meses, apresentou flutuação de temperatura mais próxima da camada 0,5 m do que da camada de 0,20 m. Resultados semelhantes foram encontrados

por Belan et al. (2013) e Diniz et al. (2014), onde os máximos de temperatura nas profundidades avaliadas ocorreram em horários diferentes. O atraso entre as profundidades demonstrou que a onda de calor necessita de um determinado período de tempo para se propagar no solo, em função da sua lenta capacidade de condução de calor através do seu perfil vertical, como supracitado.

Diniz et al. (2013), em trabalho realizado em região semiárida, encontrou valores mínimos entre 2 e 8 h e valores máximos entre 12 e 17 h. Oliveira et al. (2010) estudando a difusividade térmica do solo em Campina Grande-PB, verificaram que as regiões mais próximas a superfície do solo apresentaram as temperaturas mais baixas por volta das 5 h e as máximas em torno das 14 h. Belan et al. (2013) também encontrou valores máximos na camada superficial do solo entre 12 e 14 h, e Kunz et al. (2002) verificaram que a máxima temperatura do solo ocorreu em torno das 16 h, o que corrobora com o resultado encontrado.

De maio a julho a temperatura diária do solo foi mais baixa e mais constante, não tendo ocorrido, de modo geral, ganhos ou perdas bruscas de temperatura para as três profundidades estudadas. o que pode ser atribuído à influência da temperatura atmosférica, cujas menores médias mensais foram encontradas nestes meses, bem como à baixíssima pluviosidade.

Os dados diários dos meses de fevereiro, abril, novembro e dezembro evidenciaram quedas significativas na temperatura do solo, devido ao índice pluviométrico que foi bastante superior ao dos demais meses. Segundo Brady e Weil (2013), as baixas temperaturas de um solo saturado com água são devidas, em parte, à evaporação da água – um processo que consome muito calor – e, em parte, ao seu elevado calor específico, que é  $1 \text{ cal g}^{-1}$ , enquanto a do solo seco é  $0,2 \text{ cal g}^{-1}$ . Ainda segundo esses autores, a temperatura de poucos centímetros superiores do solo saturado é comumente 3 a 6 °C mais baixa que a do solo seco ou ligeiramente úmido. Isso ocorreu também no presente estudo, onde, por exemplo, a menor temperatura média diária na profundidade de 0,05 m foi de 25,7 °C para o mês de fevereiro, 23,4 °C para abril, 23,1 °C para novembro e 24,1 °C para dezembro, o que representa uma queda de 3,3 a 5 °C dos meses com baixa precipitação para os mais chuvosos. Em estudo realizado por Diniz et al. (2013), os meses de menores temperaturas do solo foram justamente os meses que tiveram maior precipitação.

Comparando as amplitudes térmicas no solo dos meses estudados, tanto para os dados médios horários como diários, verificou-se menor variação da temperatura do solo com o aumento da profundidade, independente das variáveis externas que influenciam o aumento ou perda de calor do solo.

Concluiu-se que: (1) o máximo valor de temperatura do solo ocorreu às 16 h (0,05 m), 17 h (0,10 m) e 19 h (0,20 m), para a maioria dos meses do ano; (2) a máxima e mínima temperatura horária mensal foi observada em setembro e maio, e a máxima e mínima temperatura diária mensal em outubro e julho, respectivamente; e (3) para a maioria dos dias, a temperatura do solo manteve-se recomendável para a mamoneira cultivada na área.

## Referências

BELAN, L. L.; XAVIER, T. M. T.; TORRES, H.; TOLEDO, J. V.; PEZZOPANE, J. E. M. Dinâmica entre temperaturas do ar e do solo sob duas condições de cobertura. **Rev. Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 11, p. S147, 2013.

Brady, N. C.; Weil, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 685 p.

DINIZ, J. M. T.; CARNEIRO, R. G.; ALVINO, F. C. G.; SOUSA, E. P.; SOUSA, E. P.; SOUSA JÚNIOR, J. R. Avaliação do comportamento térmico diário do solo de Campina Grande-PB. **Agro. Científica no Semiárido**, v. 9, p. 77-82, 2013.

KUNZ, M.; SANTI, G.; REINERT, D.; REICHERT, J.; SEQUINATO, L.; OSÓRIO FILHO, B. Temperatura do solo influenciada pelo sistema de manejo dado ao solo para a cultura do feijoeiro. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**, 14., 2002, Cuiabá. Anais... Cuiabá: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, S. S.; FIDELES FILHO, J.; OLIVEIRA, S. V.; ARAÚJO, T. S. Difusividade térmica do solo de Campina Grande para dois períodos do ano. **Rev. de Geogr.**, v. 27, p. 179-189, 2010.

SAS INSTITUTE Inc. **SAS/STAT user's guide**. 4.ed. Raleigh: 2004. v. 9, 846 p.

## EFEITO DE CULTURAS ANTECEDENTES NA PRODUTIVIDADE DO MILHO VERDE SOB PLANTIO DIRETO EM ARGISSOLO

Alceu Pedrotti, João Lucas Santos Souza, Ana Gabriela Soares Felix,  
Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira, Richard Matos de Souza

Universidade Federal de Sergipe, Professor, São Cristóvão - SE, [alceupedrotti@gmail.com](mailto:alceupedrotti@gmail.com).

**Palavras-chave:** Tabuleiro Costeiro; sistema de cultivo; Sergipe.

O solo tem um importante papel no meio ambiente, funcionando como integrador ambiental e reator, acumulando energia solar na forma de matéria orgânica, reciclando água, nutrientes e outros elementos e alterando compostos químicos.

Os Tabuleiros Costeiros fazem parte de um ecossistema de grande importância na região Nordeste do Brasil, pelo expressivo contingente populacional nele residente, cerca de 45 % desta região, como também pela exploração da cana-de-açúcar, fruticultura, culturas anuais e pecuária. Apesar de sua importância, os Tabuleiros Costeiros apresentam limitações como coesão física e deficiência química do solo e, na região em que ocorrem, há irregular distribuição de chuvas, que se concentram em um pequeno período do ano.

O plantio direto constitui uma alternativa para diminuir a degradação acelerada do solo e, conseqüentemente, aumentar a sua capacidade produtiva. Isto adquire singular importância nos diversos estados da região Nordeste, em decorrência da deficiência hídrica que, em maior ou menor grau, está presente em toda a região, fragilizando ainda mais os ecossistemas.

Portanto, na região dos Tabuleiros Costeiros Sergipanos, em virtude das limitações físicas e químicas do solo, com horizontes coesos e baixa CTC, e da irregular distribuição de chuvas como limitação meteorológica, existe a necessidade de estudos de sistemas conservacionistas de manejo de solo que não comprometam a produtividade.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de quatro culturas antecedentes na produtividade do milho em espigas de milho verde, quando submetido ao sistema de Plantio direto em ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO na região Central dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe, em experimento de longa duração, mais especificamente analisando-se os parâmetros de produtividade no 15º ano de condução do experimento.

O experimento está instalado no “Campus Rural” – Fazenda Experimental dos Cursos de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Sergipe (10°19’S e 36°39’O). O solo do local é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO derivado do grupo Barreiras (EMBRAPA, 2006). O clima da região é classificado de acordo com Köppen como As’, tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de Abril a Setembro.

Adotou-se o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram de quatro culturas antecedentes ao cultivo do milho (BM 3061 da Biomatrix): crotalária (*Crotalaria juncea*), guandu (*Cajanus cajan*), girassol (*Helianthus annuus*) e milheto (*Pennisetum americanum*), distribuídas ao acaso em três repetições. Os tratamentos foram arranjados nas subparcelas com área total de 60 m<sup>2</sup>, espaçadas com faixas de 1 m, permitindo a manobra de máquinas e implementos sem prejuízo da faixa vizinha e seguindo o sistema de irrigação fixo por aspersão implantada no local. A adubação e a calagem foram realizadas a partir da análise química do solo, segundo recomendações para cada cultura constantes na 1ª edição do Boletim Técnico no 100 do IAC.



Os dados de parâmetros de produção do milho foram submetidos à análise de variância e, em seguida, as médias comparadas pelo teste de médias Tukey a 5 % de probabilidade. Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

Em aspectos gerais, as produtividades médias variaram desde 5.414 kg ha<sup>-1</sup> a 9.774 kg ha<sup>-1</sup>. Desta forma, destaca-se que estes valores são muito superiores a produtividade média do milho para a região Nordeste, que foi de 1.532 kg ha<sup>-1</sup> e para estado de Sergipe que foi de 3.560 kg ha<sup>-1</sup>, no ano de 2008, conforme Conab (2011)

Observou-se que o uso da crotalária como cultura antecedente ao milho, proporcionou os maiores valores em peso de espigas e números de espigas, constatando-se diferença estatística nessas variáveis. Plantas leguminosas cultivadas em antecessão ao milho verde, através de seus resíduos deixados sob o solo, proporcionou melhoria na qualidade do solo, principalmente nos atributos físicos, químicos e biológicos, traduzindo em maior produtividade, aumentando a rentabilidade e a sustentabilidade da atividade agrícola. Sendo assim a utilização adequada destas plantas de cobertura do solo complementa e contribui para a obtenção de melhor eficiência dos sistemas conservacionistas, podendo ao longo do tempo, aumentar os teores de matéria orgânica, conforme (SILVEIRA; CUNHA, 2002). Já em relação ao número de plantas, não houve diferença estatística. Porém, a leve diferença superior quanto ao número de plantas, não foi suficiente para se reverter no número mais elevado de espigas. Isto foi observado quando do uso do milheto como cultura antecedente, embora se tivesse número de plantas, o maior número de espigas foi quando utilizou-se a crotalária como cultura antecedente. Esse resultado está de acordo com os obtidos por Andrioli et al. (2008), que, trabalhando em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, no cultivo de milho em sistema de plantio direto, concluíram que a utilização da crotalária como cultura em antecessão proporcionou maiores valores de produtividade em relação ao milheto e lablab.

As culturas da crotalária, milheto, girassol e guandu contribuíram em ordem sequencial para maiores à menores produtividades do milho em sistema de plantio direto, ao final de 15 anos de condução do experimento. Os valores de produtividade do milho, obtidos pelos parâmetros avaliados, foram satisfatórios no sistema estudado (PD), comprovando os benefícios do não revolvimento associado a culturas em antecessão, resultando em valores acima da média do estado, o que demonstra que o sistema de Plantio direto possui potencial de uso nas explorações agrícolas no Estado de Sergipe e nos Tabuleiros Costeiros.

## Referências

ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; ANDRIOLI, F.F.; COUTINHO, E.L.M. Produção de milho em plantio direto com adubação nitrogenada e cobertura do solo na pré- safra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p.1691-1698, ago. 2008.

CONAB. **Grãos – safra 2009/2010 sexto levantamento**. Disponível em: . Acesso em: 17 agosto 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

SILVEIRA, P.M. & CUNHA, A.A. Variabilidade de micronutrientes, matéria orgânica e argila de um Latossolo submetido a sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.9, p.1325-1332, 2002.

## ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DA SOJA COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA E PREPAROS DE SOLO

Gustavo Azevedo da Fonseca Lorenti, Adelar José Fabian, Luis Fernando de Mendonça Siqueira, Jeferson Carlos de Oliveira Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Estudante de Engenharia Agrônômica, IFTM campus Ubera, Uberaba - MG, [gu.lorenti@gmail.com](mailto:gu.lorenti@gmail.com).

**Palavras-chave:** conservação do solo; *Glycine max*; adubação alternativa.

A cultura da soja no Brasil apresentou o segundo maior crescimento em área nas últimas décadas, ocupando uma área plantada de 58,5 milhões de hectares com produção de 102,1 milhões de toneladas sendo o estado do Mato Grosso o maior produtor do país (CONAB, 2015).

É pela cultura da soja que se obtém a maior produção oleaginosa, o que destaca a sua importância econômica e alimentícia, podendo ser utilizada tanto na alimentação humana quanto na animal.

O uso intensivo do solo utilizando vários cultivos por ano tem mostrado crescimento, aumentando a produção e a oferta de alimentos. Assim se faz necessário a adoção de boas práticas de manejo do solo e de tratamentos culturais para manter a sustentabilidade da produção.

Nesse estudo avaliamos o efeito de sistemas de preparo do solo e de adubação orgânica na semeadura, nos atributos morfológicos da soja VTOP 1059.

O estudo foi conduzido no bioma cerrado no terceiro ano desde a implantação manejo, safra 2015/2016, no Instituto Federal do Triângulo Mineiro IFTM – campus Uberaba, localizado na latitude 19° 39'19" S e longitude 47° 57'27" W, a 795 m acima do nível do mar.

O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo (Aw), precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e 21 °C, respectivamente. O solo da área é classificado como um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) nos preparos de solo, com quatro repetições, e em faixas de adubação, com esquema de parcela subdividida.

Os tratamentos foram nove sistemas de preparo do solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (*Braquiaria ruziziensis*); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (*Crotalaria juncea*, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária *ruziensis*); uso de cobertura do solo (*Braquiaria ruziziensis*) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado.

A área total do experimento foi de 0,72 ha (120 m x 60 m). Cada parcela de preparo teve as dimensões de 10,0 m x 12,0 m. As parcelas foram divididas em faixas (subparcelas) com 5,0 m de largura cada, onde foram aplicadas as adubações. A semeadura da soja cultivar VTop1059 foi realizada em 4 linhas espaçadas a 0,50 m e 6 m de comprimento. Considerou-se como área útil para as avaliações os 4 m<sup>2</sup> centrais. Os preparos de solo foram realizados de 01 de agosto a 02 de novembro de 2015. A semeadura foi realizada no dia 25 de novembro de 2015 e a colheita no dia 13 de março de 2016.

Durante a semeadura da soja foram aplicados 2.230,34 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante orgânico, aplicado em dose única a longo após a semeadura, equivalente a 300 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 4-20-20 (NPK).

Foram adotados tratamentos culturais típicos da cultura para controle de pragas e plantas daninhas na

época adequada e a colheita feita manualmente.

Em cada parcela, foram retiradas 10 plantas para avaliar a altura das plantas, inserção da primeira vagem, número de vagens e número de grãos por vagens.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, a 5 % de probabilidade, e quando verificado efeito significativo, procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

A altura das plantas de soja foi afetada pelo sistema de preparo do solo. No tratamento com arado as plantas apresentaram maior altura que os demais. renovação com grade e preparo biológico produziram as menores plantas. Isso pode ser devido a abertura de poros maiores no preparo com arado, facilitando o crescimento radicular e a parte aérea. No preparo biológico, as espécies utilizadas ainda não proporcionaram os benefícios esperados.

A altura de inserção de vagens e vagens com quatro grãos foram estatisticamente iguais na média dos tratamentos.

Para a variável do número total de vagens, vagens com um, dois e três grãos tratamentos com arado e com escarificador apresentaram maior média do que a semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo, SSD sem cobertura do solo e o preparo biológico.

Os sistemas de preparo do solo afetam os atributos morfológicos da cultura da soja.

Apoio: IFTM campus Uberaba. EPAMIG.

À FAPEMIG pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 2, n.12 (2015) – Brasília: Conab. ISSN 2318-6852. Safra 2014/2015. Disponível em: < [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf) > . Acesso em 10 de Agosto de 2016.

## TÉCNICA DO MINIRHIZOTRON AVALIA DINÂMICA DE RAÍZES E ECTOMICORRIZAS SOB SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL

Wanderlei Bieluczyk<sup>1</sup>, Marisa de Cássia Piccolo<sup>1</sup>, Marcos Gervasio Pereira<sup>2</sup>,  
Alberto Carlos de Campos Bernardi<sup>3</sup>, José Ricardo Macedo Pezzopane<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo, Doutorado, Piracicaba - SP, [wanderleibieluczyk@usp.br](mailto:wanderleibieluczyk@usp.br); <sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; <sup>3</sup>Embrapa Pecuária Sudeste.

**Palavras-chave:** sistema radicular; eucalipto; braquiária.

As raízes finas são responsáveis pela absorção de água e nutrientes e constituem a maior fonte de entrada de carbono no solo (TINGEY et al., 2005). Em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e integração lavoura pecuária-floresta (ILPF) o pastejo por bovinos pode estimular a constante renovação do sistema radicular (SR) das espécies forrageiras. A diversidade raízes de espécies vegetais em sistemas agrossilvipastoris abrange melhor o perfil do solo, pois o SR das herbáceas concentra-se em camadas mais superficiais, e o das espécies arbóreas, como as do gênero *Eucalyptus* sp., intercepta e recicla nutrientes de camadas mais profundas (LACLAU et al., 2013). Além disso, há evidências que o SR das braquiárias sob ILP explora melhor o solo e cresce mais em profundidade, reciclando os nutrientes oriundos da adubação da lavoura. O *Eucalyptus* sp. também pode desenvolver associação com fungos arbusculares e ectomicorrizas, potencializando a eficiência do uso de nutrientes e sequestro de carbono no solo (MELLO et al., 2006).

Diante da escassez de avaliações sobre a dinâmica e morfologia radicular no campo, e métodos laboriosos e de baixa acurácia utilizados, recentemente têm sido desenvolvidas metodologias de amostragem não destrutiva, com destaque para a técnica do minirhizotron. O uso de minirhizotrons permite avaliações de processos biológicos como o desenvolvimento das raízes no perfil do solo e a proliferação de hifas de fungo ao longo do tempo. As imagens periódicas, escaneadas no campo, são utilizadas para quantificar o crescimento radicular, caracterizar a morfologia das raízes e suas interações com alguns organismos no solo (REWALD; EPHRATH, 2013).

Diante do exposto este estudo tem como objetivo identificar a dinâmica radicular de gramíneas (*Urochloa brizantha* cv. Piatã + *Zea mays*), do *Eucalyptus urograndis* (Clone GG100) e ectomicorrizas em sistemas integrados de produção agropecuária. Dessa forma objetivou-se avaliar os efeitos do pastejo extensivo (PE), da ILP e da ILPF no crescimento radicular, em avaliações espaçadas no tempo.

Os sistemas foram instalados em uma área previamente utilizada com PE, localizada na Embrapa Pecuária Sudeste (22°01'S, 47°54'O, 856 m alt), São Carlos, SP. Os tratamentos foram: (i) PE com *Urochloa decumbens* desde 1980; (ii) ILP, com rotação de dois anos de *Urochloa brizantha* cv. Piatã e um ano de *Zea mays* desde 2005; (iii) ILPF incluindo além da *Urochloa brizantha* e *Zea mays*, o *Eucalyptus urograndis* (Clone GG100) com entrelinhas de 15 metros. Neste tratamento, instalado em 2011, as distâncias de 1,9, 4,3, e 7,5 m também foram avaliadas. Na ILPF a rotação de culturas e manejo do pastejo foi semelhante à ILP. Os minirhizotrons (n = 5) foram instalados na primeira semana de julho de 2014 com objetivo de avaliar o período de cultivo do milho+braquiária na ILP e na ILPF, contido entre novembro de 2014 e março de 2015. Foram produzidas imagens a cada 14 dias com uso de escâner modelo CI-600 Root Growth Monitoring System (CID Inc., WA, EUA) nas camadas de 0,0-0,14, 0,15-0,28, 0,29-0,42, 0,43-0,56 e 0,57-0,70 m. O crescimento de raízes finas, e a distinção entre as ectomicorrizas e as raízes das gramíneas e do eucalipto foram obtidos por meio do uso do

programa WinRHIZO Tron MF 2013c (Régent-Canadá).

No final de dezembro, mês de janeiro e início de fevereiro ocorreu a maior taxa de acúmulo de raízes, bem como maior produção diária de raízes finas (PDRF) na ILP e na ILPF. Tal período, entre 17/12/2014 e 21/01/2015, correspondeu com a idade do milho de 30 e 65 dias. Esse período está contido entre as fases V3 (três folhas totalmente desenvolvidas) e R1 (embonecamento e polinização) dessa cultura. O pico de produção diária de raízes ocorreu entre 07/01/2015, estando o milho na fase V10 (fase de rápido crescimento), e 21/01/2015, quando o milho se encontrava na fase VT (início do pendramento).

A fase V10 de desenvolvimento do milho é caracterizada pela cultura apresentar a maior demanda no suprimento de água e nutrientes. Diante disso a planta investe no crescimento radicular para atender a demanda energética, a fim de incrementar biomassa aérea, e em etapas posteriores possibilitar a produção de grãos. Após a fase R1 o crescimento radicular diminuiu, podendo ter ocorrido a remobilização dos nutrientes para os órgãos reprodutivos da cultura do milho.

A área de ILP produziu e acumulou mais raízes quando comparada aos demais sistemas avaliados. A ILP acumulou 107 m de raízes por m<sup>2</sup> de solo, valor bem superior quando comparado a área de ILPF, com 43 m m<sup>-2</sup>. A presença da espécie arbórea (*Eucalyptus urograndis*) influenciou na dinâmica das raízes do consórcio de milho e braquiária sob cultivo em ILPF, reduzindo o crescimento de seus SR. Foi observado visualmente que sob ILP que a biomassa da parte aérea da *Urochloa brizantha*, nas entrelinhas do milho, teve melhor desenvolvimento quando comparada a da área sob ILPF, o que pode ter favorecido incrementos no crescimento radicular.

A dinâmica na entrelinha do eucalipto na ILPF também se diferiu quanto a produção e o acúmulo de raízes. Na distância 1,9 m, a mais próxima das árvores, a PDRF e comprimento total acumulado (CTA) de raízes das raízes das gramíneas (*Zea mays* + *Urochloa brizantha*) foram limitados. O CTA dessas raízes foi menor nessa distância, e maior nas distâncias de 4,3 e 7,3 m, não havendo diferenças entre as duas últimas. O sombreamento das árvores de eucalipto reduz a radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA), principalmente em áreas mais próximas a estas. Em áreas sem a presença do eucalipto a RFA é maior, o que pode possibilitar o melhor desenvolvimento da parte aérea das gramíneas e consequentemente promover aumento na PDRF.

A associação com ectomicorrizas ocorreu somente na ILPF, e nesta área essas estiveram presentes nas três distâncias avaliadas. O SR do eucalipto se desenvolveu principalmente em período inicial de avaliação (antes da semeadura do milho) o que pode estar relacionado com o período de acomodação da terra circundante aos tubos de acrílico dos minirrhizotrons. A abertura dos orifícios no solo promove o corte das raízes ali presentes, havendo um estímulo inicial de crescimento, o que tende a se normalizar após alguns meses de instalação, dependendo do local e clima (REWALD; EPHRATH, 2013). O CTA de raízes do eucalipto foi maior para as distâncias de 7,5 e 1,9 m da linha do eucalipto, seguindo o mesmo padrão para o CTA das ectomicorrizas, que sempre estiveram associadas ao SR do eucalipto e não ao das gramíneas.

Dessa forma substituir o pastejo extensivo pelo cultivo de milho (*Zea mays*) consorciado com a *Urochloa brizantha*, incrementou significativamente a PDRF, principalmente entre as fases fisiológicas V10 e R1 de desenvolvimento de plantas do milho. O *Eucalyptus urograndis* com quatro anos de idade, embora desenvolva associações com ectomicorrizas, no arranjo espacial estudado na ILPF é um fator limitante ao desenvolvimento radicular das gramíneas (*Zea mays* e *Urochloa brizantha*).

Nós agradecemos ao CNPq e à FAPESP pelo apoio no projeto 2014/17927-2, e a Embrapa Pecuária Sudeste por permitir e nos ajudar a conduzir esta pesquisa.

## Referências

LACLAU, J-P. et al. Dynamics of soil exploration by fine roots down to a depth of 10 m throughout the entire rotation in *Eucalyptus grandis* plantations. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 4, n. 243, p. 1-12, 2013.

Mello, A.H. et al. Fungos arbusculares e ectomicorrízicos em áreas de eucalipto e de campo nativo em solo arenoso. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 293-301, 2006.

REWALD, B.; EPHRATH, J.E. Minirhizotron techniques. In: ESHEL, A.; BEECKMAN, T. (Ed.). **Plant roots: the hidden half**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2013. 831 p.

Tingey, D.T. et al. Estimates of Douglas-fir fine root production and mortality from minirhizotrons. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 204, n. 2, p. 359-370, 2005.



## COMPACTAÇÃO DO SOLO E ESTRESSE HÍDRICO NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE SOJA

Tatiane Priscila Chiapetti, Edleusa Pereira Seidel, Eloisa Mattei, Marcell Shiratsu Sgarioni

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Mestrando, Marechal Cândido Rondon - PR,  
*tatianechiapetti@gmail.com*.

**Palavras-chave:** densidade do solo; déficit hídrico; *Glycine max*.

A cultura da soja no Brasil ocupa lugar de destaque e relevância para a agricultura brasileira ocupando extensas áreas e possuindo expressiva produtividade (BERGAMIN et al., 2013). A área plantada em 2012/2013, foi estimada em 27,71 milhões de hectares sendo 2,67 milhões de hectares superior à da safra anterior. Entretanto, para o alcance desses números é necessário o principal suporte da produção agrícola, o solo. Este tem seu comportamento regido por um complexo conjunto de fatores que afetados pelo clima tendem ao equilíbrio (RICHART et al., 2005). Nos ecossistemas naturais esse equilíbrio é atingido de forma espontânea devido à interação entre a cobertura vegetal e os atributos do solo e os processos biológicos que ocorrem no solo (CARDOSO et al., 2011). Sob a ação humana essa estabilidade é quebrada, pois a exploração agrícola é inevitável para assegurar a produção de alimentos e isso induz o solo à degradação.

Nos últimos anos, estudos sobre a qualidade do solo tem tido significativa evolução, quase sempre justificados pela necessidade da avaliação do comportamento de atributos físicos em áreas cultivadas e sob pastagens. Esses diferentes atributos têm sido utilizados para a caracterização das modificações físicas resultantes da compactação resultante da pressão do tráfego de maquinários, pisoteio ou ainda os diferentes sistemas de preparo e manejo (KUNZ et al., 2013).

A compactação resultante do crescimento radicular das plantas afeta a sua capacidade de absorção de água e nutrientes e a própria fixação ao solo, resultando assim na debilitação e no acamamento, principalmente quando a compactação é na camada superficial. Essa compactação compromete a parte aérea das plantas, reduzindo a sua área foliar e produtividade. Em geral a compactação ocorre em solos de manejo inadequado o que causa grandes prejuízos principalmente em regiões com déficit pluviométrico ou irregular. Já foi observado perdas de até 75 % de produtividade em decorrência disso e da sensibilidade da espécie (GUIMARÃES et al., 2001). Na agricultura moderna o uso frequente de máquinas e implementos agrícolas pesados, com o tempo, inevitavelmente resulta na compactação do solo.

A compactação do solo promove alterações nos atributos físicos que por meio do aumento da densidade aumentam também a resistência à penetração das raízes das plantas no solo (ALAKUKKU et al., 2003).

Nesse contexto, objetivou-se estudar o desenvolvimento inicial da cultura da soja implantada em LATOSSOLO VERMELHO Eutroférrico com diferentes densidades e submetida ao déficit hídrico artificial.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (5 x 2) com quatro repetições.

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012 em casa de vegetação de Controle Biológico e Cultivo Protegido Professor Mário César Lopes, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da



Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, Paraná. Para a realização do experimento foi utilizado solo típico da região; um LATOSSOLO VERMELHO, de textura muito argilosa.

Para obter as diferentes densidades de solo, foram feitos corpos de prova.

A determinação de densidade do solo (Ds), no corpo de prova foi feita na profundidade de 0-0,025 m, e calculada pelo método do anel volumétrico.

A semeadura da soja foi realizada em 16 de outubro de 2012 utilizando a cultivar V-MAX. Foram semeadas manualmente oito sementes de soja por vaso em uma profundidade de 5 cm. Após cinco dias da germinação foram selecionadas quatro plantas por vaso e as demais foram cortadas rentes o solo.

Não houve necessidade de controle de pragas e doenças. A irrigação foi feita de acordo com cada tratamento, os tratamentos sem déficit hídrico foram irrigados de acordo com as necessidades diárias da cultura, os tratamentos com déficit hídrico foram irrigados normalmente até trinta dias após a emergência da soja, quando então foi submetida a um déficit hídrico, que durou cerca de quatro dias. Após o termino do déficit hídrico a cultura foi irrigada igualmente até ser retirada dos vasos, ficando nos vasos cerca de aproximadamente 30 dias.

Foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas (foi realizado com as plantas no estágio R1 medindo a planta a partir do colo até a extremidade da planta com auxílio de uma fita métrica graduada em centímetros), massa seca de parte aérea e massa seca de raiz. As raízes foram acondicionadas em sacos de papel identificados, e então colocadas para secar em estufa de secagem com circulação de ar forçada a 65 °C, até obterem massa constante, após a retirada da estufa foram pesadas em balança de precisão. Para avaliar o comprimento de raiz. Inicialmente as raízes foram imersas em água em seguida lavadas em água corrente até a retirada de todo o solo, em seguida foram colocadas em uma bancada e mensuradas com uma fita métrica graduada em centímetros. Avaliou-se também o volume de raiz (o volume de raiz foi avaliado com o auxílio de uma proveta graduada de 1000 mL. A proveta foi preenchida com um volume de 600 ml de água e em seguida imergiu-se as raízes de soja sendo então medido o volume de água deslocado, este volume de água deslocado correspondeu ao volume de raízes.

A altura de planta foi afetada pelas densidades do solo e pelo regime hídrico, enquanto a massa seca da parte aérea e do sistema radicular foram influenciadas apenas pelo regime hídrico. Para o comprimento de raiz houve efeito significativo apenas para as densidades do solo, enquanto o volume radicular foi afetado pela interação dos fatores. A maior altura de plantas e comprimento de raiz foi obtida quando as plantas foram cultivadas no solo com a densidade de 1,17 Mg m<sup>-3</sup> e para comprimento de raiz não houve diferença significativa entre esta densidade e a 1,38 Mg m<sup>-3</sup>. O maior volume de raiz foi obtido quando a soja foi cultivada na densidade de 1,00 Mg m<sup>-3</sup>. A imposição do déficit hídrico reduziu o acúmulo de massa seca do sistema radicular e da parte aérea das plantas de soja. Densidades do solo acima de 1,23 Mg m<sup>-3</sup> limitam o crescimento da parte aérea e do sistema radicular das plantas de soja. A deficiência hídrica reduz o acúmulo de massa seca das plantas de soja.

## Referências

BERGAMIN, A.C.; VENTUROSIO, L.R.; SOUZA, F.R.; VITORINO, A.C.T. Manejo convencional do solo e semeadura direta com diferentes intervalos de dessecação do milho sobre o desenvolvimento inicial da soja. **Planta daninha**, Viçosa, v.31 n.1, jan./mar, p. 137-146, 2013.

CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; FREITAS, D.A.F. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG, v.35, n.2, pp. 613-622, 2011.

GUIMARÃES, C. M.; STONE L.F.; MOREIRA, J. A.A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. II: efeito sobre o desenvolvimento radicular e da parte aérea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. V.6, n.2, p.213-218, 2002.

KUNZ, M.; GONÇALVES, A. D. M. De A.; REICHERT, J. M.; GUIMARÃES, R. M. L.; REINERT, D. J.; RODRIGUES M. F. Compactação do solo na integração soja-pecuária de leite em latossolo argiloso com semeadura direta e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, V. 37, p. 1699-1708, 2013.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: Causas e efeitos. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v.26, p.321-344, 2005.

ALAKUKKU, L.; WEISSKOPF, P.; CHAMEN, W.C.T. Prevention strategies for field traffic-induced subsoil compaction: a review. Part I. Machine/soil interactions. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.73, n. 01/02, p. 145-160, 2003.

## USO DE COBERTURA PLÁSTICA SOB LATOSSOLO CULTIVADO COM CITROS NO SUL DE MINAS GERAIS

Pedro Antônio Namorato Benevenuto, Samara Martins Barbosa, Vinicius Moribe Pereira, Rodrigo Fonseca da Silva, Geraldo César de Oliveira

Universidade Federal de Lavras, Graduando, Lavras - MG, *benevenutepedro@gmail.com*.

**Palavras-chave:** retenção de água; mulching; proteção do solo.

Um bom manejo é aquele que promove boa produção e oferece a possibilidade ao solo de assegurar suas boas qualidades físicas e químicas garantindo assim uma melhor produção no futuro. No que se refere à escolha do manejo, deve ser considerado aquele que proporcione proteção do solo contra erosão hídrica, conservação ou o aumento do teor de matéria orgânica e economia de água (NEVES; DECHEN, 2001).

O estado de Minas Gerais representa o quarto estado de maior área territorial sendo o mesmo cortado por expressivas cadeias de montanhas e nos últimos tempos tem-se observado a expansão da produção de citros para essa região. Neste Estado predominam os climas tropical e tropical de altitude, possuindo inverno seco e verão com chuvas volumosas e de elevada intensidade, sendo que para a região do sul de Minas são encontrados dados bastante expressivos no que diz respeito aos índices pluviométricos. Estas condições exigem uma melhor proteção do solo a partir do uso de determinadas práticas de manejo, a exemplo o mulching plástico.

O mulching segundo o vocabulário de Ciência do solo é todo material tal como palha, serragem, plástico, entre outros, que é colocado sobre a superfície do solo com o intuito de proteger o mesmo (ROSENBERG, 1974). Portanto, os diferentes tipos de mulching podem modificar as condições edafoclimáticas, sendo essas modificações dependentes das propriedades dos materiais utilizados e do tipo de solo (MORAIS, 2006).

De acordo com Tavares (1997), a partir da utilização do plástico na agricultura, notou-se que a realização de novos modelos de cultivo tem se mostrado bastante eficientes quando bem manejados, proporcionando assim uma maximização da produção bem como obtenção de produtos de melhor qualidade.

O objetivo deste trabalho é avaliar indiretamente a efetividade da utilização do mulching recobrando parcelas cultivadas com citros, por meio do estudo da curva de retenção de água no solo.

O estudo foi realizado em um pomar de citros localizado na fazenda experimental Dr. Sílvio Menicucci, da Unidade Regional Sul de Minas – URESM, no município de Lavras, cedida à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG pela Prefeitura Municipal de Lavras - MG. O solo foi classificado como Latossolo de textura argilosa.

Para o plantio das mudas, foram abertas covas com dimensões de 0,60 x 0,60 m. Para o preparo do solo foi realizada uma aração seguida de gradagem, além de correções de acidez e adubações. O plantio foi realizado em setembro de 2011, com a cultivar Navelina enxertada sobre o porta enxerto Poncirus Trifoliata, dispostas em espaçamento de 6 x 4 m.

O experimento foi instalado em blocos casualizados com duas repetições. Foram utilizados 3 tratamentos: cobertura do solo com plástico branco, plástico preto e uma testemunha sem a cobertura plástica. As coberturas plásticas foram instaladas depois de seis meses da implantação, no ano de 2012.

Para coleta de material de solo e estudo de perfil, em março de 2013 foi aberta uma trincheira contemplando duas plantas (uma em cada bloco) em cada tratamento, onde foram coletadas duas amostras indeformadas por planta (totalizando 4 repetições) nas camadas de 0 - 0,05; 0,20 - 0,25; 0,90 - 0,95 m.

As amostras indeformadas foram saturadas com água destilada, cujo processo demorou aproximadamente 24h. Posteriormente estas amostras foram submetidas aos potenciais matriciais de -2, -4, -6 e -10 kPa nos funis de Buchner, e aos potenciais de -33, -100, -500 e -1500 kPa nas câmaras de Richard. Em seguida, após a obtenção das umidades do solo em cada potencial matricial, os dados foram ajustados no programa SWRC (Soil Water Retention Curve) obtendo-se assim as curvas de retenção de água do solo seguindo a metodologia proposta por (EMBRAPA et al., 2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo utilizada a mata como tratamento adicional. Para a comparação das médias foi aplicado o teste de Scott-Knot a 5 % de probabilidade, por meio do pacote estatístico R. (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

No que se refere à avaliação dos tratamentos verifica-se para os mesmos a ocorrência de modificações expressivas nas curvas de retenção de água do solo. Para a camada de 0,05 m observa-se que os tratamentos sob a utilização da cobertura plástica, independente da cor (branco ou preto) promoveu para o solo maior retenção de água para todas as faixas de potenciais estudados (0 a -1500 kPa) quando comparado com o tratamento sem cobertura plástica. Porém no que se refere às camadas mais profundas 0,25 e 0,95 m sob todos os tratamentos avaliados, não foram verificadas alterações no comportamento das curvas de retenção de água. Portando justifica-se o uso da cobertura plástica principalmente na proteção da camada superficial, uma vez que a sua utilização foi capaz de alterar de forma positiva o comportamento da retenção de água no solo.

Como a água fica retida nos poros do solo, este fato se deve a possíveis mudanças estruturais na camada superficial do solo, promovidas pela proteção física da lona contra impactos das gotas de chuvas, e mesmo pela ambiência, tendo em vista que debaixo da lona é criado um pedoclima favorável para o desenvolvimento de organismos vivos responsáveis por alterações positivas na agregação do solo.

Com base no estudo, conclui-se que houve benefícios para a camada superficial do Latossolo submetido ao cultivo do citros, quando recoberto com lona plástica.

## Referências

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Solos. **Manual de métodos de análises de solo**, 2.ed., Rio de Janeiro, 2011, 230p.

MORAIS, E. R. C. **Influência das condições climáticas e da cobertura plástica do solo no crescimento e produtividade do meloeiro**. 2006. 161f. Tese de Doutorado - UEPB, Campina Grande, PB, 2006.

NEVES, C. S. V. J.; DECHEN, A. R. Sistemas de manejo de solo em pomar de tangerina 'ponkan' sobre limão 'cravo' em Latossolo roxo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.22, n.1, p.167-184, 2001.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011). **R: A language and environment for statistical computing**. R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas: Fundação Cargill, 1985.445 p.

ROSENBERG, N.J. **Microclimate: the biological environment**. New York, John Wiley, 315p, 1974.

TAVARES, C.A.M. Os desafios da olericultura como atividade empresarial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, p.141-144, 1997. Palestra. Suplemento.

## ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DA SOJA COM ADUBAÇÃO MINERAL E PREPAROS DE SOLO

Igor Falconi Brandolis Parreira, Adelar José Fabian, Luis Fernando de Mendonça Siqueira, Jeferson Carlos de Oliveira Silva, Gabriel Alberto Ceballos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Estudante de Engenharia Agrônômica, Bolsista FAPEMIG, Uberaba - MG, [igorfalconi@gmail.com](mailto:igorfalconi@gmail.com).

**Palavras-chave:** conservação do solo; *Glycine max*; morfologia.

A soja está entre as principais culturas plantadas e comercializadas no país. Os níveis de produtividade alcançados nesta temporada (2015/2016), devido às adversidades climáticas, apresentaram rendimento médio de 2.870 kg ha<sup>-1</sup>, 4,3 % abaixo em relação ao ocorrido na safra anterior. A produção nacional atingiu 95.418,9 mil toneladas, representando um decréscimo de 0,8 % em relação à safra passada (CONAB, 2016).

Para dada cultura, deve ser considerado o clima da região para a definição da melhor época de semeadura, bem como as condições de solo necessárias para permitirem a adequada deposição das sementes e adubos, e que proporcionem melhor emergência e desenvolvimento das plantas, resultando em maiores produtividades, dentre outros fatores (EMBRAPA, 2001).

Com o avanço da tecnologia foram desenvolvidos diversos implementos que auxiliam no manejo de solo. Contudo o uso intensivo do solo pode resultar em fatores indesejáveis para agricultor, tais como: erosão, lixiviação do solo, redução da matéria orgânica e da estabilidade de agregados, entre outros fatores. Dessa maneira, o pesquisador deve ter o conhecimento sobre a cultura, clima e o solo da região, para que possa fazer melhor uso e conservação do solo e água, mantendo as características naturais do ambiente ou até melhorando-a, visando alta produtividade sem degradar o meio.

Nesse estudo foram avaliados os efeitos de sistemas de preparo do solo com uso de adubação mineral nas características agrônômicas das plantas da Soja VTop1059.

O estudo foi conduzido no bioma cerrado no terceiro ano desde a implantação manejo, safra 2015/2016, no Instituto Federal do Triângulo Mineiro IFTM – campus Uberaba, localizado na latitude 19° 39'19" S e longitude 47° 57'27" W, a 795 m acima do nível do mar.

O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo (Aw), precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e 21 °C, respectivamente. O solo da área é classificado como um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) nos preparos de solo, com quatro repetições, e em faixas de adubação, com esquema de parcela subdividida.

Os tratamentos foram nove sistemas de preparo do solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (braquiária ruziziensis); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (crotalária juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis); uso de cobertura do solo (braquiária ruziziensis) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado.

A área total do experimento foi de 0,72 ha (120 m x 60 m). Cada parcela de preparo teve as dimensões de 10,0 m x 12,0 m. As parcelas foram divididas em faixas (subparcelas) com 5,0 m de largura cada, onde foram aplicadas as adubações. A semeadura da soja cultivar VTop1059 foi realizada em 4 linhas espaçadas a 0,50 m e 6 m de comprimento. Considerou-se como área útil para

as avaliações os 4 m<sup>2</sup> centrais. Os preparos de solo foram realizados de 01 de agosto a 02 de novembro de 2015. A semeadura foi realizada no dia 25 de novembro de 2015 e a colheita no dia 13 de março de 2016.

Durante a semeadura da soja foram aplicados 2.230,34 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante orgânico, aplicado em dose única a lanço após a semeadura, equivalente a 300 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 4-20-20 (NPK).

Foram adotados tratamentos culturais típicos da cultura para controle de pragas e plantas daninhas na época adequada e a colheita feita manualmente.

Em cada parcela, foram retiradas 10 plantas para avaliar a altura das plantas, inserção da primeira vagem, número de vagens e número de grãos por vagens.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, a 5 % de probabilidade, e quando verificado efeito significativo, procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Os maiores valores de altura de plantas foram observados nos tratamentos grade e uso de cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*) com incorporação com grade e o menor valor foi no preparo biológico e semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo.

O revolvimento do solo pela grade e uso de cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*) com incorporação com grade permitem a abertura de fendas possibilitando melhor desenvolvimento radicular facilitando o acesso a água e nutrientes nas camadas mais profundas. No preparo biológico e semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo pode ter ocorrido a compactação do solo pelo não revolvimento da terra.

Os tratamentos arado e grade produziram maior quantidade de vagens por planta e vagens com três grãos em relação aos preparos semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo, uso de cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*) com incorporação com grade que apresentaram as menores médias.

Para vagens contendo dois grãos, os maiores resultados foram observados no preparo com arado e com grade. Os tratamentos que menos se destacaram foram o preparo biológico e uso de cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*) com incorporação com grade.

Não se observou diferença na altura de inserção da primeira vagem, números de vagens com um grão e vagens com quatro grãos.

Os tratamentos em que não houve revolvimento do solo apresentaram resultados inferiores em relação aos preparos onde o solo foi revolvido.

Em função do não revolvimento do solo, pode ocorrer a compactação restritiva, fazendo com que a cultura não desenvolva seu sistema radicular e seja diminuída a absorção de água e nutrientes o que afeta o desenvolvimento da planta.

Apoio: IFTM campus Uberaba. EPAMIG.

À FAPEMIG pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. – v. 3, n.11 (2016) – Brasília : Conab. ISSN 2318-6852. Safra 2015/2016. Disponível em: < [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_08\\_09\\_12\\_08\\_19\\_boletim\\_graos\\_agosto\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_09_12_08_19_boletim_graos_agosto_2016.pdf) > . Acesso em 17 de agosto de 2016.

EMBRAPA. Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. **Tecnologia de Produção de Soja da Região Central do Brasil 2001**. Londrina, 2001. 267 p. (Documentos, 167).



## PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA SECA DE PLANTAS UTILIZADAS PARA ADUBAÇÃO VERDE

Eloisa Mattei, Raul Eduardo Ripp Butzge, Djonathan Peiter, Tatiane Chiapetti,  
Paulo Sérgio Rabello de Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Mestranda, Marechal Cândido Rondon - PR, [eloisa-mattei@hotmail.com](mailto:eloisa-mattei@hotmail.com).

**Palavras-chave:** *Vicia sativa*; *Lupinus albus*; *Vicia villosa*.

Nos últimos anos, devido ao expressivo crescimento populacional e ao êxodo rural ocorrido no século passado, a demanda por alimentos cresceu de forma exponencial, resultando na necessidade de uma produção e utilização do solo mais intensiva, extraíndo-se muito e repondo pouco.

Dessa forma, algumas práticas conservacionistas, como terraceamento, rotação de culturas, plantio direto e, inclusive a adubação verde, sendo esta de grande importância, foram adotadas de forma a reduzir os impactos ocasionados pela exploração intensiva.

Se tratando de adubação verde, quanto tempo após a dessecação das plantas a palhada ainda permanece cobrindo o solo? A velocidade de decomposição irá variar de espécie para espécie. Respostas para algumas destas dúvidas podem auxiliar na tomada de decisão por parte dos agricultores. Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade de matéria de seca de diferentes espécies utilizadas como plantas de cobertura (ciclo de inverno) bem como a decomposição da palhada ao longo de 120 dias após o manejo.

O experimento foi conduzido a campo, na linha Sanga Natal pertencente ao município de Santa Helena, região Oeste do estado do Paraná, no período de abril a dezembro de 2015.

O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (LVef) de textura muito argilosa, com as seguintes características químicas pH em  $\text{CaCl}_2$ : 5,82; MO: 27,34 g  $\text{dm}^{-3}$ ; P: 12,43 mg  $\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{+2}$ : 6,31  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{+2}$ : 2,47  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^{+}$ : 0,82  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ;  $\text{Al}^{+3}$ : 0,00  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ;  $\text{H}^{+} + \text{Al}^{+3}$ : 3,46  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  e V %: 73,51.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial de 4 x 5. Os tratamentos consistiram do cultivo da aveia branca (*Avena sativa* L.), triticale (*X Triticosecale* Wittmack), tremoço (*Lupinus albus* L.) e ervilhaca peluda (*Vicia villosa*) e cinco épocas de avaliações 0,30,60,90 e 120 dias após a dessecação (DAD).

A implantação do experimento foi realizada após o preparo da área com duas gradagens leves, de forma a facilitar a germinação das culturas que foram semeadas a lanço. As culturas foram semeadas no dia 04 de abril, manualmente, sendo que a aveia branca (IPR 126) e o triticale (IPR 111) foram distribuídos a lanço, enquanto o tremoço (IPR 24) e a ervilhaca peluda (IPR 74), foram semeadas em linha, com espaçamento de 0,45 m entre linhas.

Foram utilizadas 60 kg  $\text{ha}^{-1}$  de sementes de aveia branca, 60 kg  $\text{ha}^{-1}$  de triticale, 60 kg  $\text{ha}^{-1}$  de tremoço e 50 kg  $\text{ha}^{-1}$  de ervilhaca peluda (PIRAÍ, 2015). Os tratamentos fitossanitários foram realizados de acordo com as necessidades das culturas.

Aos 126 dias após a semeadura, foi realizada a dessecação total da área, utilizando 2,5 L  $\text{ha}^{-1}$  do herbicida cujo princípio ativo é o glifosato. Para a determinação da quantidade de matéria seca produzida e taxa de decomposição das plantas de cobertura, utilizou-se o método do quadrado



vazado, com uma área conhecida de  $0,25 \text{ m}^2$ , lançado de forma aleatória na área útil de cada parcela. O material contido no interior do quadrado foi cortado rente ao solo e armazenado em sacos de papel e encaminhados para estufa de circulação forçada de ar, a  $65^\circ\text{C}$ , até atingir peso constante, posteriormente, este material foi pesado e seu peso extrapolado para  $\text{kg ha}^{-1}$ . As coletas foram realizadas aos 126 DAS (representando o tempo zero para a avaliação da decomposição), 30, 60, 90 e 120 DAD.

Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativos, realizou-se um estudo de regressão polinomial.

Em relação a produção e decomposição do material vegetal, foi possível observar que as culturas foram influenciadas pelas épocas de coletas. A aveia branca apresentou maior produtividade de matéria seca em relação as demais, cerca de  $6.500 \text{ kg ha}^{-1}$  aos 0 DAD, porém, apresentou maior porcentagem de decomposição, cerca de 60 % nos primeiros 30 DAD, valor considerado elevado, se o objetivo for manter a cobertura do solo. Transcorrido os 120 DAD, observou-se que apenas 13 % da cobertura morta produzida pela aveia branca, estava presente na área.

O triticale, devido à ausência de chuva nos primeiros dias após a semeadura, apresentou uma redução na formação do estande inicial, o que prejudicou o seu posterior desenvolvimento, apresentando redução na produtividade de matéria seca, cerca de  $2.630 \text{ kg ha}^{-1}$ , valor bem abaixo do esperado e encontrado na literatura. No que se refere a taxa de decomposição, ao longo dos 120 dias, ocorreu uma redução de 79 % da matéria seca produzida.

O tremoço apresentou produtividade de matéria seca inicial de  $3.972 \text{ kg ha}^{-1}$ , e uma porcentagem de decomposição de 68 %, ao longo dos 120 dias após a dessecação, porém, foi a cultura que mais deixou cobertura morta sobre a superfície do solo após os 120 DAD, cerca de  $1.300 \text{ kg ha}^{-1}$ . Resultados semelhantes foram obtidos por Ziech et al. (2015), no Sudoeste do Paraná, em que obtiveram uma redução aproximada de 70 % da matéria seca do tremoço, aos 122 dias após o manejo.

A ervilhaca peluda foi a espécie que apresentou a menor produtividade de matéria seca ( $2.527 \text{ kg ha}^{-1}$ ), quando comparada as demais espécies, entretanto, sua palhada permaneceu por mais tempo sobre o solo, quando comparada à aveia branca. Resultados semelhantes foram obtidos por Aita et al. (2001), que obtiveram  $2.960 \text{ kg ha}^{-1}$  de matéria seca, valores próximos também foram encontrados por Ziech et al. (2015), cerca de  $2.400 \text{ kg ha}^{-1}$  no ano de 2010 e  $2.032 \text{ kg ha}^{-1}$  no ano de 2011. Para a ervilhaca peluda, houve uma redução de aproximadamente 70 % de matéria seca após os 120 DAD.

As maiores produtividades de matéria seca foram obtidas com as espécies aveia branca e tremoço, sendo indicadas para utilização como plantas de cobertura na região Oeste paranaense.

As plantas de cobertura apresentaram comportamentos distintos para a decomposição de matéria seca, sendo que, apesar da aveia branca ter produzido a maior quantidade de matéria seca, foi a espécie que mais se decompôs, restando apenas 13 % da matéria seca total produzida, após os 120 DAD.

O tremoço foi a cultura com menor porcentagem de decomposição, apresentando capacidade de manter o solo coberto por mais tempo.

## Referências

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; ROSA, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciencias do Solo**, vol 25, p.157-165, 2001.

PIRAÍ SEMENTES. **Sementes para adubação verde e cobertura vegetal**. Disponível em: < <http://www.pirai.com.br/>> . Acesso em: 01 de abril de 2015

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P.C, LUCHESE, A. V.; BALIN, M.; CANDIOTTO, G. GARMUS, T. G. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.50, n.5, p.374-382, maio 2015.

## AVALIAÇÃO DA UMIDADE E POROSIDADE DO SOLO EM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS

Luiza Zulian Pinheiro<sup>1</sup>, José Luiz de Carvalho<sup>2</sup>, Valdemir Antonio Rodrigues<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Mestranda em Ciência Florestal, Botucatu - SP, [luizazpinheiro@hotmail.com](mailto:luizazpinheiro@hotmail.com); <sup>2</sup>Instituto Florestal de São Paulo.

**Palavras-chave:** umidade; porosidade; conservação do solo.

As propriedades físicas do solo são de fundamental importância para caracterização quanto ao uso e manejo e também são parâmetros que nos permite inferir sobre os diversos fatores que atuam sobre o solo (GUARIZ et al., 2009). Rodrigues et al. (2015) relatam que as propriedades físicas do solo como a umidade, densidade e porosidade podem servir de estudos para auxiliar na busca pela produtividade da madeira em áreas reflorestadas com eucalipto. Tais fatores físicos estão interligados e são responsáveis pela infiltração, retenção e drenagem de água no solo. Ainda com relação aos aspectos relacionados ao solo, deve-se considerar o papel da vegetação na influência de atributos físico-hídricos, com conseqüente reflexo na dinâmica da água no solo (MENEZES et al., 2009). Considerando estes conceitos, o objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar as diferenças de umidade do solo, densidade de partículas e porosidade total do solo sob efeito de diferentes coberturas vegetais (pinus, eucalipto, gramínea – em lisímetros) e floresta nativa (Mata Atlântica), no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha – São Paulo - Brasil. Os solos do local são classificados como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO fase rasa, atualmente LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Câmbico (EMBRAPA, 2009). Baseado na classificação climática de Köppen o clima da região é classificado como Cwb, sendo este temperado chuvoso e moderadamente quente, caracterizado por apresentar período úmido que se estende de outubro a março e o período seco de abril a setembro (RANZINI et al., 2004). A coleta de solo foi realizada nos lisímetros (20 m x 20 m x 2 m de profundidade) que possuem diferentes tipos cobertura vegetal, sendo estas *Paspalum notatum* – Gramínea, *Pinus eliotti* var. *eliotti* e *Eucalyptus urophylla*, com idade de 23 anos desde o plantio e também em uma área de floresta nativa secundária (Mata Atlântica) com aproximadamente 50 anos. Em março de 2016 foram coletadas amostras indeformadas de solo em anéis volumétricos de 100 cm<sup>3</sup>, para camadas 5, 30 e 50 cm, sendo tres repetições para cada amostra. As amostras foram levadas a laboratório para pesagem e determinação da umidade, densidade das partículas e porosidade do solo. Para a determinação da umidade do solo utilizou-se o método termogravimétrico, conforme Embrapa (1997), que consiste em obter a massa de solo úmido por pesagem das amostras logo após a coleta. A massa seca será determinada após a secagem, em estufa a 105 °C por 24 horas. Para o cálculo de porosidade, foram considerados os valores médios da densidade do solo e da densidade das partículas do solo. Para a determinação da densidade de partículas o método escolhido foi do picnômetro. A porosidade total do solo foi calculada utilizando os valores obtidos da densidade do solo e da densidade das partículas do solo. Os resultados evidenciam que o teor de umidade na superfície da gramínea, pinus, eucalipto e mata nativa foram respectivamente 36,3 %, 27,1 %, 33,0 % e 43,7 %. A densidade das partículas do solo variou entre 2,08 g m<sup>-3</sup> para o pinus e 2,29 g m<sup>-3</sup> para o eucalipto. Os valores para mata nativa e gramínea foram respectivamente 2,21 g m<sup>-3</sup> e 2,25 g m<sup>-3</sup>. Para os dados de porosidade total do solo a mata nativa apresentou maior valor, sendo 51,0 %, seguido do eucalipto com 51,0 %, pinus

48,26 % e gramínea com 46,45 %. Pode-se avaliar que nos valores médios observados para cada cobertura a umidade do solo foi consideravelmente maior para a mata nativa em função do maior teor de matéria orgânica na serapilheira florestal, assim como para o maior valor de porosidade total, diferenciando-se do menor valor de umidade encontrado para o pinus, o qual apresenta diferente forma de interceptação da água da chuva devido a suas características foliares, sendo esta acicular, de forma a reter mais partículas de água em sua copa. Devido à sua menor umidade, é também notado o menor valor para densidade de partículas do mesmo, diferenciando-se do eucalipto que apresentou os maiores valores. Sendo a umidade do solo com eucalipto maior que comparado ao pinus, pode ser atribuído devido também a sua maior capacidade de evapotranspiração, retirando mais água do solo. A gramínea apresentou menor valor de porosidade total do solo podendo-se atribuir este resultado devido a sua maior valor de densidade do solo. Conclui-se que o teor de umidade na superfície e a porosidade total do solo da mata nativa é maior quando comparado com as coberturas de gramínea, pinus e eucalipto, o que pode ser atribuído ao maior teor de matéria orgânica na serapilheira da cobertura florestal de mata atlântica.

## FLUXO DE ÁGUA E AR EM SOLO CULTIVADO POR VÁRIOS ANOS COM DIFERENTES PREPAROS CONSERVACIONISTAS

Gabrielle Mendes Passos, Renato Levien, Hyran Stefanowski Kerpen, Michael Mazurana, Lucas Zulpo

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Graduando, Porto Alegre - RS, [gabrielle.mpassos@gmail.com](mailto:gabrielle.mpassos@gmail.com).

**Palavras-chave:** condutividade hidráulica; taxa de infiltração; permeabilidade ao ar.

Nas últimas décadas, diferentes métodos de preparo do solo têm sido estudados em substituição aos preparos convencionais, a fim de, principalmente, minimizar problemas de degradação do solo. Dentre eles estão o preparo reduzido e a semeadura direta. Os diferentes sistemas de preparo de solos objetivam a criação de condições de solo favoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento das culturas. Entretanto, o desrespeito às condições de umidade ideias (consistência friável) para o preparo do solo e o uso de máquinas cada vez maiores e pesadas para essas operações provocam modificações na estrutura do solo, causando-lhe maior grau de compactação e interferindo nos processos de infiltração de água, condutividade e permeabilidade do solo ao ar e água. A permeabilidade do solo depende, principalmente, da quantidade, da continuidade e do tamanho de poros (VAN LIER, 2014), sendo a compactação e a descontinuidade dos poros responsáveis pela redução significativa da permeabilidade do solo à água. O conhecimento da condutividade hidráulica e da velocidade de infiltração da água no solo são de extrema importância para equacionar problemas relativos à irrigação, drenagem, conservação da água e do solo. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar como diferentes métodos de preparo do solo interferem na taxa de infiltração de água no solo, na permeabilidade do solo ao ar e na condutividade hidráulica saturada. Tal experimento foi instalado e conduzido na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, localizada no município de Eldorado do Sul, sobre um ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico (EMBRAPA, 2013) sob clima do tipo Cfa, segundo Köppen. Quatro métodos de preparo de solo (tratamentos) com duas repetições, em delineamento inteiramente casualizado, foram ensaiados: semeadura direta – SD, semeadura direta com escarificação há sete anos – SD+E7, escarificação com escarificador munido de rolo destorroador – ER e escarificação seguida de gradagem – EG. Os tratamentos ER e EG são realizados após a colheita da cultura de verão, sendo implantadas plantas de cobertura em sistema de rotação no inverno (aveia - trigo - nabo forrageiro - aveia + nabo forrageiro). Para preparo do solo e implantação das culturas utilizou-se trator 4 x 2 com tração dianteira auxiliar, potência de 75 cv e peso de 3700 kg. A escarificação foi executada com escarificador Jumbo-Matic de cinco hastes espaçadas em 50 cm, operando a uma profundidade de 35 cm. Já a gradagem foi realizada com o mesmo trator citado, associado a uma grade niveladora de 28 discos. Em cada tratamento foram coletadas amostras nas camadas de 0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade, as quais foram submetidas a ensaios de condutividade hidráulica saturada e permeabilidade ao ar, ambas em laboratório, segundo metodologia descrito em Embrapa (1997). A taxa de infiltração de água no solo foi realizada com anéis concêntricos a campo, em duas repetições para cada tratamento, segundo metodologia descrita em Cauduro e Dorfman (1980).

Assim, observou-se que a taxa de infiltração inicial de água no solo se deu na ordem SD = SD+E> ER> EG, com valores máximos de 90 cm h<sup>-1</sup>. Independentemente do tratamento, a taxa básica (velocidade) de infiltração de água no solo foi cerca de 30 cm h<sup>-1</sup>.

A condutividade hidráulica saturada apresentou classificação variando entre rápido (ER e E+G), moderadamente rápido (SD) e moderado (SD+E), em função dos sistemas de preparo do solo e profundidades, apresentando amplitude de valores entre 2,3 a 30,4 cm h<sup>-1</sup>.

A permeabilidade do solo ao ar apresentou variação em profundidade nos sistemas de preparo ER, E+G e SD+E. Já ao comparar sistemas de preparo, diferenças significativas ocorreram entre ER e E+G.

## Referências

CAUDURO, F. A.; DORFMANN, R. 1988. **Manual de ensaios de laboratório e campo para irrigação e drenagem**. Brasília, PRONI/MA. 216p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Brasília - DF, 1997.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília - DF, 2013. 353 p.

VAN LIER, Q. de JONG. **Física do Solo**. Viçosa - MG, 2010.

## PRECIPITAÇÃO INTERNA EM *Pinus halepensis* COM “INPUT” DE ÁGUA EM REGIÕES SEMI-ÁRIDAS

Valdemir Antonio Rodrigues<sup>1</sup>, Manuel Esteban Lucas-Borja<sup>2</sup>, Francisco Antonio Garcia Morote<sup>2</sup>, José Maria Tarjuelo<sup>2</sup>, Antonio Ruiz Canales<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Professor Universitário, Botucatu - SP, [valdemirrodriques@fca.unesp.br](mailto:valdemirrodriques@fca.unesp.br); <sup>2</sup>Universidad Castilla La Mancha;

<sup>3</sup>Universidad Miguel Hernández de Elche.

**Palavras-chave:** pinus; poda; precipitação interna.

O tratamento silvicultural através da poda e desbaste seletivo em florestas homogêneas, quando realizados adequadamente pode aumentar a quantidade de água pela precipitação interna e diminuir o consumo pela evapotranspiração. Com a redução da área espacial de biomassa por hectare, individual entre copas, haverá um incremento de água das precipitações internas e, melhora a disponibilidade de água no solo e nas nascentes. Alternativas que devem ser recomendadas para as regiões semiáridas do Brasil, Espanha e outras regiões africanas com baixa precipitação (RODRIGUES, 2016). A interceptação da chuva pelas copas é obtida pela diferença entre as precipitações total a céu aberto e efetiva que atinge o piso florestal (HERWITZ; SLYE, 1995), sendo caracterizada pela dimensão da chuva, em termos de intensidade e tipo, e pela arquitetura da copa, importante na proteção dos solos contra o impacto direto das gotas (XIAO et al., 2000). O objetivo do trabalho foi aumentar a precipitação interna em bosque homogêneo após poda da copa e eventos chuvosos com maior “input” de água em regiões semi-áridas. A região semi-árida de Castilla de La Mancha em Albacete – Espanha, tem precipitação média anual de 320 mm. Onde, mais de 50 % das chuvas nesta região são de baixa intensidade, e neste caso, aumenta a interceptação (RODRIGUES, 2016). Com base nos resultados alcançados sobre a interceptação das copas de *Pinus halepensis*. A pesquisa foi realizada com o manejo do bosque de *Pinus halepensis* de 32 anos de idade, situado no Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) na Universidad Castilla de La Mancha, em Albacete – Espanha. Os tratamentos silviculturais e quantificação da biomassa foram realizados em seis árvores e os processos hidrológicos avaliados após as precipitações. Foram instalados 104 pluviômetros sob dossel das árvores com e sem tratamento de poda das copas. Com uma redução de 25 % da copa, a interceptação e a evapotranspiração diminuíram e houve um incremento de 15,3 % e 30 % em água de precipitação interna, respectivamente quando ocorreram precipitações de 5,1 e 3,0 mm, o que pode contribuir para aumentar a água no perfil do solo, as reservas de águas subterrâneas e a disponibilidade de água nas nascentes.

### Referências

HERWITZ, S. R.; SLYE, R. E.: Three-dimensional modeling of canopy tree interception of wind-driven rainfall. **J. Hydrol.**, v.168, p.205–226. 1995.

XIAO, Q., MCPHERSON, E. G., USTIN, S. L.; GRISMER, M. E. A new approach to modeling tree rainfall interception. **Journal of Geophysical Research** v.105, n.D23, p.29.173-29.188, 2000. doi: 10.1029/2000JD900343. issn: 0148-0227.

RODRIGUES, V. A. **Avaliação dos processos hidrológicos em microbacias hidrográficas**. 2014. 125 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.



RODRIGUES, V. A. **Processos hidrológicos e sustentabilidade da água em microbacias com *Pinus halepensis* Mill.** Pos-Doutorado: Centro Regional de Estudos de Agua. Universidad de Castilla-La Mancha. Albacete – Espanha. 2016. 112p.

## RELAÇÃO ENTRE A ENERGIA CINÉTICA E INTENSIDADE DA CHUVA ESTABELECIDA POR MEIO DE UM DISDRÔMETRO

Rafael Ramon, Jean Paolo Gomes Minella, Cláudia Alessandra Peixoto de Barros, Paulo Cesar Ramon, Bruna Wojahn

Universidade Federal de Santa Maria, Mestrando, Santa Maria - RS, [rafaramon11@gmail.com](mailto:rafaramon11@gmail.com).

**Palavras-chave:** erosividade; equação; processos erosivos.

O aumento da intensidade e quantidade de precipitação tem sido motivo de investigação sobre os processos erosivos, uma vez que juntamente com as alterações de uso e manejo do solo, representam um ponto crítico no desencadeamento e aumento da erosão do solo e da geração do escoamento superficial. Para representar o fator clima, é comum o uso da erosividade que representa a habilidade da chuva (clima) em causar a erosão do solo. A quantificação da erosividade é baseada na energia cinética (E) da gota da chuva multiplicada pela intensidade máxima de chuva em 30 minutos –  $EI_{30}$  que expressa a capacidade de formação da enxurrada. O conhecimento da E permite compreender o potencial erosivo de cada evento pluviométrico, já que esta variável tem uma relação direta com os processos de desagregação e escoamento superficial (HAMMAD; BØRRESEN; HAUGEN, 2006).

Considerando a importância da expansão do banco de dados mundial de E medida para a estimativa da erosividade em função da intensidade de chuva (I), este trabalho propõe uma equação para estimativa da E a partir da I, estabelecida a partir de medições realizadas localmente. Além disso, faz-se uma análise do efeito de diferentes sazonalidades e magnitudes de eventos de chuva sobre a relação entre E e I.

A bacia hidrográfica do Arroio Lajeado Ferreira, está localizada no município de Arvorezinha – RS, região nordeste do RS (Brasil) e apresenta área de drenagem de 1,23 Km<sup>2</sup>. A precipitação média anual é de 1605 mm. As variáveis da precipitação (E, I e precipitação acumulada) foram monitoradas utilizando um disdrômetro óptico a laser, modelo OTT - Parsivel<sup>2</sup>. Ambas as variáveis são registradas em intervalos de 10 min formando um banco de dados composto pela precipitação acumulada – P (mm), intensidade da chuva - I (mm h<sup>-1</sup>) e energia cinética em função do tempo -  $E_{time}$  (J m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>).

Foram avaliados 81 eventos pluviométricos de diferentes magnitudes obtidos entre março/14 até dezembro/15, onde a precipitação registrada foi de 2.384 mm de março a dezembro de 2014 e 2.510 mm no ano de 2015. Esse conjunto de eventos gerou 3.656 pares de dados de E e I dados, após a retirada dos pontos com intensidade menores que 1 mm h<sup>-1</sup>. A série de dados foi decomposta sob diferentes critérios com o objetivo de encontrar diferentes padrões entre as duas variáveis. A primeira delas foi avaliar a variabilidade sazonal da região (primavera e verão vs. outono e inverno), que determina importante diferença nos padrões de formação da precipitação na região. A segunda foi analisar o efeito da magnitude do evento chuva-vazão sobre a relação entre E e I. Além disso, os valores de E medidos com o disdrômetro foram comparados com a E estimada a partir da I utilizando as equações de Foster et al. (1981) (Eq.1), Van Dijk; Bruijnzeel; Rosewell (2002) (Eq.2), Wilkinson (1975)(Eq.3), Brown; Foster (1987)(Eq.4) e USDA-ARS (2013)(Eq.5).

Baseado nos eventos monitorados foi estabelecido a relação entre a E e I considerando intervalos de 10 minutos entre cada medida. Foi estabelecido dois modelos matemáticos para estimativa da E: um modelo potencial onde a E é expressa por unidade de área e tempo ( $E_t - J m^{-2} h^{-1}$ ) e um modelo logarítmico onde a E é expressa por unidade de área e volume precipitado ( $E_{mm} - J m^{-2} mm^{-1}$ ).

Os resultados das equações da literatura comparada a equação obtida neste trabalho  $E = f(I)$ , mostram que em relação a E medida (total em cada evento: 81 eventos): a Eq.3 superestima e a Eq.4 subestima os valores de E, salientando que essa última é a equação utilizada no modelo RUSLE. O mesmo foi encontrado por outros pesquisadores, que concluem que o resultado se deve ao longo intervalo de medidas em que a equação foi obtida (a cada 15 min) e por considerar apenas eventos com chuva acumulada maior que 12,7 mm ou quando a chuva acumulada em um pico tenha sido no mínimo igual 6,35 mm em 15 min.

Em baixas intensidades ( $< 20 \text{ mm h}^{-1}$ ) Eq.1, Eq.2 e Eq.5 geram valores bem próximos ao medido. Para as mesmas intensidades ( $< 20 \text{ mm h}^{-1}$ ), a Eq.4 subestima os valores instantâneos de E, bem como a E total. Em intensidades maiores, verifica-se que a Eq.5 passa a superestimar a E. O mesmo ocorre para a Eq.4 que apresenta este comportamento com I de  $30 \text{ mm h}^{-1}$  aproximadamente. Esse mesmo comportamento, mas de menor efeito, foi notado para a Eq.1 e Eq.2, as quais resultam em estimativas de E mais próximas ao medido mesmo em intensidades maiores. Mesmo que as diferenças entre as equações testadas com os dados medidos para a estimativa da E em função de I não tenham sido expressivas, nota-se que diferentes equações adicionam desvios à estimativa da erosividade.

O efeito sazonal demonstra que o período de outono-inverno apresenta uma ligeira tendência de maiores E em relação ao período de primavera – verão. Entretanto, não há diferença estatística nas duas tendências em grande parte do intervalo de medidas. Da mesma maneira, foi testado o possível efeito da magnitude do evento na relação da E com a I, pressupondo que eventos de diferentes magnitudes teriam um diferente comportamento na relação E vs. I. Essa suposição também foi refutada para o período de monitoramento, pois não há diferenças significativas entre as faixas testadas.

A medição direta da E com o uso de um disdrômetro possibilitou estabelecer uma relação matemática com a I para a região sul do Brasil. Esse conjunto de pares de dados de E e I medidos no sul do Brasil contribui para o banco de informações mundial, já que há uma incipiente quantidade de dados de E e I medidos na América do Sul voltados para estudos de erosão. A análise do efeito sazonal ou da magnitude dos eventos não afeta significativamente a equação final para o local de estudo. A relação matemática obtida nesse trabalho apresenta um comportamento semelhante às relações propostas por Foster et al. (1981), USDA-ARS (2013) e van Dijk et al. (2002). Em relação à equação proposta por Brown and Foster (1987), base da erosividade na RUSLE, nota-se que esta subestima os valores totais de E na escala de evento.

## Referências

- BROWN, L. C.; FOSTER, G. R. Storm erosivity using idealized intensity distributions. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 30, n. 2, p. 379–386, 1987.
- FOSTER, G. R. et al. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 36, n. 6, p. 355–359, 1981.
- HAMMAD, A. H. A.; BØRRESEN, T.; HAUGEN, L. E. Effects of rain characteristics and terracing on runoff and erosion under the Mediterranean. **Soil and Tillage Research**, v. 87, n. 1, p. 39–47, 2006.
- USDA-ARS. **Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE 2)**. Science Documentation, USDA-Agricultural Research Service, v. 2, n. Version 2, p. 1 – 355, 2013.
- VAN DIJK, A. I. J. ; BRUIJNZEEL, L. .; ROSEWELL, C. . Rainfall intensity–kinetic energy relationships: a critical literature appraisal. **Journal of Hydrology**, v. 261, n. 1–4, p. 1–23, abr. 2002.
- WILKINSON, G. E. Rainfall Characteristics and Soil Erosion in the Rainforest Area of Western Nigeria. **Experimental Agriculture**, v. 11, n. 04, p. 247–255, 1975.

## INFILTRAÇÃO DE ÁGUA EM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS

Marília Hellmeister, Catharina Markevich, Valdemir Antonio Rodrigues, Alana Jessica Siqueira

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Estudante, Botucatu - SP,  
*mariliahellmeister@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** microbacia hidrográfica; precipitação; infiltração da chuva.

A demanda mundial e nacional por água tem aumentado progressivamente a cada ano devido a intensa urbanização, às mudanças climáticas, ao aumento de substâncias contaminantes e poluentes e a falta de sustentabilidade no gerenciamento dos recursos hídricos.

O manejo de bacias hidrográficas se mostra como uma alternativa para o aumento da disponibilidade hídrica através da produção de água que consiste no reabastecimento de aquíferos e lençóis freáticos através da interceptação pela cobertura vegetal e precipitação efetiva em regiões agrícolas e florestais.

A floresta desempenha um papel importante pois intercepta a água da chuva pela copa, de forma a proporcionar uma melhor distribuição de energia e água na superfície do solo, o que contribui na distribuição temporal e espacial da chuva que efetivamente chega ao solo. Pelo fato de que o solo florestal apresenta, normalmente, boas condições de infiltração, as áreas florestadas constituem importantes fontes de abastecimento de água para os aquíferos (LIMA, 2008).

O conceito de infiltração no ciclo hidrológico foi introduzido por Horton (1933) que definiu “capacidade de infiltração” ( $f_c$ ) como a taxa máxima com que um dado solo, em determinadas condições, pode absorver água. Se a intensidade da precipitação for inferior ao valor de  $f_c$  ocorre infiltração de forma reduzida referida como “taxa real de infiltração”, ou simplesmente infiltração e quando a intensidade da chuva for maior que a capacidade de infiltração ( $f_c$ ), ocorre escoamento superficial da lâmina de água. Cessada a infiltração, a camada superior do solo atinge teor de umidade maior que as camadas inferiores e há portanto uma tendência de movimento descendente da água provocando um molhamento das camadas inferiores resultando no fenômeno de redistribuição.

Segundo Carvalho e Silva (2006), a infiltração é um processo que depende, em maior ou menor grau de diversos fatores referentes ao solo como a textura, estrutura, umidade, temperatura, compactação e a condição da superfície, sendo vegetada ou não.

O objetivo do trabalho foi quantificar a infiltração da água no solo, escoamento superficial e carreamento de sedimentos do solo por meio de coletor de água em anel que consiste em uma parcela circular com área de  $2827,44 \text{ cm}^2$  ou  $0,2827 \text{ m}^2$ , com saída de água em um recipiente. Este foi utilizado para monitorar a quantidade de precipitação interna que infiltra no solo (mm), escoamento superficial (mm) e carreamento de sedimentos do solo em gramas (g), transformado em  $(\text{kg ha}^{-1})$  e  $(\text{t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1})$ .

Os coletores cilíndricos de água denominados “infiltrômetros” foram implantados em três áreas amostrais da Fazenda Experimental São Manuel pertencente a Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP de Botucatu. As parcelas consistiam em uma área vegetada com árvores, arbustos e vegetação rasteira afim de simular uma área florestal, outra parcela parcialmente vegetada com gramíneas e uma com solo nu ou sem vegetação.

A avaliação da degradação do solo foi realizada de acordo com a classificação realizada pela

FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura); UNESCO (Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura) (1981) e Mintegui et al. (1990) que propõem e discutem os diferentes graus de erosão hídrica do solo e, quando as perdas de solo são menores que 10 ( $\text{t ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ) não ocorre erosão ou é muito baixa de acordo com a (Tabela 1).

**Tabela 1.** Classificação da degradação dos solos em diferentes graus de erosão hídrica.

| Perda de Solo<br>( $\text{t ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ) | Grau de Erosão Hídrica<br>Classificação |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| < 10                                                    | Não                                     |
| 10 – 50                                                 | Moderada                                |
| 50 – 200                                                | Alta                                    |
| > 200                                                   | Muito Alta                              |

Fonte: FAO; PENUMA; UNESCO (1981).

A partir dos dados coletados é possível observar que a infiltração de água é maior em áreas florestadas com menos carreamento de sedimentos e escoamento superficial quando comparado ao solo nu e, em menor contraste, em solo com gramínea e em relação à perda de solo a maior perda de sedimentos ocorre em condição de solo nu e menor perda em solos com floresta, sendo o solo com gramínea classificado como intermediário.

Os resultados obtidos no experimento comprovam a importância da presença da floresta na microbacia hidrográfica pois prova-se fundamental na conservação e proteção do solo bem como na produção de água em quantidade e qualidade e, o manejo auxilia na prevenção da degradação da microbacia e consequentemente diminui o escoamento superficial, a perda de solo, o assoreamento dos rios e lagos, além de favorecer o reabastecimento do lençol freático pela maior infiltração da água no solo.

## Referências

- CARVALHO, D.F.; SILVA, L.D.B. 2006. **Cap. 5 Infiltração**, Apostila de Hidrologia.
- HORTON, R.E. Drainage Basin Characteristics. **Trans. American Geophysical Union**, v.13, p. 350-361. 1933.
- LIMA, W. de P. **HIDROLOGIA FLORESTAL APLICADA AO MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências Florestais Piracicaba – São Paulo, 2008.
- RODRIGUES, V. A. **Avaliação dos processos hidrológicos em microbacias hidrográficas**. 2014. 125 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

## CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA SEMEADURA

Victor Hugo Resende Antonangelo, Adelar José Fabian, Luis Fernando de Mendonça Siqueira, Jeferson Carlos de Oliveira Silva, Gabriel Alberto Ceballos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Estudante de Engenharia Agrônômica, Bolsista, Uberaba - MG, [victor\\_tum2@hotmail.com](mailto:victor_tum2@hotmail.com).

**Palavras-chave:** adubação orgânica; preparo de solo; caracterização agronômica.

A cultura da soja no Brasil foi a que mais cresceu nas últimas três décadas e correspondem a 49 % da área plantada em grãos do país. Na primeira safra 2014-2015, ocupou uma área de 58,04 milhões de hectares onde foram produzidas 102,1 milhões de toneladas de grãos, onde o maior produtor do país é o centro-oeste com 52,6 % do plantio total (CONAB, 2015). A Cultura da soja tem um âmbito especial no que se diz exportação de cereais, mundialmente consumido por humanos e animais. O cultivo da soja exige técnicas e tecnologias que visam a produtividade e a preservação do solo e água procurando manter a produção alta em menores áreas buscando manejos adequados.

Nesse estudo avaliamos o efeito de sistemas de preparo de solo e de adubação orgânica na semeadura nas características agronômicas da cultura da soja.

O estudo foi conduzido no bioma cerrado no terceiro ano desde a implantação manejo, safra 2014/2015, no Instituto Federal do Triângulo Mineiro IFTM – campus Uberaba, localizado na latitude 19° 39'19" S e longitude 47° 57'27" W, a 795 m acima do nível do mar.

O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo (Aw), precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e 21 °C, respectivamente. O solo da área é classificado como um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) nos preparos de solo, com quatro repetições, e em faixas de adubação, com esquema de parcela subdividida.

Os tratamentos foram nove sistemas de preparo do solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (braquiária *ruziziensis*); semeadura direta (SSD) sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (crotalaria *juncea*, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária *ruziziensis*); uso de cobertura do solo (braquiária *ruziziensis*) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado.

A área total do experimento foi de 0,72 ha (120 m x 60 m). Cada parcela de preparo teve as dimensões de 10,0 m x 12,0 m. As parcelas foram divididas em faixas (subparcelas) com 5,0 m de largura cada, onde foram aplicadas as adubações. A semeadura da soja cultivar VTop1059 foi realizada em 4 linhas espaçadas a 0,50 m e 6 m de comprimento. Considerou-se como área útil para as avaliações os 4 m<sup>2</sup> centrais. Os preparos de solo foram realizados de 01 de agosto a 02 de novembro de 2015. A semeadura foi realizada no dia 25 de novembro de 2015 e a colheita no dia 13 de março de 2016.

Durante a semeadura da soja foram aplicados 2.230,34 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante orgânico, aplicado em dose única a lanço após a semeadura, equivalente a 300 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 4-20-20 (NPK).

Foram adotados tratos culturais típicos da cultura para controle de pragas e plantas daninhas na época adequada e a colheita feita manualmente.

Em cada parcela, foram retiradas 10 plantas para avaliar a altura das plantas, inserção da primeira vagem, número de vagens e número de grãos por vagens.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, a 5 % de probabilidade, e quando verificado efeito significativo, procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

As plantas com maior altura se desenvolveram nos preparos com arado+grade, arado, subsolador e escarificador e as menores alturas de planta no preparo biológico.

Isso se deve possivelmente ao revolvimento do solo que proporcionou maior quantidade de macroporos que possibilitaram maior desenvolvimento radicular o que facilita a absorção de água e nutrientes. Isso não se observa ainda no preparo biológico devido ao pouco tempo de utilização da técnica em que as espécies utilizadas ainda não proporcionaram os benefícios esperados.

Não se observou diferenças de altura da inserção da primeira vagem e vagens com um grão entre os tratamentos. Considera-se adequado que a altura de inserção esteja acima de 10 cm para que facilite a colheita e reduza as perdas.

Os preparos com arado, arado+grade, subsolador, grade e escarificador não diferem no número total de vagens por planta, dois e três grãos por vagem. O tratamento que teve menor produção foi o sistema de preparo biológico e SSD sem cobertura do solo. O maior número de vagens pode ser devido ao revolvimento do solo que está relacionado com maior crescimento das raízes e absorção de nutrientes pela planta.

Observamos maior altura de plantas, número total de vagens e vagens com dois grãos no preparo arado+grade.

Os menores valores de altura de plantas, número total de vagens por planta e vagens com dois e três grãos nas plantas foram observados sob preparo biológico.

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para altura da inserção da primeira vagem e vagens com um grão.

Apoio: IFTM campus Uberaba. EPAMIG.

À FAPEMIG pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** – v. 2, n.12 (2015) – Brasília : Conab. ISSN 2318-6852. Safra 2014/2015. Disponível em: < [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf) > Acessado em: 19/08/2016



## TOLERÂNCIA DE PERDAS DE SOLOS DO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

Dione Pereira Cardoso, Fábio Ribeiro Pires

Universidade Federal do Espírito Santo, Bolsista do Programa de Fixação de Doutores - PROF,  
São Mateus - ES, *cardoso.dione@gmail.com*.

**Palavras-chave:** teor de argila; permeabilidade do solo; matéria orgânica.

No Brasil, os estudos relacionados com tolerância de perdas de solo iniciaram-se no Estado de São Paulo. Lombardi e Bertoni (1975) avaliaram a tolerância de perdas de solo para alguns solos do Estado de São Paulo, o procedimento utilizado para esta determinação, considerou a profundidade do solo, relação textural entre os horizontes superficiais e subsuperficiais e a densidade do solo. Com base nesse método, outros autores desenvolveram outras metodologias. Bertol e Almeida (2000) incluíram também o teor de argila do horizonte A. A matéria orgânica e permeabilidade foram incluídas por Galindo e Margolis (1989).

Como os métodos são baseados em critérios, que atribuem valores adimensionais para estes parâmetros, autores modificam os valores, de acordo com o tipo de solo e localização geográfica. Isto pode ser observado, no trabalho de Oliveira et al. (2008), que definiu outro critério para o parâmetro matéria orgânica, visto que dessa região, o teor de matéria orgânica é bem diferente da região Sul do Brasil, este descrito no trabalho de Bertol e Almeida (2000).

A determinação da tolerância de perdas de solo torna-se de suma importância para o planejamento conservacionista adequado. Porque diante deste valor, podemos definir para cada tipo de solo, qual seria a prática conservacionista mais adequada para manter a produtividade e o desenvolvimento sustentável. Atualmente, não há estudos para os solos do Estado do Espírito Santo e, principalmente, para o norte do Estado.

Portanto, objetivou-se estimar a tolerância de perdas por erosão, baseado em três métodos, para solos do norte do Espírito Santo.

Os dados de descrição dos perfis foram compilados de Santos et al. (1987). Foi utilizado três métodos (Método I, Método II e Método III), para estimar a tolerância de perdas para os solos do norte do Espírito Santo. O método I - Descrito por Lombardi Neto e Bertoni (1975). Este considera a profundidade efetiva (m) com o seu limite máximo para o desenvolvimento do sistema radicular (1 m), a densidade do solo e fator de correção (f), sendo este baseado na relação textural (% argila do horizonte B/ % argila do horizonte A), excluídos os horizontes B3 e C.  $T = h \times D_s \times f$ , em que: T = Tolerância de Perdas de Solo ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ); h = profundidade efetiva, com limite máximo de 1 m (m);  $D_s$  = densidade do solo ( $t \text{ m}^{-3}$ ); f = fator de correção baseado na relação textural do solo (adimensional). Para valores de relação textural menor que 1,5, a tolerância de perdas foi obtida multiplicando-se seu valor pelo fator de correção igual a 1,00. Para o valor da relação textural de 1,5 a 2,5, o valor do fator de correção foi 0,75 e, quando maior que 2,5, o valor do fator de correção foi 0,50. Posteriormente, obteve-se a tolerância de perda do solo, após, o somatório das tolerâncias dos horizontes A e B. No segundo método (método II), a tolerância de perda de solo de acordo com a metodologia de Bertol e Almeida (2000), sendo uma modificação do Método I de Lombardi Neto e Bertoni (1975). Aqueles autores consideraram no Método II, a alteração dos limites de intervalos da relação textural entre os horizontes B e A e também a introdução do teor de argila do horizonte A, associado a esta relação

(BERTOL; ALMEIDA, 2000).  $T = h \times D_s \times f_a$ , em que:  $T$  = Tolerância de Perdas de Solo ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ );  $h$  = profundidade efetiva, com limite máximo de 1 m (m);  $D_s$  = densidade do solo ( $t \text{ m}^{-3}$ ); e  $f_a$  = fator de correção, que expressa o teor de argila do horizonte A associado com a relação textural. Enquanto no terceiro método (método III) foram acrescentadas duas propriedades: teor de matéria orgânica na profundidade de 0-0,20 m e grau de permeabilidade do solo (GALINDO; MARGOLIS, 1989).  $T = h \times D_s \times f_a \times m \times p$ , em que:  $T$  = Tolerância de Perdas de Solo ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ );  $h$  = profundidade efetiva, com limite máximo de 1 m (m);  $D_s$  = densidade do solo ( $t \text{ m}^{-3}$ );  $f_a$  = fator de correção, que expressa o teor de argila do horizonte A associado com a relação textural.  $m$  = fator que expressa o efeito da matéria orgânica na camada de 0-20 cm do solo; e  $p$  = grau de permeabilidade do solo.

Os valores de tolerância de perda de solo foram comparados entre os métodos, para todas as classes de solos avaliadas, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5 % de significância. A correlação de Pearson verificou a relação entre os métodos avaliados, considerando todas as classes de solos avaliadas (Latosolos, Argissolos e Gleissolos).

A tolerância média para os Latossolos foram  $11,27 t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ,  $10,79 t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $8,33 t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para os métodos I, II e III, respectivamente. Para os Argissolos essas tolerâncias médias foram  $11,10 t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (método I),  $8,9 t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (método II) e  $7,85 t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (método III). As tolerâncias médias de perdas de solos pelos métodos I, II e III para o Gleissolos foram  $7,19 t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ,  $6,47 t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $5,21 t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente. Os métodos I e II não diferiram estatisticamente entre si, mas houve diferenças entre esses e o método III para os Latossolos. Para os Argissolos houve diferença estatística entre o método I e os demais métodos (II e III). Enquanto, entre esses não houve diferença entre os valores de tolerância de perdas de solos. Para o Gleissolos não houve diferença entre os três métodos avaliados. A seleção dos métodos para determinação da tolerância de perdas de solo e, conseqüentemente, dos critérios utilizados para definir o fator de correção depende das classes de solos avaliadas. Os coeficientes de correlação foram de 0,809 entre os métodos I e II, de 0,849 entre os métodos I e III e também, de 0,849 entre os métodos II e III. Observa-se por estes coeficientes e pela probabilidade de significância  $< 0,050$ , que os valores de tolerância de perdas de solo, tendem a aumentar simultaneamente para os três métodos.

A classe dos Latossolos e dos Gleissolos foram os solos com os maiores e menores valores médios de tolerância de perdas de solos, respectivamente.

Para os Latossolos e Gleissolos, os valores médios de tolerância de perdas de solo para os métodos I e II não diferiram entre si. O método I foi superior aos métodos II e III apenas para os Argissolos.

Há uma boa correlação entre os métodos avaliados.

No geral, o melhor método seria aquele mais restritivo às perdas de solo. Porque baseado neste parâmetro, há uma medida preventiva em relação aos processos erosiva mais rigorosa.

Apoio Financeiro: CAPES e FAPES

## Referências

BERTOL, I.; ALMEIDA, J.A. Tolerância de perda de solo por erosão para os principais solos do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24. p. 657-668, 2000.

GALINDO, I.C.L.; MARGOLIS, E. Tolerância de perdas por erosão para solos do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 95-100, 1989.

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. **Tolerância de perdas de terra para solos do estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1975. 12 p. (Boletim Técnico, 28).

OLIVEIRA, F. P.; SANTOS, D.; SILVA, I. F.; SILVA, M. L. N. Tolerância de Perdas de Solo por Erosão para o Estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 2, p. 60 – 71, 2008.

SANTOS, J.H.G.; VIEIRA, E.I.; SILVA, G.B. Pedologia. Levantamento exploratório de solos. In: Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais (FOLHA SE. 24 Rio Doce)**. Rio de Janeiro, RJ: Projeto RADAMBRASIL, 1987. p. 229-352.

## DESEMPENHO DA SOJA EM PREPAROS DE SOLO E ADUBAÇÃO MINERAL

Gabriel Lemos Rocchini, Adelar José Fabian, Luis Fernando de Mendonça Siqueira,  
Jeferson Carlos de Oliveira Silva, Gabriel Alberto Ceballos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Estudante de Engenharia Agrônoma, Bolsista voluntário, Uberaba - MG, [gabriellrocchini@hotmail.com](mailto:gabriellrocchini@hotmail.com).

**Palavras-chave:** altura da planta; vagem; características agronômicas.

A cultura da soja é de grande importância socioeconômica para o Brasil e em uma das principais culturas da agricultura mundial e brasileira devido às suas várias formas de utilização, tanto na alimentação humana e animal como matéria-prima para abastecer diversos complexos agroindustriais.

A primeira safra 2014-2015 no Brasil, ocupou uma área de 31,57 milhões de hectares onde foram produzidas 97,05 milhões de toneladas, sendo exportado 46.000.000 de toneladas de grãos com produtividade média de  $3.011 \text{ kg ha}^{-1}$  (CONAB, 2015).

Nesse estudo foram avaliados os efeitos de sistemas de preparo do solo com uso de adubação mineral nas características agronômicas das plantas da soja.

O estudo foi conduzido no bioma cerrado no terceiro ano desde a implantação manejo, safra 2015/2016, no Instituto Federal do Triângulo Mineiro IFTM – campus Uberaba, localizado na latitude  $19^{\circ} 39' 19'' \text{ S}$  e longitude  $47^{\circ} 57' 27'' \text{ W}$ , a 795 m acima do nível do mar.

O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo (Aw), precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e  $21^{\circ} \text{C}$ , respectivamente. O solo da área é classificado como um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) nos preparos de solo, com quatro repetições, e em faixas de adubação, com esquema de parcela subdividida.

Os tratamentos foram nove sistemas de preparo do solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (braquiária ruziziensis); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (crotalária juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis); uso de cobertura do solo (braquiária ruziziensis) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado.

A área total do experimento foi de 0,72 ha (120 m x 60 m). Cada parcela de preparo teve as dimensões de 10,0 m x 12,0 m. As parcelas foram divididas em faixas (subparcelas) com 5,0 m de largura cada, onde foram aplicadas as adubações. A semeadura da soja, cultivar VTop1059 foi realizada em 4 linhas espaçadas a 0,50 m e 6 m de comprimento. Considerou-se como área útil para as avaliações os  $4 \text{ m}^2$  centrais.

Os preparos de solo foram realizados de 01 de agosto a 02 de novembro de 2014. A semeadura foi realizada no dia 09 de novembro de 2014 e a colheita no dia 03 de março de 2015.

Durante a semeadura da soja, na faixa mineral, foi incorporado pela semeadora, de acordo com a interpretação da análise de solo,  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  do fertilizante 4-20-20 (NPK). Não houve adubação de cobertura.

Foram adotados tratos culturais típicos da cultura para controle de pragas e plantas daninhas na época adequada e a colheita feita manualmente.

Em cada parcela, foram retiradas 10 plantas para avaliar a altura das plantas, inserção da primeira vagem, número de vagens e número de grãos por vagens.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, a 5 % de probabilidade, e quando verificado efeito significativo, procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

A maior altura de plantas foi observada nos preparos com subsolador e escarificador e a menor no preparo biológico e SSD sem cobertura do solo.

O revolvimento do solo pelo subsolador e escarificador permite a abertura de fendas possibilitando melhor desenvolvimento radicular facilitando o acesso a água e nutrientes nas camadas mais profundas. No plantio direto sem plantas de cobertura pode ter ocorrido a compactação do solo pelo trânsito de máquinas agrícolas e no preparo biológico devido ao pouco tempo de utilização da técnica em que as espécies utilizadas ainda não proporcionaram os benefícios esperados.

As plantas no preparo com grade apresentaram os maiores valores da inserção da primeira vagem e as menores foram nos preparos com arado+grade e no uso de cobertura do solo (braquiária *ruziziensis*) com incorporação com grade. O ideal é ter no mínimo 13 cm até a primeira inserção, a fins de evitar perdas durante a colheita mecânica, acarretando em prejuízos ao produtor.

Quando o porte e altura de inserção das primeiras vagens são consideravelmente reduzidos ocorre o aumento das perdas de colheita. A cultivar escolhida para cultivo deve apresentar altura de inserção da primeira vagem de pelo menos 10 a 12 cm. No entanto, para a maioria das condições das lavouras de soja, a altura mais satisfatória está em torno de 15 cm, embora com o uso de colhedoras mais aperfeiçoadas possa ser efetuada uma boa colheita, com plantas apresentando inserção de vagens próximas a 10 cm (SEDIYAMA et al., 1989).

Para vagens com um grão, os maiores valores foram observados no preparo com subsolador e os menores nos preparos arado+grade e SSD sem cobertura do solo.

Não se observou diferença nos parâmetros total de vagens por planta, vagens com dois e três grãos.

Apoio: IFTM campus Uberaba. EPAMIG.

À FAPEMIG pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** – v. 2, n.12 (2015) – Brasília: Conab.ISSN 2318-6852. Safra 2014/2015. Disponível em:< [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf)> . Acesso em 20 de julho de 2016.

SEDIYAMA, T. **Influência da época de semeadura e do retardamento de colheita sobre a qualidade das sementes de outras características agrônômicas de duas variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** 1979. 121 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

## ESTUDO DA TEMPERATURA DO SOLO SOB DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA EM ÁREA IRRIGADA E SEQUEIRO

Lucas Rodrigues Nicole, Dione Pereira Cardoso, Vinícius Soares de Oliveira, João Vitor Garcia Silva, Fábio Ribeiro Pires

Universidade Federal do Espírito Santo, Mestrando, São Mateus - ES, [lukssnicoli@hotmail.com](mailto:lukssnicoli@hotmail.com).

**Palavras-chave:** milheto; Argissolo Amarelo; termômetro infravermelho.

Estudar as características térmicas de um solo é importante para se compreender os processos de crescimento de um vegetal, desenvolvimento da fauna, movimento de água, além de outros fenômenos. A composição, a densidade, a umidade e o tipo de cobertura do solo são os principais fatores que influenciam nas suas propriedades térmicas. Segundo Kaiser et al. (2002), a temperatura do solo é uma variável meteorológica que determina os níveis de evaporação e aeração, devido a isso, a dinâmica da temperatura do solo é fundamental no desenvolvimento ecológico, pois sua variação interfere diretamente na germinação e no crescimento das plantas, assim como na sua absorção de água e nutrientes.

Dentre as gramíneas utilizadas como cobertura destaca-se o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown). Atualmente é a espécie mais utilizada para a formação de palha no sistema de plantio direto (SPD) na região do Cerrado, devido à sua adaptação a áreas de maior déficit hídrico e à possibilidade de uso tanto para cobertura do solo como para pastejo. A formação de palhada mais duradoura em relação à leguminosas; a alta capacidade de reciclagem de nutrientes (especialmente N e K); a supressão de plantas daninhas por meio de efeitos físicos e, ou, alelopáticos e a possibilidade de diminuir a incidência de nematóides, são as principais características da espécie. O milheto pode ser usado como planta de cobertura para o solo e recicladora de nutrientes em solos de baixa fertilidade natural. Assim como o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), o milheto é uma excelente opção como cultura de cobertura de inverno e produtora de palhada para o SPD, em razão da sua resistência às condições de déficit hídrico, com elevada capacidade de aproveitamento da água e produção de matéria seca (MAGALHÃES et al., 2000).

Apresentada a importância da variação da temperatura do solo nos processos ecológicos, físicos, biológicos e de outros que ocorrem na interface solo atmosfera, a escassez hídrica e o interesse do estudo do milheto na região, objetivou-se no presente estudo avaliar a variação da temperatura na superfície do solo em condições de diferentes plantas de cobertura do solo, em áreas irrigada e não irrigada em certo momento de desenvolvimento dessas culturas, investigando, indiretamente, o potencial do solo para formação de palhada para consolidação do sistema de plantio direto no Norte do ES, com e sem irrigação; a influência das plantas de cobertura na temperatura do solo; e por fim, a viabilidade da introdução de plantas de cobertura comparando o desempenho das espécies nas condições ambientais da região, com e sem uso da irrigação.

O trabalho foi desenvolvido a campo no período de janeiro a março de 2016 na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), campus São Mateus (CEUNES), localizado no município de São Mateus-ES, cujas coordenadas são 18°40'18" S e 39°51'24" W. O local apresenta altitude em torno de 35 metros e clima tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão, classificado como Aw, segundo Köppen.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), em esquema de parcelas



subdivididas no espaço, com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais (2 x 6 x 4). As parcelas foram constituídas por área irrigada e sequeiro, e as subparcelas, por seis tratamentos (quatro cultivares de milho, feijão-de-porco e braquiária). O solo no local do experimento é classificado como ARGISSOLO AMARELO Distrófico (EMBRAPA, 2013), com relevo plano e textura predominante franco-arenosa no horizonte A. Corrigiu-se a acidez do solo e realizou-se a aplicação de fertilizante formulado NPK. Durante o período de avaliação a precipitação foi quase nula, devido ao grande período de estiagem ocorrido na região. Como a avaliação não ocorreu de forma temporal, a precipitação praticamente não influenciou os valores de temperatura do solo. As plantas de cobertura utilizadas foram: milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), cultivares ADR 300 (M1), ADR 500 (M2), ADRf 6010 (M3) e BRS 1501 (M4), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) e braquiária (*Brachiaria ruziziensis* Germain & Evrard). Os tratamentos culturais consistiram apenas de duas capinas manuais, para eliminar as plantas daninhas, no início e meio do ciclo das plantas de cobertura. A medida de temperatura foi realizada com termômetro infravermelho portátil modelo MT-320 com indicador laser (para medições sem contato) com comprimento de onda no espectro vermelho (635 ~ 670nm), faixa de temperatura infravermelha de -20 °C ~ 400 °C / -4 °F ~ 752 °F e precisão para medida máxima de  $\pm 2$  °C ou 2 % (temperatura ambiente: 23 °C  $\pm 2$  °C). As medidas de temperatura foram, portanto, realizadas na superfície do solo, ou seja, sob as culturas ainda instaladas no campo, as quais apresentavam idade de 60 dias no momento da avaliação.

Os dados de temperatura foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F a 5 % entre os tratamentos; havendo significância para os tratamentos, os valores médios foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

As fontes de variação cultura (C), irrigação (I) e blocos foram significativos a 1 % pelo teste F na análise de variância. A interação C x I foi não significativa. Os dados resultaram em coeficiente de variação (CV) de 2,71 % e média geral de 30,31 °C. O feijão-de-porco e as cultivares de milho, diferiram pelo teste de Tukey a 5 % da braquiária, apresentando valores para FP, M3, M4, M1, M2 e BR de 29,20 °C, 29,62 °C, 29,94 °C, 29,97 °C, 30,20 °C e 32,90 °C, respectivamente. Dentre as cultivares de milho, já se esperava que o M3, que se trata do cultivar forrageiro, apresentasse menor valor de temperatura superficial do solo, uma vez que o mesmo apresentou cobertura mais densa sobre o solo. A B. ruziziensis apresentou uma cobertura menos densa, o que possibilitou uma maior penetração da radiação solar e consequentemente a perda desta para a atmosfera. As áreas irrigada e de sequeiro diferiram pelo teste de Tukey a 5 %, apresentando valores de 29,41 °C e 31,20 °C para área irrigada e área não irrigada, respectivamente.

A cobertura vegetal exerce efeito significativo na variação da temperatura da superfície do solo; o solo da área pode apresentar potencial para formação de palhada para consolidação do sistema de plantio direto; os tratamentos com maiores coberturas do solo, feijão-de-porco e cultivares de milho foram os que apresentaram menor amplitude térmica na superfície do solo, seguido do tratamento com braquiária.

## Referências

- KAISER, D. R.; STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R.; FERREIRA, F. & KUNZ, M. Temperatura do solo afetada por diferentes estados de compactação. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**. 14., Cuiabá, 2002. Anais. Cuiabá, 2002. 4p.
- EMBRAPA – **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3º Ed. rev. Ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F. O. M. & SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas, Embrapa-CNPMS, 2000. 46p. (Circular Técnica, 3).



## IMPACTO DO BIOCHAR NO CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA E CARBONO ORGÂNICO TOTAL DE UM SOLO ARENOSO

Amós da Cruz Barbosa<sup>1</sup>, Argemiro Pereira Martins Filho<sup>1</sup>, Wendson de Moraes Silva<sup>2</sup>,  
Gustavo Pereira Duda<sup>1</sup>, José Romualdo de Sousa Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco - Campus Garanhuns, Graduando, Lagoa de Itaenga - PE, [amos.barbosa@outlook.com](mailto:amos.barbosa@outlook.com); <sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará.

**Palavras-chave:** feijão; pirólise; resíduo.

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa de extrema importância no mundo devido às suas características nutricionais e capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais (DOMINGUES et al., 2013). O feijão, que sempre foi um produto importante na alimentação dos brasileiros, faz parte da pauta de importações do Brasil e pode vir a ser exportado em maiores quantidades nos próximos anos. Não é à toa que é um dos alimentos mais importantes na dieta dos brasileiros, pois nesta dieta o feijão é a principal fonte proteínicas sendo seguido pela carne bovina e o arroz. Estes três alimentos constituem cerca de 70 % da ingestão proteica dos brasileiros sendo o feijão, desta forma, é uma cultura de extrema importância sócio econômica para o Brasil (LAJOLO et al., 1996).

Biochar é um produto que pode ser obtido de diversas fontes que podem variar de material vegetal e material animal. O processo para obtenção do biochar é através da pirólise que pode ser lenta ou rápida e que ambas são caracterizadas pela decomposição térmica da biomassa. A pirólise lenta é realizada sob ausência total ou parcial de oxigênio no pirolisador em alta temperatura e por um longo período de tempo (DANISH et al., 2014).

O biochar tem a capacidade de melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo. Dentro das características biológicas, o biochar pode elevar a composição microbiana, a sua atividade e a sua diversidade. Nas características físicas o que pode ser destacado é a diminuição da densidade do solo e aumento da retenção de água. Já as propriedades químicas que são influenciadas pela aplicação do biochar são: aumento do pH em solos ácidos e aumento da CTC, disponibilizando assim mais nutrientes para as plantas e desta forma melhorando a fertilidade do solo (LIMA et al., 2015).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do biochar sobre o carbono da biomassa microbiana e carbono orgânico total em solos arenosos cultivados com feijão.

Tanto a produção dos biochars como a execução deste trabalho foram realizados dentro das acomodações da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE), localizada na cidade de Garanhuns no agreste do estado de Pernambuco (8° 53' S, 36° 31' O, 823 m). O solo utilizado para este experimento é classificado como NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico, sendo coletado na camada de 0-20 cm, numa área é coberta por mata nativa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 10 tratamentos e 4 repetições sendo (PK, Esterco bovino e dois tipos de biochar sendo casca de café (CC) e borra de café (BC)), as doses CC4, CC8, CC12, CC16, BC4, BC8, BC12, BC16 Mg ha<sup>-1</sup>, totalizando 40 unidades experimentais, sendo colocado 4 sementes por unidade experimental após uma semana foi feito o desbaste e foi deixada uma planta por vaso da cultura do feijão. No tratamento onde foi utilizado fertilizante químico (PK) não houve a aplicação de nitrogênio, apenas de fósforo e potássio, pois as sementes

foram inoculadas com bactérias do gênero *Rhizobium*.

Para este trabalho visou-se avaliar o carbono da biomassa microbiana (CBM) e o carbono orgânico total (COT) e os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Para o CBM observou-se que os tratamentos CC 12, CC16 e BC 16 foram estatisticamente superiores aos demais atingindo assim 296,97; 300,65 e 390,02 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes dados corroboram com o trabalho de Biederman e Harpole (2013), que verificaram um aumento da CBM após a aplicação de biochar. Pode-se dizer que com esta prática haverá uma maior disponibilização de um material estável e que desta forma vai haver um aumento na quantidade de carbono no solo proporcionando um maior desenvolvimento microbiano.

Já para o COT os tratamentos que se sobressairam em relação aos demais foram CC 12, BC 12 e BC 16 atingindo assim 26,99; 27,86 e 28,30 g kg<sup>-1</sup> respectivamente. Esses dados mostram que as maiores doses do biochar, independente da fonte, fizeram com que houvesse um aumento do COT no solo. Purakayastha et al. (2015) verificaram que houve um aumento do COT em solos com biochar, corroborando com este resultado. Estes valores encontrados podem ser explicados pela alta concentração de carbono que está presente no biochar e que consequentemente será disponibilizado para o solo.

Desta forma pode-se concluir que, independente da fonte de biochar aplicado no solo, houve o aumento do CBM e do COT, quando são aplicadas as maiores doses. Sendo assim pode-se dizer que o biochar causa tanto um aumento da população microbiana como o mesmo faz com que haja o acréscimo na quantidade de carbono presente no solo, este que tanto servirá para as plantas como para o desenvolvimento dos microorganismos.

## Referências

- BIEDERMAN, L. A.; HARPOLE, W. S. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. **Global Change Biology**. Bioenergy, v. 5, p. 202–214, 2013.
- DANISH S.; AMEER A.; QURESHI TI.; YOUNIS U.; MANZOOR H.; SHAKEEL A.; EHSANULLAH M. Influence of biochar on growth and photosynthetic attributes of *Triticum aestivum* L. under half and full irrigation. **International journal of Biosciences** v.5, p.101-108, 2014.
- DOMINGUES, A. M.; SILVA, E.; FREITAS, G.; GANANÇA, J. F.; NÓBREGA, H.; SLASKI, J. J.; CARVALHO, M. A. P. Aluminium tolerance in bean traditional cultivars from Madeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v.36, p.148-156, 2013.
- LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E. W. Qualidade nutricional. In: ARAUJO, R. S.; AGUSTÍN- RAVA, C.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 71-99.
- LIMA, S.L.; TAMIOZZO, S.; PALOMINO, E.C.; PETTER, F.A.; MARIMONJUNIOR, B.H. Interactions of biochar and organic compound for seedlings production of *Magonia pubescens* A. St. Hil. **Revista Árvore**, v.39, p.655-661, 2015.
- PURAKAYASTHA, T. J.; KUMARI, S.; PATHAK, H. Characterization, stability, and microbial effects of four biochars produced from crop residues. **Geoderma**. v. 239–240, p. 293–303, 2015.

## EFEITO DO BIOCHAR NO CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA E CARBONO ORGÂNICO TOTAL EM SOLO ARENOSO

Argemiro Pereira Martins Filho<sup>1</sup>, Amós da Cruz Barbosa<sup>1</sup>, Wendson de Moraes Silva<sup>2</sup>,  
Erika Valente de Medeiros<sup>1</sup>, Claude Hammecher<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco - Campus Garanhuns, Mestrando, Garanhuns - PE, [argemiro.ufra@gmail.com](mailto:argemiro.ufra@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará; <sup>3</sup>Institut de Recherche pour le Développement.

**Palavras-chave:** milho; resíduo; solo.

A cultura do milho (*Zea mays* L.) tem grande importância econômica e social, pelo valor nutricional de seus grãos e por seu uso intenso, na alimentação humana e animal e como matéria-prima para a indústria. O milho é uma das principais commodities agrícolas produzidas no mundo, apresentando desempenhos classificados como cíclicos ou sazonais, alternando períodos de crescimento e redução dos preços. (GALVÃO et al., 2014).

De acordo com Oliveira et al. (2013), a cultura do milho tem o potencial de produzir até 19.113 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que a produtividade média no Brasil fica em torno de 5.000 kg ha<sup>-1</sup>, sendo considerados como principais fatores responsáveis por essa redução o clima, manejo de nutrientes, fertilidade do solo e práticas culturais. Devido a esses fatores, novas técnicas alternativas são desenvolvidas com o intuito de fornecer uma melhor estrutura aos solos pobres em nutrientes, tais como o uso do biochar, que é um produto da degradação térmica de matéria orgânica na ausência de ar (pirólise). Essa técnica vem se tornando viável, uma vez que melhora várias propriedades do solo proporcionando uma maior produtividade as culturas agrícolas.

Os estudos com o biochar surgiram a partir da matéria orgânica das terras pretas de índios, em solos amazônicos alterados pela presença humana com excelentes características agronômicas, apresentando alta fertilidade e alto conteúdo de carbono estável de origem pirogênica em sua fração orgânica, fornecendo um solo adequado ao sequestro de carbono. O conhecimento da sua estrutura e de suas propriedades vem possibilitando a busca por materiais e técnicas que visem através de práticas agrícolas que possam melhorar as estruturas do solo (NOVOTNY et al., 2009).

O objetivo desta pesquisa é avaliar a influência da aplicação de doses de biochar sobre o carbono da biomassa microbiana do solo (CBM) e do carbono orgânico total (COT) na cultura do milho.

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada na Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE) no município de Garanhuns, PE (08° 53' 25" S; 36° 29' 34" O, e altitude de 896 m). O solo, NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico, coletado para o experimento fica localizado no município de São João-PE. A coleta do solo para os preenchimento dos vasos foi realizada numa área de mata nativa, na camada de 0-20 cm.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 10 tratamentos e 4 repetições sendo (NPK, Esterco bovino e dois tipos de biochar sendo casca de café (CC) e borra de café (BC)), as doses CC4, CC8, CC12, CC16, BC4, BC8, BC12, BC16 Mg ha<sup>-1</sup>, totalizando 40 unidades experimentais, sendo colocado 4 sementes por unidade experimental após uma semana foi feito o desbaste e foi deixada uma planta por vaso da cultura do milho. E foram irrigadas de acordo com a capacidade de campo em 2 em 2 dias com água destilada e durante 45 dias do experimento.

As variáveis avaliadas foram o carbono da biomassa microbiana do solo (CBM) e o carbono

orgânico total (COT). Os resultados foram submetidos a análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

O CBM foi estatisticamente superior nos tratamentos com biochar de borra de café (BC) nas doses de 8, 12 e 16 t ha<sup>-1</sup>, m 200,50; 261,04 e 240,61 mg kg<sup>-1</sup> em relação aos demais respectivamente, indicando que a adição de biochar de BC ofereceu melhores condições para o aumento da biomassa microbiana do solo. Os níveis de CBM foram ligeiramente aumentados com a adição das doses do biochar (BC), este aumento está relacionado com os benefícios que estes proporcionam a fauna e flora do solo, aumentando os estoques de carbono orgânico do solo, melhorando assim habitats de solo. A diversidade microbiana do solo influencia a transformação bioquímica e disponibilidade de nutrientes de plantas através da atividade bioquímica (LU et al., 2015). Resultados semelhantes foram apresentados por Lu et al. (2015), analisando Mudanças na estrutura da comunidade microbiana do solo e da atividade da enzima com alteração de composto biochar.

O COT nos diferentes tratamentos foi maior estatisticamente apenas nos tratamentos CC16 e BC16, sendo 27,35 e 27,57 g kg<sup>-1</sup> respectivamente, indicando que independentemente da fonte de biochar utilizada (CC ou BC), as maiores doses (16 Mg ha<sup>-1</sup>) foram as que promoveram aumento desta variável.

O aumento do COT pode está relacionado devido aos elevados teores de C nos biochars, partículas orgânicas minerais, formadas como resultado de reações entre o carbono refratário em biocarvão e do solo circundante pode ter elevado este parâmetro através de uma combinação de proteção física e complexação química desta fonte de carbono podem ter sido protegidos da deterioração microbiana (HARTLEY et al.; 2016). Resultados semelhantes foram apresentados por Purakayastha et al. (2015), analisando a caracterização, estabilidade e efeitos microbianos de quatro biochars produzidos a partir de resíduos de culturas.

Portanto, independentemente do tipo de biochar (CC ou BC), as maiores doses (16 Mg ha<sup>-1</sup>) promoveram alterações nas propriedades microbiológicas do solo, aumentando o CBM e o COT. Sendo este um indicativo de que o biocarvão é eficiente na melhoria das estruturas do solo na física, química e na microbiologia.

## AGREGAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO MANEJO EM CULTIVO DE COUVE-FLOR NA REGIÃO SERRANA DO RIO DE JANEIRO

Carlos Roberto Pinheiro Junior, Gustavo Candido da Silva Rodrigues, Evandro Silva Pereira Costa, Marcos Gervasio Pereira, Nivaldo Schultz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Graduando, Seropédica - RJ,  
*robertopinheiro.19@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** erosão; cobertura morta; estrutura do solo.

A região serrana do estado do Rio de Janeiro se destaca em âmbito nacional como um dos maiores pólos produtores de hortaliças; contudo, o sistema convencional de preparo do solo com aração e gradagens no sentido do declive do terreno tem sido uma das principais práticas adotadas pelos agricultores. Esse tipo de manejo associado às condições topográficas de relevo acidentado da região intensificam as perdas de solo, água e nutrientes pela ação dos processos erosivos.

Sistemas de manejo que preconizam o não revolvimento do solo e a manutenção da cobertura morta tornam-se importantes ferramentas para conservação dessas áreas, pois preservam a estrutura do solo que por sua vez favorece a infiltração da água, amenizando as perdas por erosão.

A aveia preta (*Avena strigosa*) é uma espécie bastante utilizada para o cultivo na entressafra em sistema de plantio direto, e apresenta características interessantes como resistência à seca e ao frio. Apesar das diversas vantagens dessa cultura como cobertura do solo em algumas regiões brasileiras, pouco se sabe sobre seus benefícios nos atributos do solo, bem como sobre o potencial produtivo de olerícolas como a couve-flor (*Brassica oleracea*) em condições específicas como as da região serrana do estado do Rio de Janeiro.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a agregação do solo em diferentes sistemas de preparo do solo em cultivo de couve-flor na região serrana do Rio de Janeiro.

O experimento foi conduzido na microbacia na região de Barracão dos Mendes, município de Nova Friburgo e implantado com delineamento em blocos casualizados constituído de 3 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: 1. cultivo convencional de couve-flor com preparo do solo com enxada rotativa (SPC) ; 2. cultivo de couve-flor em área pré-cultivada com aveia preta, dessecada e incorporada ao solo com uso de enxada rotativa (INC) e 3. cultivo de couve-flor em área pré-cultivada com aveia preta sem preparo do solo, dessecada em sistema de plantio direto sobre a palhada (SPD). Foram realizadas coletas de amostras indeformadas antes (abril de 2015) e após (dezembro de 2015) o cultivo de couve-flor nas profundidades de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m para avaliação da estabilidade dos agregados via úmida através dos índices diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG), de acordo com Donagemma et al. (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 %.

Não foram observadas diferenças para o DMP e DMG dos agregados na avaliação realizada antes da implantação da cultura (Abril 2015). Os valores de DMP na camada de 0,00-0,10 m foram de 4,685, 4,855 e 4,630 mm nos tratamentos SPC, INC e SPD, respectivamente. Na camada de 0,10-0,20 m os valores de DMP foram de 4,815, 4,785 e 4,737 mm nos tratamentos SPC, INC e SPD, respectivamente. O DMG variou de 4,113 a 4,573 mm na camada 0,00-0,10 m e de 4,218 a 4,463 mm na camada de 0,10-0,20 m ambos nos tratamentos SPD e INC, respectivamente.

Na avaliação realizada após o cultivo da couve-flor (dezembro 2015) o menor valor de DMP na camada 0,00-0,10 m foi observado no SPC (3,915 mm). Não foi observada diferença entre os tratamentos INC e SPD nessa camada, contudo, quando comparadas as épocas avaliadas, apenas em SPD não foi verificada redução nos valores de DMP após o cultivo da couve-flor, o que é explicado pela ausência do revolvimento do solo nesse tratamento. Avaliando a agregação do solo em diferentes sistemas de manejo e tipos de cobertura vegetal Loss et al. (2014) também observaram menores valores de DMP no sistema de preparo convencional quando comparados com áreas de plantio direto, pastagem e florestas, onde não há o constante revolvimento do solo. Os valores de DMP não diferiram na camada de 0,10-0,20 m.

O DMG apresentou o mesmo padrão verificado para o DMP na camada 0,00-0,10 m, sendo observado o menor valor em SPC, além disso, houve uma redução de 4,200 para 2,748 mm quando comparado às épocas de avaliação. Os valores de DMG na camada 0,10-0,20 m foram semelhantes, porém, apenas em SPD não houve redução significativa na avaliação realizada após o cultivo; devido à preservação da estrutura pelo não revolvimento do solo nesse tratamento.

O SPC apresentou os menores valores de DMP e DMG na camada 0,00-0,10 m, devido a desestabilização da estrutura pelo revolvimento do solo e ausência de cobertura morta, expondo a superfície do solo à ação direta dos impactos das gotas de chuva, facilitando o processo de formação do selamento superficial, o que reduz as taxas de infiltração da água e consequentemente intensificam as perdas por erosão.

O cultivo de couve-flor em SPD na região montanhosa do estado do Rio de Janeiro preserva a estrutura do solo e refletirá positivamente na capacidade de infiltração e redistribuição da água no solo, minimizando assim os riscos de degradação do solo, resultantes da perda de solo, água e nutrientes.

Agradecimentos à Fundação Agrisus – Agricultura Sustentável pelo suporte financeiro, ao Instituto de Agronomia da UFRRJ pelo suporte com transporte e logístico e ao produtor Aroldo do Canto Cordeiro.

## Referências

DONAGEMMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. D.; VIANA, J. H. M. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Documentos 132: 2ª ed. Embrapa Solos: Rio de Janeiro – RJ. 230p. 2011.

LOSS, A.; COSTA, E.M.; PEREIRA, M.G.; BEUTLER, S.J. Agregação, matéria orgânica leve e carbono mineralizável em agregados do solo. **Revista de La Facultad de Agronomía**, La Plata, v.113, n.1, p.1-8, 2014.



## ACÚMULO DE RAÍZES DE *Brachiaria decumbens* COM APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO EM SUPERFÍCIE

Nivaldo Schultz, Ernandes Silva Barbosa, Gustavo Cândido da Silva Rodrigues,  
Carlos Roberto Pinheiro Junior, Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Professor, Seropédica - RJ, [nsufrj@yahoo.com.br](mailto:nsufrj@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** *Urochloa* sp.; recuperação de pastagem; calagem superficial.

A pecuária brasileira é uma das atividades que mais impacta negativamente os recursos naturais devido ao manejo inadequado de grande parte das pastagens, que atualmente encontram-se em algum estágio de degradação. Nesta condição ficam expostas aos agentes erosivos e conseqüentemente à perda de solo, água, fertilidade e do potencial produtivo. De acordo com o ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA, 2014), atualmente aproximadamente 30 milhões de hectares de pastagem estão sob algum grau de degradação, sendo grande parte destas áreas situadas às margens de nascentes, córregos, lagos, lagoas e rios. A proximidade destas áreas de pastagem degradadas ou em fase de degradação com os mananciais intensifica o processo de assoreamento, a redução da calha dos mananciais e a diminuição da quantidade e qualidade da água para o consumo humano e animal.

O impacto do manejo inadequado destas pastagens sobre a conservação do solo e dos corpos d'água, vem ao longo do tempo, dando sinais da necessidade de recuperar estas pastagens e mantê-las produtivas, elevando-se assim a qualidade e a quantidade de água, bem como a economia das regiões afetadas pela degradação do solo, uma vez que água em quantidade e qualidade é um recurso básico para o desenvolvimento e crescimento da sociedade. Entretanto, na prática existem alguns entraves para a recuperação de grande parte dessas áreas, com destaque para o fato de essas apresentarem topografia desfavorável para mecanização, o que dificulta o preparo do solo com aração, gradagem, incorporação de corretivos, fertilizantes e implantação de novas pastagens. Diante deste contexto, a calagem em superfície associada ao uso de gesso agrícola pode ser uma alternativa para corrigir a acidez nas camadas superficiais e subsuperficiais, reduzir a atividade do alumínio em profundidade e promover as condições iniciais adequadas para o estabelecimento de pastagens mais produtivas em menor espaço de tempo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento do sistema radicular de *Brachiaria decumbens* mediante diferentes doses de calcário, com e sem associação com diferentes percentuais de gesso agrícola, aplicados na superfície do solo.

O experimento foi instalado em área de relevo suave ondulado, textura arenosa na superfície, classificado como ARGISSELO AMARELO Distrófico, no setor de bovinocultura leiteira da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 4 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: 1. calagem em superfície com 50 % da dose total indicada pela análise de solo; 2. calagem em superfície com 50 % da dose total + 25 % de gesso agrícola, em relação à dose de calcário aplicada; 3. calagem em superfície com 50 % da dose total + 50 % de gesso agrícola, em relação à dose de calcário aplicada; e 4. controle experimental sem calcário e sem gesso. A implantação dos tratamentos ocorreu em maio de 2015 e a avaliação em janeiro de 2016. Antes e após as avaliações foram realizadas amostragens e análises químicas de solo em amostras coletadas nas camadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 m de profundidade, segundo metodologia descrita em Donagemma et al. (2011). A massa seca de raízes foi avaliada nas mesmas



camadas onde foram realizadas as análises de solo utilizando um gabarito de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m). Após a coleta as raízes foram peneiradas em malhas de 4 e 2 mm. Em seguida foram lavadas, secadas em estufa de circulação forçada a 65 °C até atingirem peso constante. Os dados da análise química de solo e massa de raízes foram submetidos à análise de variância utilizando o *software* SISVAR 5.3, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A aplicação do calcário e calcário + gesso, independentemente da proporção (25 ou 50 %) promoveu na camada de 0,00 a 0,05 m aumentos nos valores de pH, cálcio (Ca), soma de bases (S.B), saturação por bases (V), capacidade de troca catiônica efetiva (t) e potássio (K); ao mesmo tempo em que ocorreu redução do alumínio (Al), da acidez potencial (H+Al) e consequentemente dos valores de capacidade de troca catiônica (CTC) a pH 7,0, em relação ao controle sem aplicação de calcário e calcário + gesso. Os teores de magnésio (Mg) e fósforo (P) não foram influenciados pelos tratamentos na camada de 0,00 a 0,05 m. Na camada de 0,05 a 0,10 m o calcário + gesso na proporção de 50 % de gesso promoveu redução de H+Al em relação ao controle experimental, sendo verificados valores intermediários para os tratamentos somente com calcário e calcário + 25 % de gesso. A CTC na camada de 0,05 a 0,10 m apresentou comportamento similar ao observado para H+Al, o que se justifica pela maior expressão do H+Al no valor da CTC. Os demais atributos da camada de 0,05 a 0,10 m não foram influenciados pelos tratamentos em relação ao controle. Na camada de 0,10 a 0,20 m os resultados foram similares aos descritos para a camada de 0,05 a 0,10 m de profundidade. O resultados deste trabalho corroboram com Soratto et al. (2008), que avaliando as alterações nos atributos químicos do solo em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico de textura média com aplicação de calcário e calcário + gesso, verificaram que os efeitos da calagem sobre os valores de pH foram observados na camada de 0,00 a 0,05 m aos 3 meses após a aplicação; até a camada de 0,00 a 0,10 m aos 6 meses após a aplicação, até a camada de 0,20 a 0,40 m aos 12 meses, e permaneceram até 0,10 a 0,20 m de profundidade na amostragem realizada aos 18 meses.

A aplicação de calcário e calcário + gesso favoreceu o desenvolvimento das raízes de *Brachiaria decumbens* na camada de 0,00 a 0,05 m. O aumento no volume de raízes nesta camada é resultante da melhoria da fertilidade do solo, através da redução dos teores de Al tóxico, elevação do pH e dos teores de Ca e Mg, apesar do aumento do teor de Mg não ter sido estatisticamente significativo. Nas camadas de 0,05 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m de profundidade não houve aumentos significativos no volume de massa seca de raízes, entretanto, houve tendência de aumento do volume de raízes dos três tratamentos em relação ao controle experimental, o que poderá ocorrer ao longo do tempo, uma vez que os resultados aqui discutidos referem-se ao período de oito meses. Pauletti et al. (2014), avaliando os efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto verificaram aumento de produtividade nas culturas do milho, soja e aveia preta em solo com elevada acidez e baixos teores de Ca e Mg no perfil do solo abaixo de 0,10 m de profundidade, mostrando o efeito positivo da correção do solo mesmo que nas camadas superficiais.

Os resultados deste experimento indicam que o uso do calcário + gesso em superfície pode ser uma alternativa para a recuperação da qualidade do solo e do potencial produtivo de pastagens degradadas, destacando-se o fato de ser uma tecnologia de baixo custo e de baixa ou nenhuma intervenção de implementos agrícolas para o revolvimento do solo e incorporação dos corretivos de acidez em áreas de topografia acidentada.

Agradecimentos à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro pela concessão de bolsa de Iniciação Científica.

## Referências

DONAGEMMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. D.; VIANA, J. H. M. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Documentos 132: 2ª ed. Embrapa Solos: Rio de Janeiro – RJ. 230p. 2011.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/recuperacao-areas-degradadas>. Acessado em 26/10/2014.

PAULETTI, V; PIERRI, L.; RANZAN, T.; BARTH, G.; MOTTA, A. C. V. Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.38, p.495-505, 2014.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. C. A. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.32, p.675-688, 2008.

## DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO MILHO EM PREPAROS DE SOLO E ADUBAÇÃO ORGÂNICA DE BASE

Jeferson Carlos de Oliveira Silva, Adelar José Fabian, Luis Fernando de Mendonça Siqueira, Witer Moreira Guimarães, Gabriel Alberto Ceballos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Estudante de Engenharia Agrônômica, Bolsista PET Agro, Uberaba - MG, [jefersonteng@gmail.com](mailto:jefersonteng@gmail.com).

**Palavras-chave:** potencial tecnológico; adubação orgânica; preparo de solo.

A cultura do milho no Brasil na primeira safra 2014-2015, ocupou uma área de 6.156,1 mil hectares onde foram produzidas 30.244,1 mil Mg de grãos com produtividade média de 4.913 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2015). A cultura do milho é dinâmica, por ser um cereal utilizado tanto na alimentação humana como animal.

Este cultivo exige tecnologias que visam a produtividade e a preservação do solo e água, procurando manter os cultivos subsequentes e crescentes na mesma área. O uso intensivo do solo em vários cultivos por ano, é cada vez mais comum, aumentando a produção e a oferta de alimentos. Assim se faz necessário a adoção de boas práticas de manejo do solo e tratamentos culturais, para manter a sustentabilidade da produção (FERREIRA, 1997).

Nesse estudo avaliamos o efeito de sistemas de preparo do solo e de adubações mineral e orgânica na semeadura sobre a produtividade do milho híbrido DKB 390 YDG.

O estudo foi conduzido no bioma cerrado no segundo ano de manejo, safra 2014/2015, em Uberaba - MG, a 795 m acima do nível do mar.

O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo (Aw), precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e 21 °C, respectivamente. O solo da área é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) nos preparos de solo, com quatro repetições, e em faixas de adubação, com esquema de parcela subdividida.

Os tratamentos principais foram nove sistemas de preparo do solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (braquiária ruziziensis); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (crotalaria juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis); uso de cobertura do solo (braquiária ruziziensis) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado.

Os tratamentos secundários foram duas faixas de adubação de semeadura: mineral e orgânica.

A área total do experimento foi de 0,72 ha (120 m x 60 m). Cada parcela de preparo teve as dimensões de 10,0 m x 12,0 m. As parcelas foram divididas em faixas (subparcelas) com 5,0 m de largura cada, onde foram aplicadas as adubações.

A semeadura do milho híbrido DKB 390 YDG foi realizada em 4 linhas espaçadas a 0,50 m e 6 m de comprimento. Considerou-se como área útil para as avaliações os 4 m<sup>2</sup> centrais. Os preparos de solo foram realizados de 01 de agosto a 02 de novembro de 2014. A semeadura foi realizada no dia 07 de novembro de 2014 e a colheita no dia 13 de março de 2015.

Durante a semeadura do milho, na faixa mineral, foi incorporado pela semeadora, de acordo com a interpretação da análise de solo, 357 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 8-28-16 (NPK). Na faixa orgânica foi

aplicada a mesma quantidade de nutrientes equivalente a 3.717,47 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante orgânico, aplicado em dose única a lanço após a semeadura e 51,06 kg ha<sup>-1</sup> de Cloreto de Potássio para atender a carência de Potássio do fertilizante orgânico.

A adubação de cobertura foi igual para ambas as faixas e parceladas em duas ocasiões sendo a primeira com 217,00 kg ha<sup>-1</sup> de Uréia a lanço no estádio V4, e a segunda com 115,74 kg ha<sup>-1</sup> de Sulfato de Amônio incorporado ao solo no estádio V6.

Para a avaliação da produtividade as espigas da área útil foram colhidas, debulhadas e pesadas. A umidade dos grãos foi ajustada a 0,13 kg kg<sup>-1</sup>. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, a 5 % de probabilidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, a 5 % de probabilidade, e quando verificado efeito significativo, procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 1 % de probabilidade.

Observamos pelo teste F que não houve interação entre preparos de solo e tipo de adubação. Ao avaliar isoladamente os fatores, os tipos de preparos de solo e de adubação se mostraram estatisticamente desiguais.

A produtividade do milho não foi influenciada pela fonte de adubação na semeadura. Entretanto ocorreu diferença ( $P > 0,05$ ) entre os preparos de solo, sendo que os tratamentos uso de cobertura do solo (braquiária *ruziziensis*) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado não diferiram entre si produzindo entre 7,35 Mg ha<sup>-1</sup> e 9,14 Mg ha<sup>-1</sup> que é superior a média regional e nacional.

A menor produtividade foi obtida no tratamento semeadura direta sem uso de plantas de cobertura (pousio) que produziu 4,06 Mg ha<sup>-1</sup>. Essa técnica ainda é muito comum nas áreas onde não se aplicam os princípios básicos do plantio direto onde a área permanece em pousio após a colheita da cultura de verão.

No preparo biológico e na semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (braquiária *ruziziensis*) obtivemos produtividades intermediárias (5,99 Mg ha<sup>-1</sup> e 5,57 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Isso provavelmente se deve ao fato de ser o primeiro ano com o uso do sistema em que as espécies utilizadas ainda não proporcionaram os benefícios esperados.

O não revolvimento do solo possibilita certo nível de compactação que restringe o pleno desenvolvimento da cultura. Isso ocorre quando os valores de resistência a penetração se acham acima de 4 Mpa.

Este adensamento de solo resulta na dificuldade da planta em desenvolver seu sistema radicular, absorver água e nutrientes, obtendo baixas produtividades.

Os tratamentos com revolvimento de solo proporcionam o rompimento da camada compactada, além de incorporarem os resíduos vegetais. Isso possibilita o aumento dos macroporos após o preparo com maior infiltração de água, maior facilidade para o desenvolvimento radicular, proporcionando melhor desenvolvimento da planta.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na produtividade do milho em função das fontes de adubação (mineral ou orgânica), sendo uma possível alternativa aos pequenos e médios agricultores, assim como já é realidade em usinas sucroalcooleiras que reutilizam os resíduos orgânicos integralmente nas lavouras, reduzindo gastos com adubação mineral.

Utilizando área experimental e tratamentos semelhantes, Bastos (1999), chegou à conclusão de

que a adubação com composto orgânico após 13 anos da primeira aplicação, consegue não só manter a produtividade como também elevá-la a altos patamares. Em nossos estudos a aplicação ocorreu em apenas dois anos.

Maia (1999) avaliando a variação da produtividade do milho obtida em 14 anos de aplicação contínua, tanto de adubação orgânica quanto mineral, verificou que houve respostas diferenciadas da produtividade do milho bem como resposta às adubações.

Os preparos de solo afetaram a produtividade de milho no segundo ano de cultivo.

A adubação orgânica pode substituir a adubação mineral na semeadura, sem prejudicar a produtividade, sendo uma opção sustentável e ecológica.

Não houve interação entre os preparos de solo e a fonte de adubação.

Apoio: IFTM campus Uberaba. EPAMIG.

À FAPEMIG pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

BASTOS, C.S. **Sistemas da adubação em cultivo de milho exclusivo e consorciado com feijão, afetando a produção, estado nutricional e incidência de insetos fitófagos e inimigos naturais**. Viçosa, UFV. 117f. 1999. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. – v. 2, n.12 (2015) – Brasília : Conab. ISSN 2318-6852. Safra 2014/2015. Disponível em: < [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf) > . Acesso em 20 de julho de 2016.

FERREIRA, L.M. **As interações entre a fração mineral e a fração orgânica em solos da região de Bauru-SP**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 217p. 1997. (Tese de Doutorado).

MAIA, C.E. **Reserva e disponibilidade de Nitrogênio pela adição continuada da adubação orgânica e da mineral na cultura do milho em um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico**. Viçosa, UFV, 1999. 55 f. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, 1999.

## PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA DO SOLO EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

Gabriel Alberto Ceballos, Adelar José Fabian, Jeferson Carlos de Oliveira Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba,  
Estudante de Engenharia Agrônoma, Bolsista FAPEMIG, Uberaba - MG, [ceballos.agro@gmail.com](mailto:ceballos.agro@gmail.com).

**Palavras-chave:** decomposição; plantas de cobertura; semeadura direta.

O sistema de semeadura direta (SSD) engloba uma série de técnicas estabelecidas através de anos de agricultura e pesquisa, que preconizam a semeadura sobre os resíduos vegetais de culturas anteriores, com o mínimo revolvimento do solo e a rotação de culturas.

A manutenção de cobertura vegetal do solo em quantidades adequadas no sistema de semeadura direta consolidado no cerrado apresenta grande dificuldade devido às altas taxas de decomposição dos resíduos vegetais. Semeadas após a colheita das culturas de verão o desenvolvimento das plantas e a produção de fitomassa seca podem ser afetados pela pouca quantidade de chuvas e baixas temperaturas noturnas (FABIAN, 2009).

A manutenção de resíduos vegetais sobre o solo e sua posterior decomposição é uma variável importante na ciclagem de nutrientes e o conhecimento da sua dinâmica é fundamental para a compreensão do processo, o que resultará em maior eficiência na utilização dos nutrientes pelas culturas e na redução dos impactos negativos ao meio ambiente.

Neste estudo avaliamos a produção de fitomassa vegetal das plantas de cobertura do solo semeadas sobre os resíduos vegetais da safra de verão após 12 anos em sistema de semeadura direta e a massa seca remanescente em decomposição.

O estudo foi conduzido em área experimental do IFTM – campus Uberaba - MG, com o objetivo de avaliar a produção de fitomassa seca entre março e junho de 2014 e a taxa de decomposição dos resíduos de plantas de cobertura no período de agosto a dezembro de 2014.

O clima do local, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical quente e úmido, com inverno frio e seco (Aw), com precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e de 21 °C, respectivamente. O solo da área é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições. O primeiro fator a ser analisado foi planta de cobertura do solo (PCS) em que os tratamentos foram: milho cultivar ADR 300 (*Pennisetum americanum* sin. *tipchoides*) cultivar ADR, braquiária (*Urochloa brizantha*) cultivar marandu; feijão guandu (*Cajanus cajan*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*); crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana* L.) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*).

O segundo fator analisado foi o tempo de permanência das sacolas de decomposição coletadas aos 0, 30, 60, 90, 120, 150 dias após a distribuição (DAD). Os tratamentos foram distribuídos em esquema de parcelas subdivididas, com as sete espécies de plantas de cobertura na parcela principal e seis parcelas subdivididas no tempo, formadas pelas épocas de avaliação, sendo dispostas em blocos casualizados com quatro repetições. Para a avaliação de produção de fitomassa seca a variável analisada foi produção de massa de matéria seca (MS) e o delineamento experimental utilizado foi em DBC.

As plantas de cobertura foram semeadas após a colheita das culturas de verão (soja e milho) e foram amostradas e dessecadas aos 90 dias após a semeadura.

Para as avaliações da produção de massa seca (MS) dos resíduos vegetais foram amostrados oito pontos ao acaso em cada parcela com o auxílio de um quadrado metálico de 0,25 m<sup>2</sup> de área, totalizando 2 m<sup>2</sup> por parcela.

O resíduo vegetal foi seco em estufa de circulação forçada a 65 °C por 72 horas, sendo posteriormente pesado, para estimativa da massa seca.

A seguir o material foi picado em segmentos de 5 cm de comprimento e acondicionado em cada sacola de decomposição 10 g de resíduo vegetal. As sacolas de decomposição foram distribuídas sobre o solo e coletadas aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a distribuição para a avaliação da decomposição e consequente massa seca remanescente (MSR).

Para descrever a decomposição de resíduos vegetais, os dados foram ajustado a um modelo matemático exponencial descrito por Wieder e Lang (1982).

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, a 5 % de probabilidade, e quando verificado efeito significativo, procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. A variação da taxa de decomposição dos resíduos vegetais ao longo do tempo foi avaliada por meio de análise de regressão exponencial.

O sorgo forrageiro produziu maior quantidade de massa de matéria seca (MS) que os demais tratamentos com valores de 4,0 Mg ha<sup>-1</sup>. Isso se deve ao fato de que no momento em que foram feitas as avaliações grande parte da massa verificada foi da panícula que se encontrava com grãos.

O feijão de porco apresentou valores médios de produtividade 2,4 Mg ha<sup>-1</sup> assemelhando-se aos encontrados por Teixeira et al. (2005).

A crotalária produziu menos MS do que sorgo forrageiro (3,0 Mg ha<sup>-1</sup>) o que é discordantes dos obtidos por Silva et al. (2014) que obtiveram 9,4 Mg ha<sup>-1</sup> no Mato Grosso do Sul em período chuvoso.

O milheto, feijão de porco e braquiária produziram em torno de 2,3 Mg ha<sup>-1</sup> semelhante aos obtidos por Teixeira et al. (2005).

Os menores valores foram obtidos com feijão guandu e capim-pé-de-galinha que embora produzam pouca fitomassa possuem ampla rizosfera que podem prevenir a compactação e/ou promover a descompactação.

Os RV que apresentaram maiores tempo de meia vida foram da crotalária, do milheto e do feijão guandu. Isso se dá devido à elevada concentração de lignina no seu tegumento e é desejável quando se pretende manter o solo coberto de resíduos vegetais após a semeadura das culturas de verão (a partir de início de novembro) quando as plântulas ainda não cobrem totalmente o solo. O menor tempo de meia vida reflete uma acelerada decomposição e menor cobertura do solo, acelerando a velocidade de liberação de nutrientes. Quando isso é desejável, a melhor opção é o feijão-de-porco e a braquiária que apresentaram menor tempo de meia vida.

As maiores produtividades de fitomassa seca foi proporcionada pelo sorgo forrageiro enquanto guandu, braquiária e capim-pé-de-galinha produziram as menores quantidades.

Aos 120 dias após a distribuição das sacolas todos os tratamentos apresentavam superior a 50 % da massa inicial. Feijão guandu, capim pé de galinha e crotalária apresentavam mais de 70 % de massa seca remanescente.

Apoio: IFTM campus Uberaba. EPAMIG.

À FAPEMIG pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais.



## Referências

FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos físicos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. 2009. 83f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SILVA, Mariana Pina da et al. Palhada, teores de nutrientes e cobertura do solo por plantas de cobertura semeadas no verão para semeadura direta de feijão. **Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 24, p. 233-243, fev. 2014. ISSN 1984-2538. Disponível em: < <http://ojs.ws.ufgd.edu.br/index.php?journal=agrarian&page=article&op=view&path %5B %5D=2643>> . Acesso em: 19 Ago. 2016.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.C.; FURTINI NETO, A.E.; ANDRADE, M.J.B. & MARQUES, E.L.S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ci. Agrotec.**, v.29, p.93-99, 2005.

WIEDER, R.K.; LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, v.63, p.1636-1642, 1982.

## UTILIZAÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA VISANDO MELHORIA NA PRODUTIVIDADE DO MILHO

Maiara Karini Haskel, Paulo Cesar Conceição, Vitor Cauduro Girardello, Anderson Welter, Dionata Ricardo Piske

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estudante, Dois Vizinhos - PR, [maiara.haskel@hotmail.com](mailto:maiara.haskel@hotmail.com).

**Palavras-chave:** sistema de plantio direto; resistência do solo a penetração; compactação do solo.

Na região sudoeste do estado do Paraná os produtores comumente realizam dois cultivos durante o ano agrícola no sistema de plantio direto (SPD), de forma que durante o período do verão a cultura do milho (*Zea mays*) é bastante implantada, devido à alta demanda o mercado local, principalmente para alimentação animal e sendo uma cultura com grande retorno financeiro. Durante o período de inverno, em grande parte das áreas, são cultivadas a cultura do trigo (*Triticum vulgare*). Porém, devido a pressões econômicas sofridas pelos produtores, alguns preceitos básicos do SPD vêm sendo negligenciados, principalmente a ausência de rotação de culturas, ocasionando um aumento quantidade de pragas, resistência de plantas invasoras e problemas de ordem física, principalmente a compactação do solo.

A compactação do solo é um processo antrópico que envolve a mudança na relação entre a massa e o volume do solo, resultando no aumento da densidade do solo, aumento da resistência a penetração e redução da porosidade total. Em casos severos ocasiona redução na produtividade das culturas, sendo considerada, em nível mundial, com uma das responsáveis pela degradação da qualidade físico-hídrica de solos.

Como alternativa para solucionar ou minimizar os efeitos da compactação do solo pode se fazer uso de plantas de cobertura, preferencialmente com sistema radicular agressivo e bem desenvolvido, com capacidade de crescer em camadas compactadas, formando bioporos estáveis, alternado a estrutura física, biológica e química do solo, porém a eficiência das mesmas depende do estado inicial de compactação do solo.

Neste contexto ainda faz-se necessário maiores estudos sobre a atuação das plantas de cobertura nas alterações das propriedades física do solo, especialmente solos com elevado teor de argila, predominantes na região, na melhoria da produtividade da cultura do milho. O objetivo do trabalho foi avaliar a produção de massa seca, bem como o efeito do uso de plantas de cobertura na produção de massa seca e produtividade do milho, na resistência a penetração do solo.

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), no campus Dois Vizinhos, em solo LATOSSOLO com textura argilosa (EMBRAPA, 2006). O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados, com três repetições. A parcela possui medidas de 8 x 10 m, totalizando área de 80 m<sup>2</sup>. Foram implantados em 15 de maio de 2015 quatro tratamentos com plantas de cobertura, sendo: Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb); Ervilhaca Comum (*Vicia sativa* L.); Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus* L.); Consórcio de Aveia + Ervilhaca + Nabo (60+30+10 %). As densidades de semeadura das culturas puras utilizadas foram 90; 40 e 15 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Posteriormente foi estabelecido a cultura do milho, em 21 de setembro de 2015, em área total, com uso de 250 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 0-20-20 (NPK) e aplicação de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N via uréia como fonte nitrogenada aos 35 dias de emergência da cultura. Os parâmetros

avaliados no solo foram: massa seca das plantas de cobertura, massa seca e produtividade do milho e resistência do solo a penetração (RP).

A determinação da massa seca das plantas de cobertura foi realizada em pleno estágio de florescimento das plantas, com auxílio de um quadro metálico com área conhecida ( $0,25 \text{ m}^2$ ), onde foi coletada toda a cobertura da planta e posteriormente colocados para secagem em estufa para a obtenção da MS.

Para estimativa da produção de matéria seca das plantas de milho, foram coletadas cinco plantas por parcela, quando a cultura se encontrava na fase de enchimento de grãos, levados para secagem, pesagem e determinação da MS. Para a determinação da produtividade da cultura do milho realizou-se a colheita manual de 10 plantas por parcela coletadas em duas linhas, as quais espigas foram debulhadas e determinada a produtividade.

Na determinação da resistência do solo utilizou o equipamento PenetroLOG da marca Falker®. Foram realizadas 10 leituras na profundidade até 0,40 m, com leituras a cada 0,01 m. Juntamente foi determinada a umidade gravimétrica do solo.

Os dados foram submetidos à análise Bifatorial, pelo teste de Scott Knott, a 5 % de probabilidade, pelo *software* Assistat 7.6 Beta (2012) desenvolvido por Silva e Azevedo (2009).

A produção de MS pela aveia, nabo-forrageiro e consórcio não se diferiu estatisticamente entre si, com média  $4,3 \text{ Mg ha}^{-1}$  de MS. A maior produção foi observada no consórcio, com cerca de 9,7; 13,7 e 57,7 % a mais em relação ao nabo, aveia e ervilhaca respectivamente. A baixa produção de MS do tratamento com ervilhaca ( $1,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) está relacionado com dificuldade durante seu plantio e desenvolvimento devido a baixas precipitações no período, portanto deve-se analisar com critério esta informação.

A produção de massa seca de milho não apresentou diferença entre si, onde no tratamento em que a aveia antecedeu a cultura do milho, o milho produziu cerca de  $5,9 \text{ Mg ha}^{-1}$  de MS, cerca de 8; 9,5 e 10 % a mais nos tratamentos em que o nabo, o consórcio e a ervilhaca antecederam a cultura do milho, respectivamente. A produtividade da cultura do milho não obteve diferença significativa, tendo média de produção de  $6 \text{ Mg ha}^{-1}$ , nas condições experimentais em que não se utilizou adubação nitrogenada durante a semeadura, somente N em cobertura, é uma produção relativamente alta, quando comparado com as condições regionais, mostrando que o potencial da utilização das plantas de cobertura possuem importância muito grande em condições de baixas tecnologias

A RP não apresentou diferença significativa entre as plantas de cobertura, porém, de forma geral, todos os tratamentos apresentaram níveis elevados de compactação do solo nas camadas de 0,10-0,24 m de profundidade, ultrapassando os níveis críticos de resistência para o desenvolvimento de plantas, definidos como RP acima de 2,5 Mpa, segundo estudo realizado por Secco (2003).

O maior nível de compactação do solo no sistema de plantio direto se encontra na profundidade de 0,10–0,24 m de profundidade (colocar o valor entre parênteses). A menor produção de MS ocorre no tratamento com o uso de ervilhaca antecedendo a cultura do milho, que não apresentou diferença de produtividade, sendo assim recomenda-se a utilização de cobertura com aveia, nabo-forrageiro ou consórcio, visando maior produção de MS e adição de palhada.

## Referências

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Brasília, 2006.

SECCO, D. **Estados de compactação de dois Latossolos sob plantio direto e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2003. 108p.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat Statistical Attendance. IN: **World Congress on Computers in Agriculture**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

## EMIÇÃO DE CO<sub>2</sub>, TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO APÓS O PREPARO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

Bruna de Oliveira Silva, Mara Regina Moitinho, Newton La Scala Júnior

Universidade Estadual Paulista, Mestranda, Jaboticabal - SP, [bruna1oliver@hotmail.com](mailto:bruna1oliver@hotmail.com).

**Palavras-chave:** manejo do solo; respiração do solo; preparo intensivo e reduzido.

A concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera tem aumentado consideravelmente, desde a revolução industrial. Dentre os GEE, o CO<sub>2</sub> é o que mais contribuiu em termos relativos para o efeito estufa adicional nos últimos 200 anos, devido à grande quantidade emitida na atmosfera (IPCC, 2014).

O Brasil tem uma posição de destaque em relação as emissões de GEE, e 75 % das emissões de CO<sub>2</sub> advém das atividades agrícolas (CERRI et al., 2013). Com o crescente aumento das concentrações de GEE na atmosfera e a expansão do setor agrícola na produção de alimentos e energia, surge a preocupação com os impactos das emissões de GEE, principalmente em relação ao CO<sub>2</sub>, oriundos de práticas de cultivo e manejo dos solos nos sistemas produtivos (VERMEULEN et al., 2012).

Dentro deste contexto, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de dois sistemas de preparo do solo na emissão de CO<sub>2</sub> (FCO<sub>2</sub>), temperatura e umidade do solo, ao sistema de plantio direto.

A área de estudo está localizada na FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP (21° 15' S; 48° 18' O). O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico textura argilosa (SANTOS et al., 2013).

No local cultiva-se milho (*Zea mays*) para a silagem sob sistema de plantio direto a mais de seis anos. O experimento foi conduzido nesta área, dividida em três parcelas, medindo 55 x 21 m cada, e posteriormente foi realizado os preparos do solo. A primeira parcela recebeu preparo com grade aradora (18 discos) e enxada rotativa (Pinten) representando um preparo mais intenso do solo. A segunda parcela recebeu somente a grade aradora, caracterizando um preparo reduzido (Preduz). Na terceira parcela (testemunha) não houve nenhuma atividade de preparo do solo (SemDist). A profundidade de trabalho em ambas as parcelas com preparo foi de 0,20 m.

Após o preparo do solo, em cada parcela foram marcados 14 pontos amostrais (totalizando 42 pontos), utilizando-se colares de PVC, com distância mínima de 3 m entre os pontos, para a avaliação da FCO<sub>2</sub>, temperatura e umidade do solo.

A FCO<sub>2</sub> foi determinada utilizando-se uma câmara de solo LI-8100 (LI-COR Bioscience, Nebraska, EUA). A câmara é acoplada sobre os colares de PVC e analisa a concentração de CO<sub>2</sub> em seu interior por meio de espectroscopia de absorção óptica na região espectral do infravermelho.

As avaliações da temperatura do solo foram realizadas na camada de 0-0,20 m de profundidade, utilizando-se de um termômetro (termistor portátil). A umidade do solo foi avaliada também em todos os pontos amostrais, utilizando-se de um sistema portátil TDR-Campbel® (Hydrosense TM, Campbell Scientific, Australia) na camada de 0-0,20 m.

Os valores da FCO<sub>2</sub>, temperatura e umidade do solo foram previamente analisados para verificação da presença de outliers, sendo posteriormente submetidos à análise de variância (ANOVA). A análise de variância foi realizada em delineamento inteiramente casualizado, e as observações foram repetidas ao longo do tempo.

Houve diferença significativa ( $p < 0,0001$ ) para os valores médios da  $\text{FCO}_2$ . Pinten apresentou maior média de emissão  $4,93 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , seguido do Preduz com  $3,47 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e SemDist com  $2,07 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . O preparo do solo favoreceu maiores emissões de  $\text{CO}_2$ , com o rompimento dos agregados parte do C anteriormente protegido no interior do solo é exposta à ação microbiana (LA SCALA et al., 2006).

Na análise de regressão houve significância ( $p < 0,05$ ) entre a  $\text{FCO}_2$  e a temperatura do solo ( $R^2 = 0,33$ ) e  $\text{FCO}_2$  e a umidade do solo ( $R^2 = 0,42$ ) no SemDist. Para o Preduz só houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a  $\text{FCO}_2$  e a umidade do solo ( $R^2 = 0,25$ ). No Pinten não houve significância entre a  $\text{FCO}_2$  e a temperatura do solo e  $\text{FCO}_2$  e a umidade do solo.

Para a temperatura do solo houve diferença significativa ( $p < 0,0001$ ), o Pinten apresentou maior valor médio ( $27,2^\circ\text{C}$ ), e os menores valores foram observados no Preduz ( $26,9^\circ\text{C}$ ) e no SemDist ( $26,1^\circ\text{C}$ ). Também houve diferença significativa ( $p < 0,0001$ ) para umidade do solo, o SemDist apresentou maior média ( $22,5\%$ ), seguido pelo preparo reduzido ( $19,1\%$ ) e intensivo ( $18,3\%$ ), apresentando as menores médias.

O aumento na temperatura do solo e a menor umidade nas áreas com preparo quando comparadas ao SemDist são decorrentes da maior superfície exposta do solo sob preparo, associado a maior aeração o que facilita a evaporação da água e, conseqüentemente, leva à redução da umidade.

Em contrapartida, no SemDist a palhada remanescente da colheita da cultura do milho, favorece um microclima, proporcionando condições mais estáveis de temperatura e auxiliando na manutenção do teor de água do solo.

O preparo intensivo favorece maiores perdas de  $\text{CO}_2$  associadas a elevações da temperatura e a umidade reduzida do solo. Embora o SemDist seja o mais indicado para a conservação do solo, contribuindo efetivamente para os menores valores da  $\text{FCO}_2$ , o preparo reduzido do solo pode ser uma alternativa viável para a redução das emissões de  $\text{CO}_2$  do solo no âmbito agrícola.

## Referências

- CERRI, C. E. P.; GALDOS, M. V.; CARVALHO, J. L. N.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C. Quantifying soil carbon stocks and greenhouse gas fluxes in the sugarcane agrosystem: point of view. **Scientia Agrícola**, v. 70, p. 361–36, 2013.
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2013: Mitigation**. Contribution of Working Group III. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva; 2014
- LA SCALA, N.; BOLONHEZI, D.; PEREIRA, G. T. Shortterm soil  $\text{CO}_2$  emission after conventional and reduced tillage of a no-till sugar cane area in southern Brazil. **Soil Till. Res.**, v. 91, p. 244–248, 2006.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p
- VERMEULEN, S. J.; CAMPBELL, B. M.; INGRAM, J. S. I. **Climate Change and Food Systems**. Annual Review of Environment and Resources, v. 37, p. 195–222, 2012.

## USO DA ESPECTROSCOPIA ELETROACÚSTICA NA AVALIAÇÃO DO BALANÇO DE CARGAS DE UM PERFIL DE LATOSSOLO

Thadeu Rodrigues de Melo<sup>1</sup>, Augusto Cesar Gasparetto<sup>1</sup>, Wesley Machado<sup>1</sup>,  
Graziela Moraes de Cezare Barbosa<sup>2</sup>, João Tavares Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Doutorado, Londrina - PR, [thadeurodrigues@hotmail.com](mailto:thadeurodrigues@hotmail.com);

<sup>2</sup>Instituto Agrônômico do Paraná.

**Palavras-chave:** atenuação acústica; potencial zeta; agregação.

A qualidade física dos Latossolos advém da agregação de seus constituintes em grânulos, bem como da estabilidade em água dos agregados. A análise dos teores de argilas dispersas em água é utilizada para avaliar a tendência dessas se dispersarem, espontaneamente ou após estímulo mecânico. O excesso de argila dispersa está associado ao entupimento de poros e formação de camadas de impedimento superficiais e sub superficiais com reflexo na infiltração e condutividade da água no solo, no transporte de poluentes e fosfatos e contaminação de corpos d'água.

Devido à predominância de caulinita e sesquióxidos metálicos na fração argila desses solos, sua permanência nos agregados depende do balanço de cargas. O balanço de cargas pode ser afetado por diversos fatores relacionados às partículas (mineralogia, matéria orgânica, ânions adsorvidos), ao meio (pH, condutividade elétrica, concentração e valência de cátions) e à concentração de partículas em suspensão. Quando excessivo, o excesso de cargas eleva a repulsão eletrostática entre as partículas, favorecendo sua dispersão.

Uma das variáveis mais promissoras para medir a intensidade das forças repulsivas, e consequentemente a tendência das partículas em permanecerem unidas nos agregados ou de se dispersarem, é o potencial zeta. O potencial zeta é uma medida de potencial elétrico no ponto de cisalhamento da dupla camada elétrica, que envolve as partículas. Os métodos tradicionais utilizados para medir o potencial zeta necessitam que as argilas sejam excessivamente diluídas, o que diminui a acurácia dos resultados, uma vez que em condições de campo, as partículas se encontram mais concentradas.

Nesse sentido, a espectroscopia eletroacústica permite a mensuração do potencial zeta das partículas em suspensões em uma ampla faixa de concentrações (até 50 % v:v), eliminando a necessidade de diluição da amostra, permitindo maior acurácia dos resultados (DUKHIN; GOETZ, 2010). Essa característica é vantajosa, por exemplo, na avaliação das suspensões de argila dispersa, que comumente apresentam concentrações na faixa abrangida pela espectroscopia eletroacústica, mas que são muito concentradas para avaliação direta (sem diluição) por outras técnicas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a potencialidade da espectroscopia eletroacústica na quantificação do balanço de cargas de suspensões de argila e na sua relação com a dispersão de amostras de um Latossolo.

Amostras foram coletadas nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 e 50-60 cm, em um perfil de LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico muito argiloso (652 g kg<sup>-1</sup> de argila na camada de 0-20 cm de profundidade) oriundo do intemperismo de basalto sob uma lavoura de café na Universidade Estadual de Londrina, no município de Londrina, Paraná. As amostras foram secas ao ar, peneiradas (2 mm) para a dispersão total das argilas com o uso de NaOH (DONAGEMA et al., 2011) e dispersão em água destilada conforme descrito por Barral, Arias e Guérif (1998).



Uma alíquota de 700 ml (30 cm de profundidade), contendo apenas a fração argila ( $< 2 \times 10^{-6}$  m) foi retirada das amostras dispersadas com NaOH com auxílio de bomba de vácuo após adequado tempo de sedimentação (24 h), calculado pela lei de Stokes. A suspensão teve sua concentração de partículas determinada extraíndo uma alíquota de 30 ml para uma placa de Petri que posteriormente foi levada para secagem em estufa à 105 °C até peso constante.

Para a definição do valor de pH de potencial zeta nulo, sucessivas mensurações foram realizadas por espectroscopia eletroacústica em um Zeta-APS da Matec após adição de HCl 1 mol L<sup>-1</sup>. O tempo de equilíbrio entre a adição do HCl e a leitura do potencial zeta foi de 120 segundos, mantendo o agitador ligado durante todo o período de avaliação das suspensões. A matriz de dados denominada “Clay” disponível no *software* do aparelho foi utilizada e a concentração de partículas em suspensão previamente obtida foi inserida para a leitura das amostras.

O valor de pH em que as suspensões de argila (dispersas com NaOH) atingiram o equilíbrio de cargas (potencial zeta igual à zero) foi 0-10 (2,62), 10-20 (2,77), 20-30 (2,77), 30-40 (2,79), 40-50 (3,86) e 50-60 (4,02), com concentração de argila nas suspensões variando de 1,2 a 1,6 % m:v. O grau de dispersão em água das amostras foi 0-10 (214,7 g kg<sup>-1</sup>), 10-20 (207,0 g kg<sup>-1</sup>), 20-30 (253,1 g kg<sup>-1</sup>), 30-40 (253,0 g kg<sup>-1</sup>), 40-50 (000,0 g kg<sup>-1</sup>) e 50-60 (000,0 g kg<sup>-1</sup>).

A relação entre o pH de potencial zeta nulo e grau de dispersão (GD) foi decrescente e pôde ser descrita pelo modelo:  $GD = 742,5^{***} - 187,4^{***} \zeta$  ( $R^2 = 0,9446$ ), em que  $\zeta$  representa o pH em que o potencial zeta é igual a zero. A maior dispersão em superfície está associada ao excesso de cargas negativas da matéria orgânica e adição de fertilizantes fosfatados, que elevam o potencial zeta e a repulsão entre as argilas (PLAZA et al., 2015). Isso permite inferir que o revolvimento de solos sob manejos conservacionistas, que elevam o teor de carbono e fósforo em superfície, pode agravar a desestruturação pois as partículas dispersas não tendem a se reagrupar em novos agregados.

A espectroscopia eletroacústica se mostrou uma técnica vantajosa na quantificação do balanço de cargas da fração argila e foi uma boa preditora do grau de dispersão, sendo promissora na avaliação do manejo e balanço de cargas sobre a qualidade estrutural de solos.

## Referências

- BARRAL, M.T.; ARIAS, M.; GUÉRIF, J. Effects of iron and organic matter on the porosity and structural stability of soil aggregates. **Soil & Tillage Research**, v. 46, p. 261-272, 1998.
- DONAGEMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B.; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J.H.M. **Manual de métodos de análise de solos**. 2<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 2011.
- DUKHIN, A.S.; GOETZ, P.J (Eds.). **Characterization of Liquids, Nano- and Microparticulates, and Porous Bodies Using Ultrasound**. Elsevier; 2010.
- PLAZA, I.; ONTIVEROS-ORTEGA, A.; CALERO, J.; ARANDA, V. Implication of zeta potential and surface free energy in the description of agricultural soil quality: Effect of different cations and humic acids on degraded soils. **Soil & Tillage Research**, v. 146, p. 148-158, 2015.

## AGREGAÇÃO DO SOLO EM SISTEMAS DE PREPAROS DE SOLO

Adelar José Fabian, Luis Fernando de Mendonça Siqueira, Gabriel Alberto Ceballos,  
Jeferson Carlos de Oliveira Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba,  
Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, Uberaba - MG, [ajfabian@iftm.edu.br](mailto:ajfabian@iftm.edu.br).

**Palavras-chave:** conservação do solo; plantio direto; atributos físicos.

A ocupação do solo no bioma cerrado para sistemas de produção agrícola, independente da rotação adotada, ocasiona aumento da densidade do solo e reduz o volume total de poros, podendo causar compactação, além de alterar os valores de carbono orgânico que afetam a estabilidade dos agregados.

Quando ocorre a remoção da vegetação natural e subseqüentes anos de cultivo, ocorre redução gradativa da aptidão cultural do solo, pela alteração de suas propriedades físicas (VASCONCELOS et al., 2010).

O uso, o manejo, o nível e o tempo de utilização promovem alterações nas propriedades do solo. Entre elas, destaca-se a estrutura que está relacionada com a agregação. São vários os agentes que causam essas alterações, que podem ser passageiras ou prolongadas por vários anos. Na maioria dos casos, o uso intensivo causa redução da estabilidade dos agregados, deixando os solos mais suscetíveis aos processos erosivos. Para um mesmo solo, diferentes práticas de manejo podem afetar distintamente as propriedades, incluindo os processos de agregação (CASTRO FILHO et al., 1998).

As avaliações das modificações no solo decorrentes do cultivo devem ser feitas, submetendo um solo sob vegetação natural às explorações agrícolas desejadas e analisando suas propriedades periodicamente. A estabilidade de agregados é usada como um índice do solo em relação à dispersão, de sua resistência a compactação, porosidade, susceptibilidade à erosão, capacidade de drenagem e da taxa de infiltração de água, sendo uma importante indicação das condições físico-hídricas de um solo.

Nesse estudo avaliamos o efeito de sistemas de preparo do solo na estabilidade dos agregados em água.

O estudo foi conduzido no bioma cerrado no terceiro ano desde a implantação manejo, safra 2015/2016, no Instituto Federal do Triângulo Mineiro IFTM – campus Uberaba, localizado na latitude 19° 39'19" S e longitude 47° 57'27" W, a 795 m acima do nível do mar.

O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo (Aw), precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e 21 °C, respectivamente. O solo da área é classificado como um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) nos preparos de solo, com quatro repetições, e em faixas de adubação, com esquema de parcela subdividida.

Os tratamentos foram nove sistemas de preparo do solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (braquiária ruziziensis); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (crotalária juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis); uso de cobertura do solo (braquiária ruziziensis) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado.

A área total do experimento foi de 0,72 ha (120 m x 60 m). Cada parcela de preparo teve as dimensões de 10,0 m x 12,0 m. Os preparos de solo foram realizados de 01 de agosto a 02 de novembro de 2014 antecedendo a semeadura da soja. A análise da estabilidade de agregados via úmida foi realizada segundo o método descrito por Kemper e Chepil (1965).

As amostras foram coletadas com o auxílio de uma pá de corte e enxadão, na camada de 0,0-0,05 m. No preparo das amostras os torrões foram secos ao ar e desmanchados manualmente.

As amostras foram passadas em peneira de 8,00 mm e da parte que ficou retida na peneira de 4,00 mm, utilizou-se 25 g para cada repetição no jogo de peneiras. Em seguida estas amostras foram colocadas no aparelho de oscilação vertical sobre o conjunto de peneiras de 2,00; 1,00; 0,50; 0,250 e 0,106 mm de abertura de malha. Após 15 minutos de agitação as porções retidas em cada peneira foram transferidas para latas de alumínio com auxílio de jatos de água e secas em estufa a 105 °C, por 24 h, para posterior pesagem. A partir dos valores dessas massas, foram calculados o diâmetro médio ponderado (DMP) e o diâmetro médio geométrico (DMG).

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, a 5 % de probabilidade, e quando verificado efeito significativo, procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

A estabilidade dos agregados em água foi afetada pelo sistema de preparo do solo. Nos tratamentos conservacionistas (semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (braquiária ruziziensis); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (crotalária juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis); uso de cobertura do solo (braquiária ruziziensis) com incorporação com grade) onde o revolvimento do solo é mínimo ou localizado os agregados se mostraram mais resistentes do que onde ocorreu intenso revolvimento. Isso ocorreu, possivelmente devido à deposição de resíduos vegetais e a contínua cobertura do solo com vegetação e atuação do sistema radicular das gramíneas perenes.

Segundo Carpenedo e Mielniczuk (1990) espera-se que o solo nos tratamentos com uso de braquiária (testemunha, renovação com grade e biológico) poderá apresentar maior estabilidade de agregados estáveis em água, devido a ação do sistema radicular.

Castro Filho et al. (2002) estudando a estabilidade de agregados em sistemas de plantio direto e convencional observaram que os valores de DMP e DMG foram sempre significativamente maiores na camada superficial para o sistema de plantio direto, fato este justificado pelo acúmulo de matéria orgânica nesta camada.

Isso mostra que o uso de técnicas conservacionistas de preparo de solo, como a semeadura direta e o preparo biológico, quando adotados adequadamente, devem ser adotados em substituição aos preparos convencionais em que ocorre maior revolvimento do solo que possibilita os efeitos prejudiciais da erosão física e química do solo.

Nos preparos do solo conservacionistas a estabilidade dos agregados foi maior do que nos preparos com mobilização do solo;

Nestes o DMP e o DMG dos agregados foi maior que nos demais preparos e apresentou diâmetros maiores do que 1,00 mm e 3,00 mm, respectivamente.

Os resultados sugerem a adoção de sistemas de preparos do solo conservacionistas.

Apoio: IFTM campus Uberaba. EPAMIG.

Agradecimento: À FAPEMIG pelo apoio à pesquisa no estado de Minas Gerais.

## Referências

- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade dos agregados de latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.99-105, 1990.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.527-538. 1998.
- CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.F.; GUIMARÃES, M.; FONSECA, I.C.B. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the state of Parana, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.65, n.1, p.45-51. 2002.
- KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C. A., ed. **Methods of soil analysis**. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. Part 1, p.499-509. (Agronomy, 9)
- VASCONCELOS, R.F.B.; CANTALICE, J.R.B.; OLIVEIRA, V.S.; COSTA, Y.D.J.; CAVALCANTE, D.M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.309-316, 2010.

## APORTE DE MATÉRIA SECA E NITROGÊNIO AO SISTEMA PLANTIO DIRETO POR PLANTAS DE COBERTURA HIBERNAIS

Cidimar Cassol<sup>1</sup>, Paulo Cesar Conceição<sup>1</sup>, Ana Regina Dahlem Ziech<sup>2</sup>, Maiara Haske<sup>1</sup>, Anderson Welter<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos, Graduando, Dois Vizinhos - PR, [cassolc@alunos.utfpr.edu.br](mailto:cassolc@alunos.utfpr.edu.br); <sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Santa Helena.

**Palavras-chave:** consórcio; sustentabilidade; proteção do solo.

O sistema de plantio direto é caracterizado nos seus pressupostos básicos, pelo mínimo revolvimento do solo, rotação de culturas e manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo (REIS et al., 2007). Após mais de 40 anos de seu início tornou-se uma pratica consolidada entre os agricultores, e quando realizada de forma adequada, contribuí para a conservação do solo e água.

Neste sistema conservacionista a utilização de plantas de cobertura se destaca como uma importante ferramenta de adição de resíduos a superfície do solo, de modo que para assegurar a sustentabilidade do sistema, é necessário que se adicione ao solo anualmente de 8-12 Mg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca (DERPSCH, 2013). A escolha da cobertura a ser utilizada deve levar em consideração, além da capacidade em adicionar alta quantidade de resíduos ao solo, a qualidade bromatológica do mesmo.

Entre as espécies mais utilizada pelos produtores para obtenção de cobertura do solo destaca-se a aveia-preta, devido a alta capacidade de produção de matéria seca (4-6 Mg ha<sup>-1</sup>), rusticidade e rapidez na formação da cobertura do solo. No entanto, por possuir uma alta relação C/N (superior a 30) pode acarretar imobilização temporária do nitrogênio mineral pela biomassa microbiana, tornando-o indisponível para o desenvolvimento inicial da cultura em sucessão.

Espécies como brássicas e fabáceas podem ser utilizadas com a finalidade de fornecer rapidamente nitrogênio orgânico, pois apresentam baixa relação C/N (< 25), no entanto apresentam rápida decomposição, deixando o solo desprotegido logo no início do desenvolvimento da cultura.

Neste sentido a utilização de consórcios entre estas espécies proporciona adição de elevada quantidade de resíduos a superfície do solo, porém com uma relação C/N intermediária, favorecendo tanto a proteção do solo como o fornecimento de nitrogênio à cultura subsequente e reduzindo custos com fertilizante nitrogenados.

O objetivo do trabalho foi avaliar a produção de matéria seca, percentagem e quantidade total de nitrogênio em sistemas de coberturas hibernais isolados e consorciados.

O trabalho foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Campus Dois Vizinhos. O solo local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2013) com textura muito argilosa (773 g kg<sup>-1</sup>, 224 g kg<sup>-1</sup> de silte e 3 g kg<sup>-1</sup> de areia).

Os tratamentos foram constituídos de plantas de cobertura cultivadas de forma isoladas ou em consórcios: 1) *Avena strigosa* (Aveia Preta comum); 2) *Vicia sativa* (Ervilhaca Comum); 3) *Raphanus sativus* (Nabo Forrageiro); 4) consórcio *Avena strigosa* (60 %) + *Vicia sativa* (40 %) (A+E); 5) consórcio *Avena strigosa* (60 %) + *Vicia sativa* (30 %) + *Raphanus sativus* (10 %) (A+E+N); 6) *Lupinus albus* (Tremoço Azul); 7) *Secale cereale* (Centeio Serrano); 8) *Lolium multiflorum* (Azevém Comum).

A semeadura das plantas de cobertura de inverno foi realizada em 13/05/2016 de forma mecanizada, com espaçamento de 0,17 m entre linhas. Aos 110 dias após a semeadura (31/08/15)

coletou-se a parte aérea das plantas de cobertura, em duas subamostras de 0,25 m<sup>2</sup> em cada parcela, formando uma amostra única. O material foi seco em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de  $\pm 55$  °C por 48 horas, até peso constante, e, em seguida, obtido o peso da matéria seca. A dessecação das plantas de cobertura ocorreu aos 114 dias (04/09/15), através da aplicação de herbicida (Glifosato 576 g ha<sup>-1</sup> de i.a.).

As análises de tecido vegetal para determinação dos teores de nitrogênio nas plantas de cobertura foram realizadas através de digestão e destilação por semi-micro Kjeldahl com metodologia descrita pela Embrapa (2013). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott ( $P < 0,05$ ), pelo programa estatístico Assistat.

A maior produção de matéria seca (8,2 Mg ha<sup>-1</sup>) foi obtido com a utilização do centeio, o qual apresenta elevada rusticidade a diversas condições edafoclimáticas, sendo considerado o mais eficiente entre os cereais de inverno no aproveitamento da água, podendo produzir até 10,8 Mg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca (FONTANELI et al., 2006).

A produção de matéria seca dos consórcios, Aveia+Ervilhaca (6,1 Mg ha<sup>-1</sup>) e Aveia+Ervilhaca+Nabo (6,5 Mg ha<sup>-1</sup>) proporcionam aporte de matéria seca equivalente a utilização da aveia solteira (7,1 Mg ha<sup>-1</sup>) e, 68 % superior ao nabo solteiro (3,7 Mg ha<sup>-1</sup>) e, quando comparado a ervilhaca (2,4 Mg ha<sup>-1</sup>) chega a produzir 145 % a mais de resíduos. Estes sistemas conseguem produzir entre 53-78 % da biomassa necessária anualmente para manutenção do sistema plantio direto com qualidade em apenas um cultivo.

Segundo Ziech (2015) a taxa de cobertura dos consórcios (Aveia+Ervilhaca e Aveia+Ervilhaca+Nabo) aos 34 dias após a semeadura ultrapassa 50 %, enquanto que para o uso isolados das espécies obteve-se 44,3 % para aveia, 30,2 % para o nabo forrageiro e 15,1 % de cobertura para ervilhaca comum. A utilização de sistemas de cobertura com elevada adição de matéria seca, e que proporcionam rápida cobertura do solo, é a estratégia mais adequada para reduzir o impacto das gotas da chuva, aumentar absorção e reduzir o escoamento superficial de água, e conseqüentemente, ajudam a diminuir as perdas por erosão, que ocorre inicialmente na camada mais fértil da lavoura (0-5 cm).

A ervilhaca apresenta o maior percentual de nitrogênio no tecido 3,01 %, isso deve-se à capacidade que a fabácea apresenta em fixar N<sub>2</sub> do ar atmosférico. O tremoço azul embora seja uma leguminosa apresenta quantidade de nitrogênio no tecido (2,27 %) inferior a ervilhaca, que pode ser decorrente da maior proporção de colmos na composição da biomassa. Os consórcios Aveia+Ervilhaca e Aveia+Ervilhaca+Nabo proporcionam maior concentração de nitrogênio nos tecidos, quando comparado a aveia, centeio e nabo (1,06; 0,97 e 1,21 %, respectivamente), não diferindo do azevém (1,83 %). Embora, o azevém apresente teor de nitrogênio estatisticamente igual aos consórcios, a definição da relação C/N, fator que regula a permanência dos resíduos ao solo, é influenciada pela quantidade de carbono no tecido de cada planta.

O acúmulo de nitrogênio total com utilização dos consórcios Aveia+Ervilhaca e Aveia+Ervilhaca+Nabo (95 kg N ha<sup>-1</sup>) foi equivalente aos obtidos com o cultivo de aveia (75 kg N ha<sup>-1</sup>), ervilhaca (78 kg N ha<sup>-1</sup>) e ao centeio (80 kg N ha<sup>-1</sup>). Essa característica dos consórcios aliada a adição de matéria seca, indica ser uma estratégia eficiente, quando se quer aliar proteção do solo contra erosão e fornecimento de nitrogênio à cultura em sucessão, reduzindo a quantidade de fertilizantes nitrogenados a ser aplicados em cobertura, tema este, atualmente em destaque no cenário nacional e internacional, para que se possa produzir de forma sustentável.

## Referências

- REIS, G. N.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; GERLACH, J. R.; CORTEZ, J.W.; GROTTA, D.C.C. Decomposição de culturas de cobertura no sistema plantio direto, manejadas mecânica e quimicamente. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.194-200, 2007.
- DERPSCH, R. Sistemas conservacionistas de produção: Como assegurar a sustentabilidade? 2013. IN: NERI, Alisson et al. Sistemas conservacionistas de produção e sua interação com a ciência do solo. **III Reunião Paranaense de Ciência do Solo**, Londrina-PR, 2013, 570p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p
- ZIECH, A.R. **Sistema de produção de milho sob adubação nitrogenada e plantas de cobertura do solo**. 84f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.
- FONTANELI, R. S. **Cereais de inverno de duplo propósito para integração lavoura pecuária no Sul do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 104 p.



## ANÁLISE DE ÁREAS DE CONFLITO AMBIENTAL EM MICROBACIAS DO RIO TIJUCO

Ludymilla Celia Sousa Santos, Beatriz de Nadai Gasparini, Jeferson Carlos de Oliveira Silva,  
Jessica Carvalho Borges Neves, Adelar José Fabian

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Graduando,  
Uberaba - MG, [ludy.millacelia@gmail.com](mailto:ludy.millacelia@gmail.com).

**Palavras-chave:** erosão; morfometria; uso do solo.

A aceleração dos processos erosivos tem sido agravada graças ao manejo inadequado do solo juntamente com a falta de observação quanto os limites e riscos de degradação ambiental.

Diante o exposto o objetivou-se determinar o uso potencial do solo e identificar áreas de conflitos ambientais bem como suas respectivas classes, segundo a metodologia do coeficiente de rugosidade (RN) em microbacias do rio Tijuco, no município de Ituituba – Minas Gerais.

As microbacias estudadas são pertencentes à bacia hidrográfica do rio Tijuco, essa com área aproximada de 1335 km<sup>2</sup>, localiza-se no Triângulo Mineiro, entre as coordenadas geográficas 18° 40' e 19° 47' S e 47° 53' a 50° 13' W. O rio Tijuco nasce a 950 m de altitude, nas coordenadas 19° 31' 39,88" S; 47° 54' 41,40" W, no município de Uberaba-MG e tem sua foz na cota de 526 m, sendo afluente da margem esquerda do rio Paranaíba tendo como principais afluentes os rios: Prata, Babilônia, Cabaçal, Douradinho, Panga, dentre outros. Foi criado um banco de dados georreferenciado no *software* IDRISI Selva com arquivos e imagens com os planos de informação de interesse a partir dos mapas rede de drenagem e uso e ocupação do solo. Para obter as redes de drenagem e uso e ocupação do solo, foi utilizado mosaico de imagem orbital elaborado a partir do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) em escala de resolução 1:25.000, onde após composição de bandas (3R,4G,1B) efetuadas no ENVI 4, possibilitou-se a digitalização do arquivo vetorial das redes de drenagem das microbacias. Posteriormente, procedeu-se o registro do mapa de uso e ocupação dos solos, visando diagnosticar principalmente a cobertura vegetal disponível, gerado a partir da classificação supervisionada de imagem, efetuada pelo comando maxi-semelhança (MAXLIKE) do Software IDRISI. Para que se possa elaborar o coeficiente RN é necessário a digitalização do mapa de curvas de nível, a partir de cartas topográficas do IBGE representativas da área em estudo espaçadas em 50 m. Utilizando-se do *software* AUTOCAD foi possível determinar o comprimento total das curvas de nível de cada microbacia. A delimitação destas foi realizado à partir da importação do mapa “divisão das microbacias” do *software* IDRISI para o ambiente do *software* AUTOCAD. De posse dos valores do comprimento total das curvas de nível, calculou-se a declividade média e o coeficiente RN de cada microbacia, no *software* EXCEL por meio de uma planilha de dados, elaborando-se posteriormente o banco de dados (Coeficiente RN x microbacias) através do comando “EDIT” do *software* IDRISI. Utilizando-se do comando ASSIGN do IDRISI atribuiu-se ao mapa divisão das microbacias o banco de dados criado do coeficiente RN, resultando no mapa Coeficiente RN de cada microbacia. Para definição dos intervalos das classes de RN's, inicia-se com a classe inferior, a fim de incluir o menor valor de RN, após isso, acrescenta-se o valor do intervalo de classe, definindo-se deste modo o limite superior do intervalo. As demais classes serão definidas, segundo o mesmo procedimento, observando-se que valor do limite inferior da classe subsequente será fixado a partir do limite superior da classe antecedente.

Feito a determinação do uso potencial da terra, elaborado a partir do coeficiente de rugosidade, é possível elaborar o mapa de classificação das microbacias em estudo. Utilizando o *software* IDRISI criou-se um banco de dados utilizando-se o menu “EDIT” do IDRISI, onde utilizando o comando “ASSIGN” se adicionou os valores estimados de RN à imagem das microbacias em estudo, que em seguida foi reclassificada segundo as classes de aptidão. A partir da elaboração do uso potencial da terra (RN) elaborou-se a classificação dos pesos do RN e do uso e ocupação, possibilitando a elaboração do mapa de conflitos, segundo metodologia de Valle Junior (2008). O respectivo mapa foi elaborado mediante uso do *software* IDRISI através de uma sobreposição de dois planos de informação, os mapas uso potencial do solo (RN) e o mapa de uso e ocupação.

A avaliação da classificação do potencial de uso do solo revelou que para as microbacias hidrográficas do rio Tijuco, município de Ituiutaba, observa-se que 82,2 % da área indica o uso potencial do solo para agricultura, enquanto que 1 % para pecuária e 16,8 % para reflorestamento. Verifica-se que o principal potencial de uso do solo refere-se à agricultura e ao reflorestamento, totalizando 99 %. Tal resposta baseou-se na correlação existente entre o uso potencial do solo com o grau de movimentação topográfica e as respectivas características da rede de drenagem, reafirmando as observações verificadas por Pissarra (2002).

Para as áreas que apresentaram conflito classe 1, são áreas propensas à agricultura e pecuária, e se não utilizada para estas finalidades ou se utilizada de forma incorreta, podendo haver prejuízos financeiros, perdas ambientais. Para que isso não venha ocorrer recomenda-se, quando utilizada para agricultura, as seguintes ações mitigadoras o plantio em nível visando a prevenção e ou diminuição da erosão laminar; maior absorção de água pelo solo; reduzindo a perda de terra, água e fertilizantes, além de otimizar as operações com máquinas agrícolas. Utilização de plantas de cobertura entre as fileiras de plantas afim de adicionar matéria orgânica e nitrogênio ao solo reduzindo a danos naturais, contribuindo para uma maior retenção de água. Terraços em nível ou gradiente que em função dos solos é extremamente necessário nos solos declivosos. Já estas mesmas áreas quando direcionadas à pastagem deve-se fazer uma distribuição correta de animais, por unidade de área, observando-se sua capacidade de suporte da pastagem. Em áreas cujo conflito foi a classe 2, sua área ainda que propícia à agricultura pode gerar mais lucro e menos perdas ambientais quando implanta-se pastagem. Recomenda-se, assim, as mesmas ações mitigadoras, tanto para agricultura quanto para pastagem, para áreas de conflito classe 1.

Entretanto, em áreas com presença de conflito classe 3 apresentam-se em condições unicamente e específicas para vegetação nativa ou reflorestamento, devendo haver interdição do gado e de quaisquer outras atividades agropecuárias em escala comercial; monitorar a regeneração natural da vegetação. Possibilitar que haja o enriquecimento da floresta a partir de florestamentos deverão ser heterogêneos e conter, no mínimo, 50 % de espécies nativas. Proibir qualquer tipo de mineração e locação de estradas. Oferecer proteção contra o fogo estabelecendo bordaduras do campo cultivado. Além de práticas de manejo silvicultura - poda e desbaste, obedecendo um padrão produtivo e qualitativo de um talhão florestal que dependa, dentre outros fatores, da condução deste tratamento.

Na avaliação da classificação do uso potencial do solo a bacia do rio Tijuco observa-se que 82,2 % da área indica o uso potencial do solo para agricultura, enquanto que 1 % para pecuária e 16,8 % para reflorestamento.

A análise da classe de conflitos mostra que 26,4 km<sup>2</sup> da área estudada (4,30 %) apresentam

conflito classe1 - (terras que apresentam riscos ou limitações significativas quando usadas para culturas anuais e pastagem), 141,89 km<sup>2</sup> (23,14 %) classe 2 - (terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagem, reflorestamento ou preservação ambiental) e 135,92 km<sup>2</sup> (22,16 %) classe 3 - (terras impróprias para cultivos intensivos e pastagem, mas ainda adaptadas para reflorestamento ou preservação ambiental).

## Referências

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n.2, p. 297-305, 2004.

VALLE JUNIOR, R. F.; GALBIATTI, J. A.; MARTINS FILHO, M. V.; PISSARRA, T. C. T. Potencial de erosão da bacia do Rio Uberaba. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 30, n. 5, p. 897-908, 2010.

## INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS SOBRE A EROÇÃO HÍDRICA

Danieli Schneiders Kaufmann<sup>1</sup>, Ildegardis Bertol<sup>1</sup>, Júlio César Ramos<sup>2</sup>, Barbara Bagio<sup>1</sup>,  
Neuro Hilton Wolschick<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Douroranda, Lages - SC, [danielischneiders@gmail.com](mailto:danielischneiders@gmail.com);

<sup>2</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

**Palavras-chave:** adubação orgânica; escoamento superficial; sedimentos.

A erosão hídrica acompanha a agricultura desde o seu início. O estado de Santa Catarina (SC) por apresentar uma geografia acidentada e uma precipitação média anual elevada, 2023 mm (ANA, 2013), sempre esteve susceptível a degradação do solo pelo processo de erosão hídrica. Além disso, SC é o estado brasileiro com o maior rebanho de suínos. Diante disso, questiona-se se a aplicação de dejetos líquidos de suínos (DLS) sobre o solo, prática comum adotada pelos agricultores do estado, tem alguma influência sobre a erosão hídrica do solo.

Para responder essa pergunta, com o trabalho objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de DLS, associado com os estádios de desenvolvimento da cultura da soja, sobre o escoamento superficial e o transporte de sedimentos gerados por chuva simulada em condição de semeadura direta.

O trabalho foi desenvolvido durante a primavera/verão 2013/2014 em uma área experimental localizada no município de São José do Cerrito, Planalto Sul de Santa Catarina. O solo da área é um NITOSSOLO BRUNO Aluminoférrico húmico, de classe textural muito argiloso (EMBRAPA, 2006).

Durante o estudo foram avaliados quatro tratamentos estruturados de acordo com um delineamento inteiramente casualizado com duas repetições. Os tratamentos consistiram de quatro doses crescentes de DLS: 0, 50, 100 e 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, aplicadas uma única vez sobre a superfície do solo, manualmente com auxílio de regadores, logo após a germinação das plantas de soja (*Glycine max*). Os tratamentos foram delimitados por parcelas de 11 m de comprimento e 3,5 m de largura, dispostas com a maior dimensão no sentido do declive. Sobre os tratamentos foram realizados quatro testes de chuva simulada com intensidade de 65 mm h<sup>-1</sup> e duração de 90 minutos com auxílio de simulador de chuva de braços rotativos. O primeiro teste de chuva ocorreu um dia após a aplicação do dejetos e, os demais, foram distribuídos ao longo do ciclo da soja.

Durante os testes de chuva simulada o escoamento superficial era direcionado para uma calha e um cano de policloreto de vinila (PVC) acoplado, disposta na extremidade inferior da parcela. Através desse aparato era possível concentrar o fluxo em um ponto e realizar as medições da vazão do escoamento, com auxílio de balde graduado e cronômetro, em intervalos de 10 minutos após o início do escoamento. No mesmo instante em que a vazão foi medida foram coletadas amostras do escoamento superficial para a determinação da concentração de sedimentos, posteriormente em laboratório. Além disso, antes do início das chuvas simuladas, amostras de solo foram coletadas em cada parcela para a determinação do teor de água na camada de 0 a 20 cm.

Os teores de água médios observados no solo em cada tratamento foram:

Primeiro teste (T1) = 27 % (DLS 0), 29 % (DLS 50), 30 % (DLS 100) e 28 % (DLS 200);

Segundo teste (T2) = 27 % (DLS 0), 28 % (DLS 50), 29 % (DLS 100) e 28 % (DLS 200);

Terceiro teste (T3) = 21 % (DLS 0), 21 % (DLS 50), 22 % (DLS 100) e 21 % (DLS 200);

Quarto teste (T4) = 29 % (DLS 0), 28 % (DLS 50), 29 % (DLS 100) e 29 % (DLS 200).

Em relação ao escoamento superficial os valores totais médios observados foram:

T1 = 43 mm (DLS 0), 45 mm (DLS 50), 59 mm (DLS 100) e 54 mm (DLS 200);

T2 = 16 mm (DLS 0), 27 mm (DLS 50), 39 mm (DLS 100) e 14 mm (DLS 200);

T3 = 6 mm (DLS 0), 6 mm (DLS 50), 11 mm (DLS 100) e 5 mm (DLS 200);

T4 = 24 mm (DLS 0), 20 mm (DLS 50), 29 mm (DLS 100) e 22 mm (DLS 200).

Observa-se que no teste T1, o escoamento superficial foi maior nos tratamentos que receberam dejetos, tendo acontecido o mesmo no teste T2, exceto para o tratamento DLS 200, onde o escoamento foi inferior ao do tratamento DLS 0. Já nos demais testes (T3 e T4) isso não foi verificado, pois os valores de escoamento nos tratamentos que receberam dejetos foram similares aos observados no tratamento que não recebeu dejetos, exceto os do tratamento DLS 100, no qual a enxurrada foi mais alta. Neste tratamento ocorreram os maiores valores de escoamento em todos os testes de chuva simulada.

No entanto, apesar de parecer que no primeiro teste (T1) algum efeito do dejetos tenha ocorrido, cabe ressaltar que essa diferença, provavelmente, é justificada pelo maior teor de água existente no solo nos tratamentos que receberam as duas maiores doses de dejetos (DLS 100 e DLS 200).

Para as doses maiores foi necessária a aplicação de um volume maior de dejetos, encharcando o solo nessas parcelas, principalmente nas que receberam a dose de  $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . No trabalho, o teor de água no solo foi medido somente até os 20 cm de profundidade e até essa profundidade se percebe uma pequena diferença do teor de água no solo entre o tratamento DLS 0 com os demais tratamentos, durante o primeiro teste de chuva (T1). Porém, acredita-se que, em profundidade, abaixo dos 20 cm, a diferença no teor de água no solo entre os tratamentos possa ter sido maior, mesmo que o dejetos tenha sido aplicado um dia antes do primeiro teste de chuva. É bem provável que nesse tempo a água tenha drenado apenas na superfície, mas não em profundidade.

Além do maior teor de água no solo nos tratamentos que receberam as maiores doses de dejetos, outro fator que pode ter contribuído foi o selamento superficial resultante do impacto das gotas de chuva. No primeiro teste (T1) e, também, no segundo teste (T2) de chuva simulada, a cobertura do solo ainda era baixa, plantas de soja eram pequenas e havia pouca cobertura morta na superfície, conseqüentemente, o solo estava susceptível ao impacto das gotas de chuva. Ou seja, com o impacto das gotas de chuva, partículas de solo desprendidas acabaram obstruindo parcialmente ou completamente os poros, dificultando o processo de infiltração e favorecendo o escoamento superficial. Contudo, o selamento superficial provavelmente ocorreu em todos os tratamentos. Ainda, nos tratamentos que receberam dejetos, talvez a matéria orgânica presente e o caráter hidrofóbico do dejetos tenham acentuado a formação do selo superficial, mas, essa possível influência do dejetos não foi quantificada.

Quanto ao transporte de sedimentos pelo escoamento superficial, é importante esclarecer, para fins de comparação, que o valor apresentado como sendo o total de sedimentos transportados foi padronizado para o mesmo valor de escoamento superficial em todos os tratamentos. Assim, os valores totais médios de sedimentos transportados foram:

T1 =  $31 \text{ kg ha}^{-1}$  (DLS 0),  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  (DLS 50),  $77 \text{ kg ha}^{-1}$  (DLS 100) e  $36 \text{ kg ha}^{-1}$  (DLS 200);

T2 =  $17 \text{ kg ha}^{-1}$  (DLS 0),  $5 \text{ kg ha}^{-1}$  (DLS 50),  $7 \text{ kg ha}^{-1}$  (DLS 100) e  $7 \text{ kg ha}^{-1}$  (DLS 200);

T3 = 3 kg ha<sup>-1</sup> (DLS 0), 1 kg ha<sup>-1</sup> (DLS 50), 1 kg ha<sup>-1</sup> (DLS 100) e 1 kg ha<sup>-1</sup> (DLS 200);  
T4 = 9 kg ha<sup>-1</sup> (DLS 0), 5 kg ha<sup>-1</sup> (DLS 50), 6 kg ha<sup>-1</sup> (DLS 100) e 12 kg ha<sup>-1</sup> (DLS 200).

Pode-se observar que o tratamento DLS 100 no teste T1 destacou-se dos demais com o maior transporte de sedimentos. No entanto, esperava-se que o tratamento que recebeu a maior dose de DLS (200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), apresentasse a maior perda de sedimentos, o que não ocorreu.

Cabe ser ressaltado, ainda, que do primeiro teste (T1) até o terceiro teste (T3) de chuva os valores de sedimentos transportados diminuíram, sendo que no quarto teste (T4), os valores novamente aumentaram. Isso pode ser explicado pelo menor escoamento superficial no terceiro teste (T3) de chuva, já que o solo apresentava menor umidade e, por isso, mais água infiltrou no solo.

Diante disso, não é possível afirmar que houve influência das diferentes doses de dejetos líquidos de suínos aplicado no solo sobre o comportamento do escoamento superficial e transporte de sedimentos. Isso porque o aumento do escoamento superficial e do transporte de sedimentos, de acordo com o aumento da dose do dejetos aplicado, não foi expressivo.

## Referências

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2013, 432 p.

## MAPEAMENTO DA SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO CANDIDÓPOLIS - MG

Elpídio Inácio Fernandes Filho<sup>1</sup>, Bruno Vasconcelos Nery<sup>1</sup>, Bruno Araújo Furtado de Mendonça<sup>2</sup>,  
Maola Monique Faria<sup>3</sup>, Pedro Henrique Araújo Almeida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa, Professor, Viçosa - MG, [elpidio@ufv.br](mailto:elpidio@ufv.br);

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; <sup>3</sup>Universidade Federal de Roraima.

**Palavras-chave:** degradação dos solos; processos erosivos; Itabira - MG.

A degradação dos solos por conta dos processos erosivos tem sido assunto de pauta dentre as autoridades e ambientalistas do mundo inteiro, tal expressividade deve-se à rapidez que esses processos ocorrem e pelos prejuízos acarretados por estes não só ao meio ambiente como também à diversas atividades. As metodologias existentes para a avaliação da susceptibilidade e potencialidade à erosão são inúmeras, porém as mesmas envolvem cálculo de parâmetros que acabam por tornar o processo mais oneroso.

Por conta da ocupação humana desordenada a bacia do Ribeirão Candidópolis (MG) vem sofrendo com a erosão do solo em certos pontos e sua compactação em extensas áreas, o que interfere nas fases sub-superficial e subterrânea do ciclo hidrológico local, reduzindo os percentuais de infiltração das águas pluviais e aumentando o escoamento superficial. Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo mapear as áreas com susceptibilidade à erosão da bacia do Ribeirão Candidópolis (MG).

A bacia do Ribeirão Candidópolis está localizada no município de Itabira - MG. Para o município de Itabira a bacia do ribeirão Candidópolis configura-se de suma importância por conta de essa ser a principal responsável pelo abastecimento da população desse, aproximadamente 55 % (SANTOS, 2008). A bacia possui área de 3.348 ha, sendo caracterizada pela presença de fragmentos de mata secundária e pastagens como sendo seus principais usos e cobertura do solo.

A identificação das áreas com susceptibilidade e potencialidade à erosão foi realizada com base na análise integrada das características geomorfológicas, pedológicas e do uso e cobertura do solo, sendo definido pesos diferentes para cada classe. O mapeamento geomorfológico foi realizado a partir da separação das unidades geomorfológicas, e em critérios de agrupamento de tipos de modelados, realizada com base na interpretação do Modelo Digital de Elevação com resolução espacial de 10 metros. Assim, cada unidade geomorfológica representa, portanto, o agrupamento de determinados tipos de modelados e de seus respectivos processos originários. A caracterização da geomorfologia regional foi baseada nos trabalhos de Padilha et al. (2000) e Penteado (1974). O mapeamento pedológico foi realizado com base na coleta e descrição de perfis e a classificação destes segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013). Os usos e coberturas do solo foram mapeados através da digitalização em tela no *software ArcGIS* 10.1, realizado com base na interpretação visual das imagens Plêiades e interpretação de campo, considerando as seguintes classes de uso e cobertura do solo: brejos, afloramentos rochosos, corpos d'água, área urbanizada, mata natural, reflorestamento, pastagem, pastagem degradada, área de mineração, loteamentos de propriedades rurais, agricultura e solo exposto. Salienta-se que todos os mapeamentos foram realizados na escala 1:25.000.

A análise integrada consistiu na avaliação do cruzamento destas informações, e desta forma foram definidas as classes de susceptibilidade à erosão, seguindo alguns critérios, a saber:



- Muito forte - inclui as classes de peso 5 no uso e cobertura, além das classes de solo com peso 4 e 5 associadas às unidades geomorfológicas de peso 4;
- Forte – inclui classes de solos de peso 4 e 5 associadas às áreas de peso 2 e 3 do uso e cobertura;
- Moderado – inclui as classes de solo de peso 2 e 3, associadas às áreas de peso 2, 3 e 4 do uso e cobertura e das unidades geomorfológicas;
- Fraco – inclui as classes de solo de peso 2 associada às áreas de peso 2 e 3 do uso e cobertura e da geomorfologia;
- Muito Fraco – inclui as classes de solo de peso 1 associado às áreas de peso 1 e 2 do uso e cobertura.

Assim, observa-se que mais de 20 % da bacia tem susceptibilidade à erosão com grau forte e muito forte. Estas áreas estão associadas principalmente aos solos mais rasos, Cambissolos e NEOSSOLOS LITÓLICOS, além das condições de uso e cobertura em estágios avançados de degradação, como as áreas de solo exposto, e de mineração. Além disso, é nestas áreas que se encontram os processos erosivos mais avançados existentes na bacia. Estes se caracterizam principalmente por ravinamentos profundos, associados a deslizamentos rotacionais que muitas vezes evoluem para voçorocamentos. Alguns destes pontos podem ser avistados as margens da rodovia que vai para Santa Maria de Itabira, na porção mais setentrional da bacia. Neste caso destaca-se a forte erodibilidade dos solos que são rasos, pouco estruturados e apresentam teores expressivos da fração silte.

Enquadram-se também nestas classes de susceptibilidade, áreas de solos mais desenvolvidos, porém presentes em encostas íngremes sob pastagens degradadas. Nestas áreas predominam processos erosivos de natureza laminar que podem ser avistados facilmente em diversos pontos da bacia do ribeirão Candidópolis. Este caso já evidencia o potencial de erosividade das chuvas que é uma transformação da energia potencial da água que cai em uma porção mais elevada da paisagem (mais distante do nível de base local), na elevada energia cinética que adquire o escoamento superficial em área de declive acentuado com pouca proteção vegetal (RESENDE; ALMEIDA, 1985).

As classes de grau moderado incluem os Latossolos associados às áreas mais elevadas, na unidade geomorfológica dos Topos e encostas altas sob cobertura florestal mais adensada (Mata ou Reflorestamento), e ainda os Latossolos associados às porções mais rebaixadas da paisagem, nas unidades dos Vales encaixados e Depósitos de sopé e Colinas e encostas baixas, sob usos do solo mais intensificados com Pastagem e Agricultura. Esta é uma classe bem expressiva na bacia, ocupando cerca de 30 % da mesma, e evidencia a combinação benéfica entre solos mais desenvolvidos (mais profundos) e cobertura vegetal mais densa, na minimização dos processos erosivos.

As áreas com grau fraco a muito fraco são associadas às áreas planas e rebaixadas na paisagem, com solos aluviais ou hidromórficos. Nestas áreas a água das chuvas tem seu potencial erosivo muito amenizado devido à baixa declividade que varia entre 0 a 3 %. Sendo assim, mesmos que os solos sejam extremamente erodíveis, devido a pedogênese incipiente e aos altos teores de silte e argila dispersa, os processos erosivos não evoluem significativamente. No entanto, é preciso ressaltar que algumas destas áreas são utilizadas para agricultura anual, onde a taxa de exposição do solo é muito elevada. Associa-se a este fato a drenagem deficiente destes solos, que provoca saturação em caso de precipitações excessivas, e nestas condições alguns processos erosivos podem evoluir mesmo em condições de baixa declividade, por concentração do escoamento superficial. As áreas enquadradas nestas classes ocupam cerca de 30 % da bacia e englobam também as áreas com elevada impermeabilização dos solos (áreas urbanizadas).

Cerca de 45 % da área da bacia do Ribeirão Candidópolis apresenta moderado grau de susceptibilidade à erosão. Mesmo as áreas identificadas com baixo grau de susceptibilidade à erosão podem sofrer processos erosivos decorrentes do uso intenso, da implantação de estradas sem planejamento adequado e da impermeabilização dos solos.

## Referências

- EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013.
- PADILHA, A. V.; VIEIRA, V. S.; HEINECK, C. A. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Itabira, Folha SE.23-Z-D-IV. Estado de Minas Gerais. Escala 1:100.000. Brasília: CPRM, 2000.
- PENTEADO, M.M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Fund. IBGE. Rio de Janeiro, 1974.
- SANTOS, J.E. **Uso do solo e qualidade da água na microbacia do Candidópolis, Itabira-MG**. 2008, 90f. Dissertação - Centro Universitário de Caratinga, Caratinga, MG, 2008.
- RESENDE, M.; ALMEIDA, J.R. Modelos de predição de perda de solo: uma ferramenta para manejo e conservação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 128, p. 38-54, 1985.

## DEPENDÊNCIA ESPACIAL DOS ATRIBUTOS DO SOLO EM ÁREAS DE CAMPO NATURAL E FLORESTA EM HUMAITÁ - AM

José Mauricio da Cunha, Milton César Costa Campos, Douglas Marcelo Pinheiro da Silva, Igor Hister Lourenço, Marcelo Dayron Rodrigues Soares

Universidade Federal do Amazonas, Professor, Humaitá - AM, *maujmc@gmail.com*.

**Palavras-chave:** variabilidade espacial; solos da Amazônia; geoestatística.

A região sul do Amazonas localiza-se no Cráton Amazônico, o qual possui imensa diversidade pedológica e geomorfológica, justificando uma grande variedade de solos e ambientes, com dominância aos Argissolos e Latossolos.

O comportamento físico do solo está intrinsecamente relacionado com características de seu espaço poroso, especialmente no que se refere à distribuição do tamanho dos poros. A retenção e a disponibilidade de água no solo para as plantas são fatores de produção fundamental ao desenvolvimento das culturas, assim como a matéria orgânica do solo é essencial para o entendimento do funcionamento do solo e maximização dos benefícios das práticas de manejo em agro ecossistemas tropicais.

Nesse sentido, a variabilidade espacial dos atributos do solo em ambientes naturais torna-se importante para o entendimento dos processos de evolução da formação do solo e variações desses atributos nos diferentes tipos de cobertura do solo.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o uso de semivariogramas escalonados na dependência espacial dos atributos do solo em áreas de campo natural e floresta na região de Humaitá - AM.

A área de estudo situa-se no 54º Batalhão de Infantaria de Selva do Exército Brasileiro (7° 30' 24" S e 63° 04' 56" W). O clima é do tipo Am, tropical chuvoso, segundo a classificação de Köppen, apresentando um período seco de pequena duração, com temperaturas variando entre 25 e 27 °C e precipitação média anual de 2500 mm. As amostragens de solos foram realizadas em março e outubro de 2013, respectivamente nas áreas de campo natural e floresta. Foi estabelecida uma malha amostral regular em cada ambiente, com dimensões de 70 x 70 m com espaçamento de 10 m entre pontos, para a coleta de solos em três camadas: 0,0-0,05 m; 0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m, totalizando 64 amostras por camada. Amostras de solos com estrutura preservada e anéis volumétricos foram coletadas nos pontos das malhas para a determinação da macroporosidade (MaP), microporosidade (MiP), densidade do solo (DS) umidade gravimétrica (Ug) e volume total de poros (VTP), além da carbono orgânico. O método empregado para a determinação dessas a proposta pela Embrapa (2011). A resistência do solo à penetração (RP) foi medida utilizando-se um penetrógrafo eletrônico modelo MA-933, marca Marconi.

Os dados foram submetidos à análise geoestatística, com ajuste ao conjunto das variáveis padronizadas a partir de modelos clássicos utilizando o semivariograma escalonado.

Na análise geoestatística, todas as variáveis apresentaram forte dependência espacial, que são influenciadas pelas propriedades intrínsecas do solo. Os atributos foram ajustados ao modelo exponencial, por este ser um dos modelos clássicos de ajuste do semivariograma frequentemente encontrado para as propriedades do solo (AQUINO et al., 2015).

Os resultados mostraram que o alcances de correlações espaciais variaram entre 14,48 a 53,70

m, destacando-se por ser superior aos valores de espaçamento utilizado nas malhas de amostragem, o que indica que as amostras estão espacialmente relacionadas, permitindo que se façam interpolações com krigagem ordinária (VIEIRA, 2000). Os valores de alcance fornecem informações a respeito da heterogeneidade da distribuição espacial em relação às propriedades estudadas em cada área (TRANGMAR et al., 1985), ou seja, para futuras análises nesta área, será possível especificar o número ideal de amostras para estimação das características do solo (SOUZA et al., 2009).

Vale destacar ainda que alcance de correlação espacial aumentaram com o acréscimo da profundidade, permitindo afirmar que os atributos tendem a se homogeneizar nas camadas mais inferiores do perfil. Para a área de Floresta, foram obtidas maiores alcances de correlação espacial, variando entre 20,10 a 50,00 m, o que pode indicar uma área mais estabilizada e com menor variação dos atributos.

Comparando-se os valores de alcance para as duas áreas estudadas, observou-se uma relação entre a Ug e a RP. Assim, os valores de alcance da RP e da Ug são próximos, mostrando que estes apresentam variabilidade espacial semelhante, ou seja, a umidade no solo interfere diretamente nos valores de da RP.

Por outro lado, o alcance de Ds promoveu maior variabilidade nas duas primeiras camadas, justificada pelo aumento da profundidade e assim gerar maior pressão superficial sobre a subsuperficial (CAMPOS et al., 2012), devido ao adensamento destes solos da estrutura granular em blocos subangulares e textura de média a franco-siltosa.

Os modelos de ajuste do semivariograma experimental apresentaram coeficiente de determinação e do coeficiente de regressão da validação cruzada acima de 70 %, acrescido de erro residual baixo, indicando ótimos ajustes para os atributos estudados.

Além disso, apresentou forte dependência espacial, o que sugere que os processos que regulam as propriedades físicas do solo sejam semelhantes. Os modelos ajustados individualmente, a área de floresta apresentar um maior alcance, novamente representando menor variabilidade dos atributos para a respectiva área, com o solo tendendo a estabilizar os atributos estudados em profundidade.

Em todos os atributos avaliados, estes apresentaram valores de alcance superiores aos estabelecidos na malha amostral. Desta forma, ao invés de se usar 10 m de espaçamento entre pontos, conforme proposto inicialmente, em uma futura coleta, recomenda-se a partir do semivariograma escalonado, que a média de espaçamento em todas as camadas deverá ser de 31,52 m para campo natural e 36,25 m para floresta, em relação aos atributos do solo avaliados.

Todos os atributos apresentaram estrutura de dependência espacial forte em ambas às áreas, evidenciando que estes atributos são influenciados por propriedades intrínsecas do solo.

Os semivariogramas individuais e escalonados se mostraram úteis para os ambientes em estudo, podendo estes resultados servir como base para futuros levantamentos de solo na região sul do Amazonas.

Os autores agradecem a FAPEAM (Edital 030/2013 – UNIVERSAL AMAZONAS) e ao DINTER/CAPES (Edital Capes 013/2012) pelo financiamento da pesquisa.

## Referências

AQUINO, R. E.; CAMPOS, M. C. C.; JUNIOR, J. M.; OLIVEIRA, I. A.; TEIXEIRA, D. D. B.; CUNHA, J. M. Use of scaled semivariograms in the planning sample of soil physical properties in southern Amazonas, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 21-30, 2015.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; SOUZA, R. V. C. C.; ALMEIDA, M. C. Toposequência de solos na transição Campos Naturais-Floresta na região de Humaitá, Amazonas. **Acta Amazônica**, v. 42, p. 387-398, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: **Embrapa Solo**, 2011. 230p.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Spatial variability of the physical and mineralogical properties of the soil from the areas with variation in landscape shapes. **Brazilian Archives of Biology Technology**, v. 52, n. 2, p. 305-316, 2009.

TRANGMAR, B. B.; YOST, R. S.; UEHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, v. 38, n. 1, p. 54-94, 1985.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, v. 1, p.1-54.

## QUALIDADE QUÍMICA E BIOQUÍMICA DO SOLO EM CULTIVO DE ARROZ EM VÁRZEA

Ariane Evald, Valdinar Ferreira Mello, Ithalo de Castro Spindola, Sonicley Silva Maia

Universidade Federal de Roraima, Mestre, Boa Vista - RR, [arianeevald@gmail.com](mailto:arianeevald@gmail.com).

**Palavras-chave:** atividade enzimática; indicadores do solo; solos da Amazônia.

A rizicultura é uma cadeia produtiva bem estabelecida em Roraima, com participação efetiva na geração renda e no PIB do Estado, sendo que 80 % do arroz produzido no Estado é cultivado em várzeas (SAKAZAKI et al., 2008), que correspondem a 160.000 hectares, em região de savana, com aptidão agrícola para o cultivo do arroz (BARBERENA et al., 2011). No entanto, estes sistemas não têm sido investigados quanto às alterações que podem promover ao solo, com efeitos na qualidade do solo e no rendimento da cultura.

A qualidade do solo (QS) no cultivo de arroz tem sido estudada, tanto a nível nacional quanto internacional (LIMA et al., 2013; LIU et al., 2015), os quais têm pesquisado o estabelecimento de um conjunto mínimo de dados que possam inferir a QS nas áreas de várzeas. I informações a respeito desses indicadores em várzeas cultivadas com arroz no estado de Roraima são inexistentes, sendo necessários estudos que correlacionem os atributos de solo, auxiliando no monitoramento desses sistemas.

O objetivo no trabalho foi avaliar a qualidade do solo, por meio dos atributos químicos e bioquímicos do solo, em função do tempo de cultivo contínuo de arroz irrigado.

O estudo foi realizado numa plantio comercial de arroz, município de Bonfim, Roraima, coordenadas de referência: 3° 19' 01,56" N, 60° 23' 43,65" W. O clima é do tipo AW, tropical chuvoso, precipitação anual média de 1500 mm. O solo foi classificado como GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico (EMBRAPA, 2013), com as características nos primeiros 10 cm: teor de argila 599 g kg<sup>-1</sup>; silte 381 g kg<sup>-1</sup>; areia 20 g kg<sup>-1</sup>; C 10,7 g kg<sup>-1</sup>; pH (H<sub>2</sub>O) 4,6; P 22 mg kg<sup>-1</sup>; N 1,3 g kg<sup>-1</sup>; Ca<sup>+2</sup> 1,3 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Mg<sup>+2</sup> 1,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> 0,13 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Na<sup>+</sup> 0,10 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; S 2,9 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Al<sup>+3</sup> 2,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; H<sup>+</sup> 5,2 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; T 10,5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>.

As áreas avaliadas foram: áreas de cultivo de arroz de primeiro (Ar1), terceiro (Ar3), oitavo (Ar8), décimo terceiro (Ar13) e vigésimo quinto (Ar25) anos de cultivo, em sistema de plantio semidireto, após o primeiro ano de implantação da cultura, sendo que para o plantio de primeiro ano adota-se o preparo convencional do solo.

A adubação de plantio consistiu de 500 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, da fórmula 5-25-25. A adubação de cobertura com 300 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, dividida em três aplicações. As amostragens de solos foram a 10 cm de profundidade, realizadas após a colheita, coletando em quadrantes de 100 x 100 m, em cada área, subdivididas em quatro parcelas de 50 x 50 m. Em cada parcela foram obtidas três amostras compostas a partir de três amostras simples de solo. Para a realização das análises bioquímicas, as amostras foram peneiradas em malha 2 mm, retirando os fragmentos vegetais. Já as amostras para análises químicas foram preparadas terra fina seca ao ar (TFSA).

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F (p < 0,05) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,05). Além disso, foram comparados com os obtidos no solo de vegetação nativa (testemunha), aplicando o teste de Dunnett (p < 0,05), utilizando o *software* Sisvar versão 5.5 (FERREIRA, 2011).

O pH do solo diferiu da área de referência (4,15) para a área Ar25 (25 anos de cultivo) 4,53. As demais áreas apresentaram maiores valores de pH que a área referência.

O cultivo contínuo das áreas proporcionou incremento de P no solo. A área Ar25 anos de cultivo teve um acréscimo nos teores de P de aproximadamente  $120 \text{ mg kg}^{-1}$ . Com a longevidade do cultivo há um incremento nos teores de P no solo, o que pode ser explicado pelo fato do fósforo ser um nutriente de baixa mobilidade no solo, e com consecutivas adições há do nutriente no solo.

O teor de potássio disponível da área de referência não diferiu estatisticamente da área de três anos de cultivo, no entanto, todos os tratamentos foram mais baixos em comparação com a ArN, cujos valores se mantiveram em torno do limite crítico para a cultura do arroz irrigado ( $60 \text{ mg kg}^{-1}$ ). É possível que a liberação de  $\text{K}^+$  das formas estruturais de feldspatos e micas e de  $\text{K}^+$  retido nas entre camadas de argilominerais expansivos, consideradas as formas não trocáveis, também possam contribuir como fontes desse nutriente às plantas, Além do potássio presente nos restos da cultura.

Houve incremento de  $\text{Ca}^{2+}$  com o cultivo em relação a área ArN, sendo que a Ar8 apresentou maior teor de  $\text{Ca}^{2+}$  quando comparado aos demais. Para os teores de  $\text{Mg}^{2+}$ , a Ar1 apresentou valores bem inferiores aos da ArN. As demais áreas apresentaram entre si comportamento semelhante, porém superiores à ArN. Os anos de cultivo e o manejo empregado influenciaram na diminuição dos teores de  $\text{Al}^{3+}$  no solo, visto que a área de 25 anos apresentou menor teor de alumínio ( $0,94 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ) em relação as demais áreas.

A área ArN apresentou maior estoque de C em relação às áreas cultivadas, que com o passar dos anos apresentaram tendência de acúmulo de COS, sendo que a área de oito anos apresentou maior estoque de COS.

Os consecutivos anos de cultivos elevaram o estoque de NT no solo, visto que a Ar25 e Ar8 anos foram as que apresentaram maiores teores de NT, enquanto que a Ar1 teve menor estoque de NT no solo.

A fosfatase ácida apresentou diferença estatística da área referência para as áreas de cultivo, exceto da Ar3. As Ar8, Ar13 e Ar25 apresentaram maiores atividades da fosfatase ( $407,38$ ;  $430,33$  e  $442,75 \text{ mg p-nitrofenol kg}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ , respectivamente) que a ArN ( $365,53 \text{ mg p-nitrofenol kg}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ ). Já na Ar1 o valor inferior a ArN ( $322,85 \text{ mg p-nitrofenol kg}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ ) com diferença estatística.

A urease diferiu estatisticamente a ArN da área Ar1, não havendo diferença entre os demais cultivos. No entanto, foi possível observar maior atividade da urease nas áreas de maior teor de COS e NT ( $10,73$  e  $7,99 \text{ g kg}^{-1}$  de COS e  $1,86$  e  $1,08 \text{ g kg}^{-1}$  de NT, respectivamente), que foram a área ArN ( $23,08 \text{ mg NH}_4^+ \text{ kg}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ ) e área de cultivo Ar8 ( $22,77 \text{ mg NH}_4^+ \text{ kg}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ ).

O solo é alterado de forma abrupta com a conversão do ecossistema nativo para cultivo de arroz. Porém, com os consecutivos anos de cultivo apresenta ganho na qualidade do solo, com recuperação da fertilidade, teores de carbono orgânico e aumento da atividade enzimática.

A atividade da fosfatase ácida e o fósforo disponível foram influenciados de forma positiva com os anos de cultivo, mostrando possíveis transformações do fósforo inorgânico para orgânico.

A fosfatase ácida e a urease foram os indicadores que apresentaram maior sensibilidade, mostrando-se úteis para estudo de qualidade solo em cultivo de arroz em várzea.

## Referências

BARBERENA, D.S., MEDEIROS, R.D., BARBOSA, G.F., 2011. Desenvolvimento e produtividade de arroz irrigado em resposta a diferentes doses de fósforo e potássio, em várzea de primeiro ano, no estado de Roraima. *Ciência Agrotecnológica* v.35, p.462-470. 2011.



EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3<sup>nd</sup>. Ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2013, 353p.

FERREIRA, D.F. **Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados**, versão 5.5. Lavras: UFLA, 2011.

LIMA, A.C.R.; BRUSSAARD, L.; TOTOLA, M.R.; HOOGMOEDD, W.B.; GOEDE, R.G.M. de. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. **Applied Soil Ecology**, v.64, p.194–200, 2013.

LIU, Z.; ZHOU, W.; L.V, J.; H.E, P.; LIANG, G.; JIN, H. A simple evaluation of soil quality of waterlogged purple paddy soils with different productivities. **PLoS ONE**, v.10, 2015.

SAKAZAKI, R.T. ALVES, J.M.A. LOPES, G.N. Arroz Irrigado em Roraima. **Agro@mbiente Online**, v.2, p.69-76, 2008.

## VISÃO DOS PRODUTORES RURAIS EM RELAÇÃO À CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA EM TRÊS MUNICÍPIOS DO PARANÁ

Claudia Maria do Prado Furquim, João Tavares Filho

Universidade Estadual de Londrina, Mestranda, Tamarana - PR, *cacau\_furquim@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** código florestal; práticas conservacionistas; degradação ambiental.

A preservação do ambiente é um tema atual muito abordado. Grande parte da população mundial está ciente da importância de manter os recursos ar e água limpos para a manutenção da qualidade de vida. No entanto, poucos são aqueles que entendem a importância de conservar o solo para atender às necessidades da população (SINCLAIR, 2001).

A agricultura é uma atividade que pode influir na degradação do ambiente, devido ao suposto “mau uso dos recursos naturais” e de “técnicas de produção inadequadas” para alcançar altas produções. Acredita-se que o modelo de produção tem se tornado cada vez mais custoso e poluidor, sendo um desafio conciliar aumentos de produção com a sustentabilidade dos recursos utilizados (MAALOUF, 2000). Neste sentido, as práticas de conservação do solo e da água tem sido uma opção no meio agrícola como forma de promover a diminuição da degradação dos recursos naturais.

Existe a necessidade de integração entre agricultores, entidades extensionistas, de pesquisas, universidades e governos na criação de políticas públicas que resultem em resultados satisfatórios de conservação dos recursos naturais e de produtividades agrícolas. Entretanto, é fundamental observar a forma mais adequada de conscientização do produtor rural, levando em conta seu grau de abrangência sobre o assunto e qual o melhor meio de comunicação para despertar e motivar o interesse para conservação ambiental.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi analisar a percepção de Produtores Rurais em relação à conservação do solo e da água em três municípios paranaense.

O estudo foi realizado nos municípios de Tamarana, Londrina e Ortigueira - PR, que formam uma região agrícola representativa do norte paranaense, com relevo ondulado nas propriedades. Foi elaborado um questionário com perguntas objetivas e dissertativas sobre “a percepção dos produtores rurais quanto à conservação do solo e água”, os quais foram distribuídos em revendas de produtos agropecuários e cooperativas agrícolas. Com o referido questionário, buscou-se avaliar o interesse dos produtores pela Conservação do Solo e da Água e o cumprimento das normas do novo código florestal. Os dados foram analisados a partir do programa estatístico R.

Foram respondidos setenta e dois questionários. Os resultados mostraram que todos os participantes consideram necessário o uso de práticas conservacionistas na propriedade. Alegaram necessidade de conservar os recursos naturais com qualidade para o futuro e a fim de minimizar problemas com erosão. Constatou-se que a maior parte dos produtores (94,44 %) utiliza o sistema de plantio direto, o qual contribui para a sustentabilidade na produção agrícola e, segundo Resck (1999) é comprovadamente eficiente no controle de erosão.

A maioria dos entrevistados (93,06 %) seguem as normas do Código Florestal, sendo que 65,28 % das áreas apresentam Área de Preservação Permanente e Área de Reserva Legal. A visão da categoria sobre o Novo Código Florestal aponta que 40,28 % dos que responderam consideram boas as mudanças ocorridas como a redução no tamanho da APP (nas matas ciliares), redução da recomposição da mata desmatada das Reservas Legais e não punição para imóveis rurais referente a

autuação de desmatamento sem autorização (FAEP, 2012), contra 31,94 % que as consideram ruins. Alegou-se a opinião negativa às mudanças, devido à visão sobre a necessidade em reflorestar áreas que não são mais consideradas de preservação permanente e por considerarem que é necessário recompor a vegetação para conservação dos recursos naturais para o futuro.

Em relação à necessidade de utilização de terraço agrícola em área com plantio direto, 63,89 % dos participantes consideram que há necessidade de uso, argumentando que a região tem chuvas intensas e o terreno é declivoso, o que justificaria o uso para evitar a erosão do solo, assoreamento de rios e reduzir gastos com recuperação da qualidade do solo e da água. Este fato pode estar relacionado com o reaparecimento de processos erosivos em áreas agrícolas onde o terraço agrícola foi eliminado, pois, em um primeiro momento, com a difusão da semeadura direta houve a redução das perdas de solo por erosão, o que motivou os agricultores a retirarem os terraços. Essa atitude apoiou-se, não só pela “redução perda de solo e água”, mas também no suposto “aumento da capacidade operativa das máquinas agrícolas”. Porém, considerando longas pendentes, a retirada dos terraços aumenta o fluxo de água na superfície do solo (GARCIA, 2008). Em contrapartida, 36,11 % dos participantes acreditam que, se for realizado o plantio direto em nível com correto manejo da palhada e fizerem a construção de caixas de contenção de água, não haverá necessidade de utilizarem os terraços.

Na região onde foi realizada a pesquisa, a maioria (93,06 %) das propriedades possuem fontes naturais de água, sendo 92,54 % destas conservadas conforme a legislação. A partir desses resultados, foi observado que nesta região os produtores rurais participantes da pesquisa compreendem a importância de conservar o solo e a água e a maior parte destes utilizam práticas conservacionistas nas propriedades. Foi relatado por estes que a forma mais abrangente de conhecimento das técnicas foi através de cursos, palestras, revistas e também da própria experiência prática cotidiana e por notificações recebidas.

Notou-se que os produtores rurais estão mais dispostos a seguir as regras do código florestal. Analisando o trabalho de Tavares Filho (2009) e relacionando com este trabalho, é possível aferir que com o passar dos anos os produtores rurais têm utilizado práticas de conservação de forma mais frequente, o que pode estar associado à preocupação destes com o esgotamento e degradação dos recursos naturais.

## Referências

- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ – FAEP. **Novo código florestal**. 2012. Disponível em: < <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/comunicacao/novo-codigo-florestal-principais-mudancas.pdf> > Acesso em: 10 de maio de 2016.
- GARCIA, S. M., RIGUES, A. A. Vertical Mulching e manejo da água em semeadura direta. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v.32, n.2, p.833-842. 2008.
- MAALOUF, W. D. **Recursos humanos e desenvolvimento agrícola sustentado**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 2000. 47p.
- RESCK, D.V.S. O plantio direto como alternativa de sistema de manejo e conservação do solo e da água na região dos cerrados. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 27., Brasília, 1999. Resumo expandido. Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999.
- TAVARES FILHO, J.; RINSCHADE, M. Visão dos produtores rurais, profissionais e estudantes da área agrônoma, em relação à conservação do solo e da água na região de Londrina, Pr. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1195-1202, 2009.
- SINCLAIR, F. L. Process-based research in sustainable agricultural development integrating social, economic and ecological perspectives. **Agricultural Systems**, v 69, issues 1-2, 1-3, 2001. Disponível em: < <http://www.elsevier.com> > . Acesso em: 11 de maio de 2016.

## AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS EM SOLOS COM BARRAGEM SUBTERRÂNEA EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Wanderson Benerval de Lucena<sup>1</sup>, Maria José Sipriano da Silva<sup>1</sup>, Igor Alberto Cabral da Rocha<sup>1</sup>,  
Maria Sonia Lopes da Silva<sup>2</sup>, Gizelia Barbosa Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - Campus Vitória de Santo Antão, Graduando em Agronomia e Bolsista PIBIC/IFPE, Vitória de Santo Antão - PE, [wandersonlucena@r7.com](mailto:wandersonlucena@r7.com);

<sup>2</sup>Embrapa Solos.

**Palavras-chave:** captação e armazenamento de água de chuva; agroecossistemas; atributos do solo.

As barragens subterrâneas consistem em uma técnica de captação e armazenamento de água das chuvas para assegurar a produção agrícola durante o período de estiagem, bastante comum no semiárido brasileiro.

Para Silva et al. (2007), a técnica consiste em barrar o fluxo de água superficial e subterrâneo através de uma parede (septo impermeável) construída transversalmente à direção das águas. Dessa forma, a água proveniente da chuva se infiltra lentamente, criando e/ou elevando o lençol freático, que será utilizado posteriormente pelas plantas. O resultado desse barramento é o armazenamento da água dentro do solo com perdas mínimas de umidade (evaporação lenta), mantendo a solo úmido por um período maior de tempo (de 5 a 8 meses), podendo chegar quase ao fim do período seco no semiárido do Brasil.

As dificuldades das barragens subterrâneas são resultantes de vários fatores, entre eles a utilização de técnicas de manejo convencional que podem proporcionar o desgaste do solo, tais como, o uso de adubos químicos sintéticos altamente solúveis, agrotóxicos, mecanização e monocultivos em locais de barragens subterrâneas, que podem acelerar o aparecimento de processos de degradação dos solos (MENDONÇA et al., 2007).

O objetivo desse estudo foi avaliar os atributos químicos dos solos em dois agroecossistemas com barragens subterrâneas no semiárido do Estado da Bahia, comparando com áreas de sistema convencional e mata nativa.

O estudo foi realizado em duas propriedades do Estado da Bahia, ambas sob clima semiárido. A propriedade 01, que está localizada na cidade de Serrolândia (latitude 11° 25' 7" S, longitude 40° 17' 40" W, a 447 m de altitude) na mesorregião do Centro-Norte baiano e microrregião de Jacobina. E a propriedade 02 está localizada na cidade de Canudos (latitude 09° 53' 48" S, longitude 39° 01' 35" W, a 402 metros de altitude) na mesorregião do nordeste baiano e microrregião de Euclides da Cunha.

Na Propriedade 01, o agroecossistema apresenta menor diversidade de flora e fauna nativa e exótica quando comparada a Propriedade 02, principalmente porque foi retirada quase toda a mata nativa e foram implantados pastos com uma variedade apenas de capim.

A Propriedade 02 tem um agroecossistema mais biodiversos, lembrando que a diversidade de cultivos aumenta nos períodos chuvosos, tanto de cultivos exóticos, como de plantas nativas. A família mostra também que já iniciou algumas práticas de manejo e conservação dos solos e cultivos.

Ambas com o histórico de uso com pastagem pelos antigos proprietários, atualmente são utilizadas em sistemas de produção diversificados e a área de BS – barragem subterrânea está em transição a um sistema de base ecológica, direcionado pelos novos proprietários.

As amostras de solos para análise química foram realizadas em três ambientes de cada propriedade: Barragem subterrânea: BS AC - Área de plantio da barragem subterrânea, próxima ao sangradouro (1ª metade), BS AM - Área de plantio da barragem distante do sangradouro (2ª metade), BS EN - Área denominada “encostas” da barragem; Sistema convencional - SC e Mata nativa MN - área nativa não antropizada, como referência.

A amostragem para a análise química foi realizada no período seco, e obtida através de uma amostra composta por cada ambiente, coletadas em sete pontos no sentido de zigue-zague e em três profundidades, 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm.

As análises químicas foram realizadas pelo laboratório da Embrapa Semiárido seguindo os procedimentos analíticos descritos no Manual de Métodos de Análises de Solos da Embrapa (1997).

De forma geral, avaliou-se que os impactos que as Barragens Subterrâneas causam sobre os atributos químicos do solo.

Observa-se que impacto causado é decorrente da retirada da caatinga, aliada aos longos períodos de estiagem, provocando acentuada degradação física, química e biológica do ambiente, em relação aos solos essas características podem ser mais acentuadas, pois os deixa totalmente descobertos e expostos por mais tempo às ações da temperatura e dos ventos, reduzindo, conseqüentemente, o seu potencial produtivo e causando danos, muitas vezes irreversíveis, ao meio (SOUTO et al., 2005).

O manejo praticado na agricultura convencional promove a quebra dos ciclos biogeoquímicos nos solos através do impacto que causa nos atributos químicos, físicos e biológicos desses solos. Esses impactos negativos refletem em todo o ambiente, produzindo efeitos que diminuem a sustentabilidade do agroecossistema, em relação às interações ambientais, diminuindo a ação funcional dos microorganismos do solo e assim seus benefícios, seja na disponibilização de nutrientes ou na fragmentação de matéria orgânica (FERREIRA, 2011).

Estes efeitos desencadeiam vários outros processos, diminuindo a ciclagem de nutrientes no sistema, e os teores de matéria orgânica, diminui-se também a capacidade produtiva do solo, bem como um desequilíbrio nutricional nas plantas poderá promover susceptibilidade a doenças, porque a diminuição da diversidade de microorganismos e organismos favorece o aumento na densidade de patógenos de solo.

O estudo mostra que as duas propriedades estudadas estão caminhando ainda lentamente em direção a um agroecossistema mais sustentável, superando as limitações ambientais da região semiárida brasileira, colocando a barragem subterrânea como uma tecnologia com potencial para aperfeiçoar e equilibrar o processo produtivo, promovendo uma maior estabilidade do agroecossistema familiar do semiárido e se constituindo em mais uma opção para se atingir a sustentabilidade nessas áreas.

## Referências

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de Solo**. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 1).

MENDONÇA, C. E. S.; FERREIRA, G. B.; CHAVES, V. C.; SILVA, M. S. L.; ANJOS, J. B.; MENDES, A. M. S. Caracterização de atributos químicos e físicos em solos de barragens subterrâneas no nordeste. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA**, V. 2007, Guarapari, ES. [Anais...] Porto Alegre: UFRGS; ABA Associação Brasileira de Agroecologia, 2007. Disponível em: < <http://www6.ufrgs.br/seeragroecologia/ojs/index.php> > . Acesso em 31/07/2016.

SILVA, M. S. L. da; MENDONÇA, C. E. S.; ANGOS, J. B. dos; HONÓRIO, A. P. M.; SILVA, A. de S.; BRITO, L.T. de L. Barragem subterrânea: água para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Org.). **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido. 2007, p. 121-137.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, Feb. 2005. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832005000100014&Ing=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832005000100014&Ing=en&nrm=iso) > . Acesso em: 31/07/2016.

## MICRONUTRIENTES DE UM ARGISSOLO SOB CULTURAS ANTECEDENTES E SISTEMAS DE CULTIVO COM MILHO EM SERGIPE

Steven Peter Figueiredo Ellice, Alceu Pedrotti, Airon José da Silva, Ana Gabriela Soares Felix,  
João Lucas Santos Souza

Universidade Federal de Sergipe, graduando, São Cristóvão - SE, [sellice@hotmail.com](mailto:selligence@hotmail.com).

**Palavras-chave:** parâmetros químicos; Tabuleiros Costeiros; plantas de cobertura de solo.

A retirada da cobertura vegetal original e a implantação dos cultivos agrícolas, quando associados às práticas de manejo inadequadas, promovem o rompimento do equilíbrio do solo, modificando suas propriedades químicas, físicas e biológicas ao longo dos anos. Neste sentido, uma das formas de se melhorar a qualidade da terra no longo prazo envolve a adoção de sistemas conservacionistas, como o plantio direto, onde o efeito da cobertura vegetal sobre atributos químicos do solo é influenciado pela espécie de planta usada, a classe do solo, as condições climáticas e, principalmente, com o tipo de manejo (FAVARATO et al., 2015).

Em regiões onde os índices de evapotranspiração são elevados, como no nordeste brasileiro, as deficiências de Ferro (Fe), Zinco (Zn) e Manganês (Mn) podem ocorrer devido ao pH do solo elevado, pois, em condições de alcalinidade do solo, as formas iônicas dos nutrientes catiônicos formam óxidos e hidróxidos insolúveis, induzindo a deficiência desses elementos nas culturas (PEGORARO et al., 2006). Este fato é amplamente ignorado pela maioria dos produtores e técnicos da região, que não efetuam o monitoramento do pH dos solos, ressaltando que alguns deles já possuem naturalmente valores de pH elevados, comprometendo a disponibilidade desses micronutrientes às plantas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos sistemas de manejo e culturas em sucessão ao milho doce, após quinze anos de condução na concentração de micronutrientes de um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO.

O experimento está instalado no “Campus Rural” – Fazenda Experimental dos Cursos de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Sergipe, desde 2001. A área utilizada para realização do experimento situa-se nas coordenadas 10°19’S e 36°39’O com altitude média de 22 m, na região do Timbó, nos Tabuleiros Costeiros Sergipanos a 15 Km da cidade de Aracaju. O solo do local é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, conforme a Embrapa (1999).

Analizou-se os teores de micronutrientes no solo, sob a influência de sistemas de cultivo: Cultivo Convencional-CC (uso de arado de discos e grade niveladora), Cultivo Mínimo-CM (grade niveladora leve fechada) e o Plantio Direto-PD (não revolvimento do solo) além do cultivo de espécies de plantas de cobertura do solo em rotação de forma antecedente ao milho – BM 3061 da Biomatrix (*Zea mays*). As plantas antecessoras foram : crotalaria (*Crotalaria juncea*), guandu (*Cajanus cajan*), girassol (*Helianthus annuus*) e milheto (*Pennisetum americanum*). Adotou-se o delineamento experimental de esquema de faixas experimentais com três repetições dispostas em blocos, sendo os tratamentos de manejo de solo dispostos como faixas e os de sucessão de culturas distribuídos ao acaso. As parcelas tiveram área total de 60 m<sup>2</sup> (6 m x 10 m).

Na época da colheita do milho coletou-se amostras compostas de solo nas parcelas experimentais na linha de plantio com profundidades de 0-10 cm e de 10-20 cm. As amostras foram secas ao ar e em seguida passadas em peneiras de 2 mm, para realizar as análises químicas.



A determinação das concentrações de Cu, Fe, Mn e Zn foram feitas de acordo com as metodologias descritas pela Embrapa (1999).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em seguida, as médias comparadas pelo teste de médias Tukey a 5 % de probabilidade. Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o programa estatístico Sisvar (FURTADO, 2003).

Em relação ao Mn Houve diferença significativa na camada 0-10 cm entre o PD e os demais manejos de solo na cultura do girassol em sucessão. observou-se também que existe uma tendência de aumento progressivo dos teores de Mn ao se analisar os manejos, o PD tende a ter um maior teor de Mn. Uma das razões para o sistema de plantio direto ter apresentado essa superioridade na concentração de Mn é que esse sistema possui maiores concentrações de matéria orgânica e sutil tendência de menor valor de pH. Segundo Barber (1995), em condição de pH mais elevado, a concentração de micronutrientes catiônicos na solução do solo é reduzida com a formação de compostos de baixa solubilidade, levando ao decréscimo do seu fluxo difusivo, e a presença de resíduos vegetais no solo favorece a biodisponibilidade desses nutrientes para a cultura do milho (PEGORARO et al., 2006). Os teores de Mn condizem com os estudos de Silveira e Cunha (2002) que observaram os maiores valores de Mn no plantio direto, nas camadas superficiais, chegando a conclusão que O maior valor de Mn no plantio direto na primeira camada revela que houve concentração do elemento na superfície do solo.

Os teores de cobre apresentaram-se mais elevados no CM e no CC em relação ao PD, com diferença estatística significativa em relação ao CC e CM na camada 10-20 cm. Resultados equivalentes ao obtidos por Silveira e Cunha (2002). Observando que houve aumento da concentração de Cu nos horizontes mais profundos do solo, simultaneamente ao aumento dos teores de argila.

os teores de Zn não diferiram estatisticamente nas profundidades estudadas. confirmando os resultado de Favarato et al. (2015) pois, observou que as plantas de cobertura não alteraram os atributos químicos do solo e apresentaram comportamento semelhante entre si.

A saturação do Fe apresentou valores bem diversificados, com teores mais elevados na camada mais subsuperficial (10-20 cm) marcadamente no CC e menores teores na camada superficial (0-10 cm), provavelmente este comportamento está relacionado a textura arenosa na camada superficial e textura argilosa na camada subsuperficial, assim como a CTC do Fe, Silveira e Cunha (2002) observaram que O Fe encontra-se amplamente distribuído nos perfis da maioria dos solos, alcançando, em alguns casos, quantidades muito altas na camada arável, o que corrobora os resultados obtidos.

A maior disponibilidade de resíduos vegetais, decorrente da adoção de sistemas conservacionistas, como a semeadura direta, pode aumentar o teor de matéria orgânica do solo, promovendo uma maior disponibilidade de micronutrientes pelo aumento da formação de complexos solúveis com a matéria orgânica do solo e seus produtos de decomposição, como compostos hidrossolúveis lixiviados dos resíduos vegetais em processo de decomposição. Dentre esses compostos, estão os ácidos orgânicos de baixa massa molecular (AOBMM) que são capazes de complexar os micronutrientes catiônicos do solo (PEGORARO et al., 2006). Desta forma, mecanismos do PD, podem promover esta maior disponibilidade de nutrientes às culturas comerciais.

O girassol mostrou-se uma planta de cobertura de solo mais eficiente na fixação de micronutrientes no solo, principalmente quando se utiliza o plantio direto, onde os teores, especificamente do Mn nas camadas superficiais são incrementados. O cultivo mínimo e convencional, mostraram-se mais

eficientes no acúmulo de cobre nas camadas subsuperficiais do solo. Os teores de Zn e Fe não mostraram nenhuma diferença estatística nos diferentes cultivos consorciados com as variadas plantas de cobertura ao longo dos anos.

## Referências

BARBER, S.A. **Soil nutrient bioavailability**: a mechanistic approach (2.ed., 414p). New York: John Wiley & Sons, 1995

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

FAVARATO, L. F. et.al. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO SOBRE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO ORGÂNICO **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, [s.l.] v. 5, n. 2, 2015

FURTADO, D. F. **Sisvar**, DEX/UFLA, Versão 4.6 (Build 62), Lavras, 2003.

PEGORARO, R. F. et al. Fluxo difusivo e biodisponibilidade de zinco, cobre, ferro e manganês no solo: influência da calagem, textura do solo e resíduos vegetais. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 30, n. 5, Out. 2006.

SILVEIRA, P. M.; CUNHA, A. A da. Variabilidade de micronutrientes, matéria orgânica e argila de um Latossolo submetido a sistemas de preparo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1325-1332, Sept. 2002 .

## CARBONO EM SISTEMAS INTEGRADOS SOB DIFERENTES ADUBAÇÕES NITROGENADAS NOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ

André Luiz Oliveira de Francisco<sup>1</sup>, Josiane Burkner dos Santos<sup>1</sup>, Maurício de Godoi<sup>2</sup>,  
Laíse da Silveira Pontes<sup>1</sup>, Lutécia Beatriz dos Santos Canalli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Engenheiro-agrônomo, Mestre, Analista em Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa - PR, [alfrancisco@iapar.br](mailto:alfrancisco@iapar.br); <sup>2</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa.

**Palavras-chave:** carbono orgânico total; pastagem; matéria orgânica.

A crescente demanda por sistemas de produção sustentáveis que visem à proteção dos recursos naturais do ambiente vem sendo cada vez mais discutida. Desta forma, o manejo planejado das atividades deve buscar integrar árvores, pastagem, ruminantes e culturas agrícolas diversas.

Os sistemas integrados agrossilvipastoris: integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e integração lavoura pecuária (ILP) constituem em opções disponíveis para o alcance dos objetivos de produtividade e sustentabilidade ambiental, social e econômica. No entanto, para a integração de tais componentes o desafio é elucidar a dinâmica completa do sistema, ou seja, a intensidade com que ocorrem as diferentes interações entre os componentes e os respectivos resultados sobre a produção arbórea, forrageira, animal e agrícola decorrentes. Somente o conhecimento detalhado da dinâmica destas interações, tanto na dimensão espacial quanto temporal, poderá fornecer dados relevantes para entender a complexidade biofísica do sistema e permitir a definição de práticas de manejo integrado (SAIBRO et al., 2009).

As árvores no sistema ILPF reduzem a luminosidade disponível para as plantas que crescem sob suas copas em relação ao ILP e tem influência sobre aspectos morfofisiológicos determinantes para a produtividade das culturas implantadas. Além dessas mudanças nas características das plantas com a redução da luminosidade disponível, em função da arborização, mudanças no sistema radicular também ocorrem em tais espécies.

A mudança na vegetação existente, com a implantação de culturas anuais, florestas ou mesmo pastagens, perenes ou não, tem causado um decréscimo de matéria orgânica do solo causado pelo aumento do processo erosivo e de decomposição do material vegetal existente no solo (PAUL et al., 2002). Ainda segundo Paul et al. (2002), vários são os processos que alteram a velocidade e intensidade das alterações, sendo a natureza do solo, tipo de manejo, clima e vegetação os principais. Na avaliação de sistemas integrados para a melhor compreensão, do seu funcionamento e do impacto sobre o meio ambiente a quantificação dos conteúdos de carbono do solo fornece dados da dinâmica da matéria orgânica do solo.

Os objetivos do trabalho foram realizar os levantamentos dos conteúdos de carbono dentro do experimento e comparar com a vegetação nativa.

O experimento foi desenvolvido no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) em dois sítios experimentais: uma área de bosque (ILPF) de *Eucalyptus dunnii* e outra sem a presença de árvores a sol pleno (ILP), localizadas em Ponta Grossa, região Centro-Sul do estado do Paraná (25°13' de latitude Sul, 50°1' de longitude Oeste, com altitude de 880 m). Conforme a classificação de Köppen, o clima da região se enquadra no tipo Cfb, subtropical sem estação seca, com temperaturas médias anuais de 17,6 °C, máximas de 24,3 °C e mínimas de 8,5 °C. A precipitação anual é de 1.400 mm, sendo

mais frequentes no período de primavera-verão e mais escassas no outono. O estudo foi realizado neste trabalho foi realizado a partir de Junho de 2014.

O bosque de *Eucalyptus dunnii* foi estabelecido em 2008 sobre um LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO, na densidade de 330 árvores ha<sup>-1</sup>, em arranjo de fileiras duplas (renques) espaçadas entre si em 21 m, com 3 m entre árvores na linha e 4 m entre as linhas que compõe o renque. As forrageiras utilizadas estão implantadas desde 2010 em parcelas de 105 m<sup>2</sup> (5 x 21 m) nas entrelinhas das árvores, e sob pleno sol, em parcelas de 4,5 m<sup>2</sup>. O delineamento de blocos ao acaso em arranjo fatorial (6 x 2 x 2) é composto pelas seis espécies forrageiras (destas fizemos as coletas apenas na forrageira Aruana – *Panicum maximun* cv. Aruana, cultivado nos dois regimes luminosos (em sub-bosque ou ao pleno sol), com duas doses de nitrogênio (0 e 300 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>) e três repetições. As determinações também foram realizadas no campo nativo (CN) em 3 locais sem qualquer manejo.

A determinação dos conteúdos de carbono (COT – Carbono Orgânico Total) no solo foi realizada em amostras integrais em 3 faixas entre dois renques arbóreos no ILPF (faixa um a 1,5 m do renque, faixa dois a 6 m, faixa 3 a 10,5 m do renque de árvores) e a pleno sol (ILP), havendo em cada ponto 3 profundidades (0 – 5 cm, 5 – 10 cm, 10 – 20 cm), com 3 repetições de cada. A determinação do COT no solo foi realizada pelo método da combustão seca (NELSON; SOMMERS, 1982), utilizando um determinador elementar de C e N conforme descrito por Sá (2001).

O conteúdo do COT no solo variou em função dos sistemas ILPF, ILP e CN, sendo que no CN os conteúdos foram estatisticamente superiores, 24,47 g kg<sup>-1</sup>, quando comparado ao ILP e ILPF, respectivamente 21,24 e 18,64 g kg<sup>-1</sup>.

O sistema de CN obteve um maior conteúdo de COT como era esperado, pela característica dos campos nativos desta região com altos níveis de lignina e baixas velocidades de composição de sua matéria orgânica do solo.

O ILP apresentou menor conteúdo de carbono orgânico que o CN, no entanto foi estatisticamente superior ao ILPF sem aplicação de nitrogênio, provavelmente em função da maior insolação no ILP possibilitando um melhor aproveitamento, por parte das plantas, do N disponível no meio (ALVIM et al., 1993). No entanto o ILP no nível 300 kg de N ha<sup>-1</sup> não apresentou diferença com o ILPF com dose zero de nitrogênio, demonstrando que a absorção do N do meio foi mais eficiente do que o fornecido na adubação.

No ILPF quando comparado às distâncias dos renques de árvores, os resultados demonstraram que não houve diferença estatística com a aplicação de nitrogênio. Demonstrando que dentro do sistema existe uma limitação para a produção de carbono orgânico do solo. Essa limitação provavelmente se dá pelo baixo nível de insolação devido à proximidade dos renques de árvores (PORFÍRIO-DA-SILVA; MORAES, 2010) e também pela competição que as árvores fazem aproveitando melhor o solo devido a terem sistemas radiculares mais fortes e desenvolvidos. Esse baixo nível de insolação também é resultante da localização geográfica do experimento, que está numa região de clima subtropical (Cfb pela classificação de Koeppen, temperaturas médias abaixo de 18 °C) com índice pluviométrico de moderado a alto o que proporciona grande número de dias nublados.

O sistema ILPF com 21 m de espaçamento entre fileiras de árvores, mesmo com aporte maior de nitrogênio, na região do experimento apresentou sombreamento elevado com perda de eficiência em comparação ao sistema ILP e CN.

## Referências

- PORFÍRIO-DA-SILA, V. MORAES, A. Sistemas silvipastoris: fundamentos para a implantação. In: Pires, A. V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010, v. 2, p. 1421-1461.
- ALVIM, M. J.; MARTINS, C. E. ; BOTREL, M. de A. ; SALVATI, J. A.; JACOB, M. A. M. Efeito da irrigação e da integração entre pastagens de setária e de azevém anual sobre a produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 545-554, 1993.
- PAUL, K.I.; POLGLASE, P.J.; NYAKUENGAMA, J.G. & KHANNA, P.K. Change in soil carbon following afforestation. **For. Ecol. Manag.**, v.168, p.241-257, 2002.
- CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; MOREIRA, F.M. de S.; CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.631-637, 2009.
- SAIBRO, J.C.; CASTILHOS, Z.M. DE S.; SILVA, J.L.S. DA; VARELLA, A.C.; LUCAS, N.M.; SAVIAN, J.F. A integração da silvicultura com pastagens e pecuária no Rio Grande do Sul. In: PILLAR V.P. et al. (Eds.). **Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. 403p., 2009.
- SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; LAL, R.; DICK, W.A.; VENZKE FILHO, S.P.; PICCOLO, M. & FEIGL, B. Organic matter dynamics and sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.65, p.1486-1499, 2001.

## AVALIAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO E DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM LARGA ESCALA NO BRASIL

Maarten S. Krol<sup>1</sup>, *m.s.krol@utwente.nl*;

Markus Pahlow<sup>1</sup>, Sebastian Multsch<sup>2</sup>, Quirijn de Jong van Lier<sup>3</sup>, André Luiz Couto Assunção<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Twente, Países Baixos, Professor Associado, Enschede; <sup>2</sup>University of Giessen, Germany;

<sup>3</sup>Universidade de São Paulo.

**Palavras-chave:** pegada hídrica; irrigação; expansão de produção.

Em 11 de janeiro de 2013, o Brasil implementou uma política nacional de irrigação através da Lei nº 12.787, tendo como um dos objetivos encorajar a expansão das áreas irrigadas e aumentar a produtividade agrícola em uma base ambientalmente sustentável. Um dos princípios que regem a política de irrigação é o uso sustentável e a gestão dos recursos da terra e da água para irrigação. Vários estudos aprofundados foram realizados recentemente para investigar potenciais estratégias de manejo do uso da terra no Brasil. Alkimim et al. (2015) concluem que é possível expandir substancialmente a produção de cana-de-açúcar no Brasil, sem causar danos ambientais, conversando pastagens em áreas com potencial agrícola em terras de cultivo. Eles estimam que uma área de 50 milhões de hectares (Mha) seria adequada para a produção de cana. Em outro estudo abrangente, Strassburg et al. (2014) avaliam que a produtividade atual de pastagens cultivadas no Brasil está entre 1/3 do seu potencial, e que o aumento da produtividade para 1/2 do potencial seria suficiente para atender às demandas de carne, culturas, produtos de madeira e biocombustíveis até pelo menos 2040, evitando assim, a conversão adicional de ecossistemas naturais. Sparovek et al. (2015), através da análise de cenários completos com um modelo de uso da terra espacialmente explícito para a produção agrícola e conservação da natureza no Brasil, descobriu que o aumento substancial na produção agrícola, utilizando uma área 1,5-2,7 vezes a área cultivada atual (dependendo do cenário), é viável, com grande parte da nova área a ser plantada sendo localizada em terras atualmente com pastagem.

O uso e manejo da terra afetam os recursos hídricos, de modo que todas as estratégias e tomada de decisão, no que diz respeito à terra, são também estratégias e decisões com respeito à água. Isso vale tanto para a água de chuva armazenada na matriz do solo (denominada água verde ou green water) como para a água em córregos, lagos e aquíferos (água azul ou blue water). Embora o Brasil possa ser considerado abundante em recursos hídricos, estratégias eficientes e sustentáveis de equidade devem ser desenvolvidas para conservar esse recurso vital. Para esse fim, Getirana (2016) aponta que algumas políticas de desenvolvimento de energia e de gestão da água ineficazes têm ampliado os impactos de recentes secas severas, resultando em perdas agrícolas maciças, restrições de abastecimento de água e racionamento de energia.

Segundo recente estudo elaborado pelo Governo Brasileiro, após excluídas as áreas de preservações públicas e privadas, há potencial para expandir as terras irrigadas no Brasil em até 61 Mha –10 vezes a área atual de cerca de 6 Mha. Neste estudo, a demanda hídrica para irrigação plena das principais culturas foi espacialmente determinada de acordo com a disponibilidade de água e esta, por sua vez, considerada como sendo a vazão superficial mínima associada à permanência de 90



% no tempo (Q90). No processamento foram considerados pegadas hídricas azul e verde (blue water footprint, e green water footprint, HOEKSTRA et al., 2011) para culturas agrícolas, com cálculos executados no *software* SPARE:WATER (MULTSCH et al., 2013). Dados de entrada exigidos (clima, solo, cultura e escoamento superficial) foram detalhados na escala mensal e no nível territorial municipal para o ano de 2012. As culturas consideradas foram algodão, arroz, cana-de-açúcar, feijão Vigna e Phaseolus, mandioca, milho, soja e trigo que juntas correspondem a 96 % da área colhida total e 98 % da produção agrícola. Posteriormente, as cinco Grandes Regiões do Brasil foram consideradas para explicar as diferentes regiões climáticas e os diferentes calendários de culturas no país.

A pegada hídrica de uma cultura (water footprint) é determinada dividindo-se a água consumida na sua produção pelo rendimento real dessa cultura, sendo calculado em unidades de volume de água por unidade de produção. Por sua vez, a pegada hídrica de uma região é calculada a partir da produção agrícola e do consumo de água nessa área durante certo período de tempo, neste caso o ano de 2012. Para fornecer uma estimativa das necessidades de água para a irrigação plena dos cultivos agrícolas em larga escala, determinamos a demanda de água para a irrigação plena das áreas de sequeiro e também os requisitos das áreas irrigadas. Para este efeito, as simulações foram realizadas duas vezes para todo o país, uma vez para condições puramente de sequeiro e outra para condições puramente irrigadas. O potencial da exigência de água de irrigação é calculado multiplicando-se a área de sequeiro e a pegada hídrica azul da área.

O consumo total de água (verde e azul) das nove culturas consideradas foi calculado em 285,3 km<sup>3</sup> no ano de 2012, sendo que a pegada hídrica verde representou 94,6 % desse total. A demanda potencial de água para a irrigação plena foi estimada em 86,8 km<sup>3</sup> e as tres culturas com maior demanda hídrica azul foram: cana (55,3 %), soja (15,3 %) e milho (14,9 %). A região Sudeste, onde a produção de cana é predominante, teve a maior participação (36,4 %), seguido pelo Nordeste (24,8 %), Sul (22,9 %), Centro-Oeste (14,2 %) e Norte (1,6 %). O déficit hídrico azul para satisfazer a necessidade de água para irrigação plena é determinado como a diferença da demanda potencial de água para irrigação plena e a água disponível, aqui tomada como Q90. Esta é uma estimativa conservadora, já que o Q90 é uma medida de baixo fluxo. O déficit total foi estimado em 7,1 km<sup>3</sup>, com destaque para região Nordeste com 5,0 km<sup>3</sup>, seguida pelo Sudeste (1,1 km<sup>3</sup>), Sul (0,9 km<sup>3</sup>), Centro-Oeste (0,01 km<sup>3</sup>); na região Norte não houve déficit.

Os resultados indicam que para atingir a irrigação plena há um déficit espacialmente diferenciado entre as regiões. No entanto, os seguintes fatos devem ser considerados: (i) utilização de uma estimativa conservadora para os recursos hídricos disponíveis de superfície sem inclusão de recursos hídricos subterrâneos; (ii) tecnologias de irrigação com diferentes eficiências não foram avaliadas; (iii) passos futuros devem melhorar a diferenciação espacial para avaliar tanto a necessidade quanto a viabilidade de irrigação; (iv) estimativas não consideram limitações na disponibilidade de água por outros usos incluindo vazões ecológicas.

Dado o potencial de irrigação estimado para as diversas regiões do Brasil (Norte: 13,3 Mha, Nordeste 1,0 Mha, Sudeste 4,2 Mha, o Sul 3,7 Mha e Centro-Oeste 7,2 Mha) e reconhecendo que uma grande parcela desse potencial ainda não foi utilizado, estratégias combinadas de gestão da água e da terra devem ser futuramente avaliadas, a fim de identificar meios adequados para atingir uma produtividade maior e mais segura, e com a garantia de que os recursos hídricos não sejam esgotados.



## Referências

ALKIMIM, A.; SPAROVEK, G.; CLARKE K.C. Converting Brazil's pastures to cropland: an alternative way to meet sugarcane demand and to spare forestlands. **Appl. Geogr.** v.62, p.75-84. 2015.

GETIRANA, A. Extreme water deficit in Brazil detected from space, **J. Hydrometeorol.** v.17, p.591-599. 2016.

HOEKSTRA, A.Y.; CHAPAGAIN, A.K.; ALDAYA, M.M.; MEKONNEN, M.M. **Manual de avaliação da pegada hídrica: Estabelecendo o padrão global**, The Nature Conservancy, WWF, USP, Water Footprint Network. 2011.

MULTSCH, S.; AL-RUMAIKHANI, Y.A.; FREDE, H.-G., BREUER, L. A site-specific agricultural water requirement and footprint estimator (SPARE: WATER 1.0). **Geosci. Model Dev.** v.6, p.1043-1059. 2013.

SPAROVEK, G.; BARRETTO, A.G. de O.P.; MATSUMOTO, M.; BERNDDES, G. Effects of governance on availability of land for agriculture and conservation in Brazil. **Environ. Sci. Technol.** v.49, p.10285-10293. 2015.

STRASSBURG, B.B.N.; LATAWIEC, A.E.; BARIONI, L.G.; NOBRE, C.A.; da SILVA V.P.; VALENTIM, J.F.; VIANNA, M.; ASSAD, E.D. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil, **Global Environ. Chang.** v.28, p.84-97. 2014.

## ANÁLISE DE ÍNDICES DE QUALIDADE DO SOLO ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES DE FLUXO DE ÁGUA E PRODUTIVIDADE

Andre Herman Freire Bezerra<sup>1</sup>, Fábio Vale Scarpore<sup>1</sup>, Quirijn de Jong van Lier<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo, Pesquisador, Piracicaba - SP, *andre.herman@yahoo.com*; <sup>2</sup>Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar; preparo de solo; SWAP.

Um desafio encontrado no cultivo da cana-de-açúcar refere-se ao seu sistema de implantação. Devido ao seu caráter semiperene, há a necessidade da eficiência operacional no sistema de preparo do solo para a formação de um ambiente favorável ao desenvolvimento do sistema radicular e manutenção da produtividade ao longo do seu ciclo. As modificações antrópicas no solo podem tanto provocar melhorias nas propriedades do solo como acelerar sua degradação, dependendo da espécie vegetal cultivada, do sistema de manejo usado e do tempo de exploração agrícola (MEDEIROS et al., 2013). Assim, a avaliação das alterações ocorridas em propriedades dos solos em função do manejo assume grande importância, uma vez que o entendimento das modificações ocorridas nas propriedades físicas pode fornecer elementos para a produção sustentável (PORTUGAL et al., 2010).

Métodos de determinação da qualidade física do solo (QFS) vêm sendo utilizados com frequência para se determinar a eficiência do preparo do solo no desenvolvimento e produtividade da cultura. Alguns desses métodos buscam encontrar uma propriedade do solo que estebaleça um único índice estático de qualidade. Em um sistema complexo como o solo, reunir toda a dinâmica de seus fenômenos em um único índice é simplório. Armino (2013) propôs cinco índices que, em conjunto, permitem avaliar a QFS sob o efeito de diferentes manejos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar os índices de QFS utilizando a simulação de um experimento real de cana-de-açúcar, em três cenários respectivos a diferentes preparos de solo, na interpretação dos resultados desses índices.

O experimento com cana-de-açúcar foi instalado em um Latosso de textura argilo-arenosa. Os tratamentos avaliados consistem de dois sistemas de preparo de solo: Preparo Convencional (PC) e Preparo profundo canteirizado (PPC) sob sequeiro. No PC foram realizadas gradagem e aração a 20 cm de profundidade. No PPC foi realizado subsolagem a 80 cm de profundidade e enxada rotativa a 40 cm de profundidade.

Visando detectar possíveis efeitos do preparo de solo em suas características físicas, amostragens indeformadas em três profundidades (20, 40 e 100 cm) foram realizadas antes e após os preparos. Assim, nove curvas de retenção de água no solo (CRAS) foram ajustadas aos pares de valores  $\theta$ -h obtidos.

O modelo agro-hidrológico SWAP (VAN DAM et al., 2008) foi utilizado nas simulações, com discretização do espaço (profundidade) e tempo de 1 cm e 1 dia, respectivamente, e umidade inicial próxima à saturação ( $h = -50$  cm). Um ciclo de cana-de-açúcar foi simulado em três cenários que diferiram apenas nos parâmetros da CRAS  $\theta_r$ ,  $\theta_s$ ,  $\alpha$ ,  $n$  e na condutividade hidráulica saturada, sendo eles: solo antes do preparo (A1) e após o preparo convencional (A2C) e profundo (A2P). O arquivo da cultura da cana-de-açúcar parametrizado por Scarpore (2011) foi utilizado nesse estudo. Os dados climáticos foram obtidos da estação da APTA localizada a 500 m do experimento. As variáveis de saída do modelo analisadas foram densidade de fluxo de água  $q$ , condutividade hidráulica  $K(\theta)$ , extração de

água pelas raízes  $S$ , umidade do solo  $\theta$  em função da profundidade do solo e do tempo, e produtividade  $Y$ , transpiração  $T_a$  e evaporação  $E_a$  em função do tempo. Os índices  $A_r$ ,  $W_{Rr}$  e  $A_{Wr}$  (potencial relativo de aeração do solo, de retenção de água no solo e de ar em relação a água, respectivamente) para avaliar a QFS foram calculados conforme Armindo (2013) e sua interpretação confrontada com os resultados do modelo.

Os resultados da determinação dos índices mostraram aumento significativo em  $A_r$ , nas profundidades de 20 e 40 cm, após ambos os preparos, indicando uma melhor oportunidade de trocas gasosas no solo e facilidade de drenagem em A2C e A2P. Os valores de  $q$  simulados mostraram o mesmo comportamento, sendo maiores nas duas primeiras camadas e menores na última. Como  $q$  é diretamente afetado por  $K(\theta)$  em sua equação de fluxo, o aumento em  $q$  em A2C e A2P é reflexo da melhora significativa de  $K(\theta)$  na camada de 0-40 cm. Assim, A1 possui pior aeração e drenagem em comparação aos demais na camada de 0-40 cm.

O índice  $A_{Wr}$  foi significativamente maior em A2C e A2P, respectivamente, em todas as profundidades do que em A1, indicando grande aumento não somente da macroporosidade do solo, mas também mostrando que o aumento da fração ar do solo foi superior ao aumento da capacidade de retenção de água.

O índice  $W_{Rr}$  em A1 apresentou maiores valores em 20 e 40 cm, sendo menor apenas em 100 cm quando comparado com A2C e A2P, que não apresentaram diferenças significativas entre eles. Com maior retenção de água na camada de 0-40 cm, o cenário A1 apresentou maiores valores de  $S$  nessa camada. Observando o perfil de umidade do solo em função do tempo, percebe-se que  $\theta$  diminui mais rapidamente devido à maior extração. Maiores valores de  $S$  levam a uma menor evaporação devido aos menores conteúdos de água na superfície do solo. Como resultado, a transpiração da cana-de-açúcar nesse cenário (A1) foi mais próxima da potencial durante toda a simulação, refletindo também em maior produtividade.

A respeito da QFS, uma boa relação entre aeração e retenção de água deve existir de modo que a água no solo fique retida em quantidade suficiente para suprir a necessidade da planta, e acima do potencial limitante de estresse hídrico para manter sua transpiração em taxas potenciais. Obviamente essa relação varia entre culturas e condições climáticas e um valor fixo para essa relação dificilmente será encontrado. Para efeitos práticos, um valor médio para cada cultura e condições climáticas pode ser encontrado, servindo apenas como uma referência e não como indicador final de QFS na produção agrícola.

Portanto, apesar de os índices de QFS propostos por Armindo (2013) poderem representar satisfatoriamente a QFS, uma análise utilizando simulações, como a proposta nesse artigo, devem ser realizadas conjuntamente. Os bons resultados obtidos pelos índices podem ser devido à forma que eles são calculados. A determinação de  $\theta_{cc}$  através de um processo iterativo da razão entre  $q$  e  $K(\theta)$  é fator importante. Porém, como nenhum dos índices levam em consideração as exigências hídricas das culturas, o significado isolado deles podem funcionar, no máximo, como um indicativo da QFS. O índice  $A_{Wr}$ , por exemplo, apresentou relação inversa à extração de água na cana-de-açúcar sob as condições simuladas, fato que não seria observável sem um experimento de simulação. Obviamente, mais estudos como esse devem ser realizados, com ciclos prolongados de culturas perenes e anuais sob diferentes condições climáticas e diferentes tipos de solo.

Agradecimentos: Esse estudo foi realizado no contexto dos projetos: CNPq 407258/2013-2; CNPq 404245/2013-7 e FAPESP 2016/09133-1.

## Referências

ARMINDO, R. Novos índices baseados no modelo de van Genuchten como indicadores da qualidade física do solo. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 2013, Florianópolis: Epagri e SBCS, v. 3, 2013.

MEDEIROS, J.C. FIGUEIREDO, G.C.; MAFRA, A.L.; ROSA, J.D.; YOON, S.W. DEEP subsoiling of a subsurface-compacted typical hapludult under citrus orchard. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 911-919, 2013.

PORTUGAL, A.F. COSTA, O.D.V.; COSTA, L.M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 575-585, 2010.

SCARPARE, F.V. **Simulação do crescimento da cana-de-açúcar pelo modelo agrohidrológico SWAP/ WOFOST**. 2011. 163 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

VAN DAM, J.C. GROENENDIJK, P.; HENDRIKS, R.F.A.; KROES, J.G. Advances of modeling water flow in variably saturated soils with SWAP. **Vadose Zone Journal**, v. 7, n. 2, p. 640-653, 2008.

## TRÁFEGO DE MÁQUINAS X TEOR DE ÁGUA DO SOLO: USO DE PLANTAS DESCOMPACTADORAS

Artur Zancan, Marcos Longaretti, David Peres da Rosa, Junior Verardi, Eliakin Frederico Rafain

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão, graduando,  
Sertão - RS, [zancan.artur@gmail.com](mailto:zancan.artur@gmail.com).

**Palavras-chave:** compactação; resistência à penetração; plantio direto.

Com a evolução da agricultura, várias mudanças ocorreram no manejo do solo, das quais se destaca substituição do sistema convencional para o sistema de plantio direto (SPD), onde se fortaleceram as práticas conservacionistas do solo, como a redução do revolvimento do solo, diminuição da erosão, aumento na retenção e da disponibilidade de água às plantas, tornando esse sistema vantajoso (DALMAGO et al., 2009).

Porém, em contrapartida o plantio direto gerou alguns pontos negativos, em especial o aumento na compactação do solo. O processo de compactação do solo tem sua origem no tráfego intenso de máquinas e implementos agrícolas, que ocasionam principalmente um aumento na resistência mecânica a penetração, além da alteração de outras características físicas do solo (STRECK et al., 2004), que somado ao uso do solo em condições de elevado teor de umidade se tornam mais severas, como descrito por Lopes et al. (2011) a umidade do solo influencia em alterações na resistência do solo a penetração provocadas pelo tráfego, sendo que as maiores alterações nas propriedades físicas ocorreram com o aumento da umidade do solo.

Além de métodos mecânicos como a escarificação, o uso de plantas descompactadoras são métodos viáveis para reduzir a compactação do solo, que como demonstrado por Nicolosso et al. (2008) o uso de plantas descompactadoras promovem uma diminuição na resistência do solo à penetração, o que comprova a influência da escarificação biológica na melhoria dos aspectos físicos do solo.

Tendo a compactação como um problema físico do solo, que interfere no desenvolvimento das culturas, principalmente no sistema radicular, restringindo o seu crescimento em profundidades maiores, acarretando reduções nas produtividades. O objetivo deste trabalho foi verificar a interferência de plantas descompactadoras em solo com diferentes intensidades de tráfego combinado a diferentes teores da água.

O experimento foi instalado na área experimental do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão, sobre um solo classificado como NITOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2006). No primeiro semestre do ano de 2015 o solo passou por uma subsolagem e gradagem para homogeneizar as camadas em relação as estruturas física e química, após foi semeado a cultura da soja, e, posteriormente semeado as plantas de descompactadoras.

O experimento possui parcelas de 8,0 x 21,0 m, sendo que entre as parcelas e entre blocos é de 1,0 m, o delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (4 blocos) com parcelas subdivididas em um esquema tri-fatorial em que o fator 1 é teor de água do solo no momento do tráfego, e fator 2 nível de tráfego e fator 3 tipo de planta de descompactadora. Quanto ao teor de água do solo no momento do tráfego foi muito úmido e capacidade de campo (testemunha), quanto nível de tráfego, o solo foi totalmente trafegado em 3 diferentes intensidades, 2 (NT2), 4 (NT4) e 8 passadas (NT8), para tal foi utilizado um trator mais pulverizador (5,6 Mg). As plantas descompactadoras em análise foram nabo

forrageiro (*Raphanus sativus*) consorciado com Ervilhaca (*Vicia sativa* L.) contra aveia preta (*Avena strigosa*).

Para avaliar e quantificar a influência dos diferentes fatores nas características físicas do solo foi mensurado a resistência mecânica a penetração do solo (RP) em transecto, para montar mapas de isolinhas da RP. Esta foi realizada cerca de 60 dias após o semeadura das cultura de inverno com solo apresentando capacidade de campo, para medir a RP foi utilizado o penetrômetro digital com armazenamento automático marca Falker®. Junto com essa coleta foram amostradas solo de cada parcela para verificar a umidade do solo. O mapa de isolinhas foi confeccionado no *software* Surfer 10, para tal foi realizado a krigagem dos dados e após a confecção dos mapas. Os dados das RPs foram divididos em camadas (0-5, 5-10, 10-15 e 15-20) para depois serem submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5 %.

Observa-se que os teores de água no solo resultaram em significativas alterações na RP do solo, diferenciando os níveis de compactação do tratamento em que o solo apresentava capacidade de campo (CC) do solo muito úmido (MU), em que a RP foi maior na camada de 0-20 cm no MU, o que evidencia a influência do teor de água no solo no aumento da compactação quando aplicado um tráfego de máquinas agrícolas. Tal constatação está em consonância com Sampietro et al. (2015), em que afirma que em situação de menor teor de água do solo, os efeitos do tráfego das máquinas são menores dos em condição de maior teor de água, evitando assim compactação do solo e perdas na produtividade.

No fator nível de tráfego, também ocorreu alteração na RP na camada de 0-15 cm, em que NT2 e NT4 apresentaram valores menores que os do NT8, porém na camada de 15-20 cm os valores de NT2 e NT4 continuaram menores, mas o NT4 não se diferenciou do NT8. Concordando com Streck et al. (2004) no qual afirma que a aplicação de tráfego de máquinas agrícolas aumenta a resistência mecânica a penetração do solo, além de interferir em outros aspectos físicos do solo.

Em relação ao tratamento com diferentes plantas descompactadoras, não houve diferença significativa, certamente pelo fato de que as plantas não completaram seu ciclo e com isso não demonstraram nenhuma resposta significativa quanto a descompactação do solo.

Ao confrontar os mapas de isolinhas dos diferentes tratamentos fica visível a existência de camadas compactadas, as quais se diferem entre tratamentos pela profundidade e intensidade. Em relação ao fator umidade do solo, os mapas tornam perceptível a diferença das RPs entre os tratamentos CC e MU, demonstrando os maiores índices de compactação no MU, além de que o CC apresenta uma camada superficial menos compactada maior que no MU quando comparada em mesmo nível de tráfego.

Se comparado os mapas dos níveis de tráfego a diferença entre eles é muito visível, em que os valores de RP aumentam conforme é aumentado os níveis de tráfego, tendo o NT8 com os maiores valores, confirmando a interferência do tráfego no aumento da compactação. Quanto as plantas descompactadoras não é possível verificar diferenças entre os mapas, o que concorda com a análise relatada anteriormente.

A resistência do solo a penetração foi influenciada tanto pelo teor de água no solo quanto pelo tráfego de máquinas, sendo que os maiores índices foram obtidos no com intensidade de 8 passadas de um conjunto trator mais pulverizador (5,6 Mg). O uso das plantas descompactadoras aveia ou do consorcio de nabo com ervilhaca não alterou as RPs.

## Referências

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, EMBRAPA, 2006.412p.

DALMAGO, G.A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I.; KRÜGER, C.A.M.B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.855-864, 2009.

NICOLOSO, R. da S.; AMADO, T.J.C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M.E.; GIRARDELLO, V.C.; BRAGAGNOLO, J.; Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1723-1734, 2008.

SAMPIETRO, J. A.; LOPES, E. S.; REICHERT, J. M. Compactação causada pelo tráfego de *Feller Buncher* e *Skidder* em um Neossolo Regolítico sob distintas umidades. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 239-248, jan.-mar., 2015.

STRECK, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ci. Rural**, v.34, p.755-760, 2004.

LOPES, E.S.; SAMPIETRO J.A.; LOMBARDI K.C.; DIAS A.N. Avaliação da umidade na compactação do solo submetido ao tráfego de máquinas de colheita florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, Edição Especial, p.659-667, 2011.



## ESTOQUES DE CARBONO ORGÂNICO E NITROGÊNIO TOTAL EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO

Gleison Oliosí, Iago Meireles Tigre, Camilo Menegardo, Gustavo Pereira Valani, Fábio Luiz Partelli

Universidade Federal do Espírito Santo, Campus São Mateus, Mestrando em Agricultura Tropical, São Mateus - ES, [gleison.oliosi@hotmail.com](mailto:gleison.oliosi@hotmail.com).

**Palavras-chave:** sustentabilidade; *Coffea canephora*; *Hevea brasiliensis*.

Nos últimos anos, a preocupação com a qualidade do solo tem crescido, na medida em que seu uso e mobilização intensiva podem resultar na diminuição de sua capacidade em manter uma produção biológica sustentável (CARVALHO et al., 2004). Desse modo, diversos trabalhos vêm sendo realizados buscando avaliar a qualidade do solo sob diferentes sistemas de manejo.

Sistemas agroflorestais, além da diversificação da renda do produtor rural promovem um aumento da qualidade do solo por meio do aporte de matéria orgânica no sistema, refletindo na melhoria das condições químicas, físicas e microbiológicas do solo. O sistema se assemelha a vegetação natural, propiciando aumento da diversidade de plantas e animais na área, além de promover maior conforto térmico aos agentes integrantes do sistema. Aliado a isso, estes sistemas também apresentam potencial de mitigação de emissões de gases de efeito estufa, em função da fixação de carbono atmosférico no solo, de modo que os produtores rurais poderão receber pelos serviços ambientais prestados, além da possibilidade de certificação da produção como sustentável, possibilitando a agregação de valor à produção agrícola e abertura de novos mercados.

Estudando as frações da matéria orgânica do solo no Cerrado sob sistema agroflorestal no Nordeste do Brasil, Leite et al. (2014) propõem que os sistemas agroflorestais aumentam a qualidade do solo por meio da conservação da matéria orgânica e podem ser considerados como excelente estratégia para a garantia da sustentabilidade em solo tropical do Nordeste brasileiro. A estrutura e a composição dos sistemas agroflorestais proporcionam maior distribuição dos nutrientes do solo ao longo do perfil devido à estratificação das espécies e enraizamentos diferenciados (IWATA et al., 2012), além de constituir uma prática sustentável, podendo manter potencialmente os estoques de carbono orgânico do solo e nitrogênio total a níveis consideráveis em relação a monocultivos (LU et al., 2015). Desse modo, objetivou-se avaliar os teores de carbono orgânico e nitrogênio total em função de diferentes tipos de manejo do solo, em Jaguaré - ES.

O experimento foi realizado no município de Jaguaré-ES, em relevo plano e solo caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, onde foram avaliados quatro sistemas de manejo do solo, sendo, 01- seringueira em monocultivo, 02- seringueira consorciada com café Conilon, 03- café Conilon em monocultivo, e, 04- fragmento de mata atlântica. A área de seringueira em monocultivo encontra-se em plena produção com 34 anos de idade e encontra-se no espaçamento de 7,8 x 2,3 m. A seringueira consorciada com café Conilon foi plantada no final de 2007 no espaçamento de 7,8 x 2,3 m, e o café Conilon (em consórcio e em monocultivo) foi plantado em 2006 no espaçamento de 2,6 x 1,3 m.

Foram realizadas coletas de amostras de solo para a realização das análises de carbono orgânico (CO) e nitrogênio total (NT) no solo na camada 0-10 e 10-20 cm de profundidade, no inverno de 2015, sendo estas análises realizadas em laboratório credenciado. Os dados foram submetidos a análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Avaliando os teores de carbono orgânico no solo sob fragmento de mata, observa-se valores superiores na profundidade de 0-10 cm em relação à profundidade de 10-20 cm. Essa estratificação tem sido comum em áreas não revolvidas frequentemente, assim como observado por Nunes et al. (2011), e ocorre em função da deposição superficial de resíduos vegetais, e também pelo maior desenvolvimento radicular em camadas superficiais, possibilitando o incremento de matéria orgânica em superfície.

Na profundidade de 0-10 cm observou-se valores superiores de CO na área de mata nativa quando comparado as demais áreas avaliadas. Resultados na literatura evidenciam que a conversão de ecossistemas naturais em sistemas de uso e manejo do solo, reduz significativamente os estoques de carbono orgânico total, principalmente nas camadas superficiais. Esses resultados podem ser atribuídos ao favorecimento à oxidação da matéria orgânica devido à intensificação da atividade biológica provocada pelo revolvimento do solo, pela correção da acidez e pela adubação, proporcionando um ambiente mais favorável à ação dos microrganismos (PAUSTIAN et al., 1997).

A quantidade de nitrogênio total do solo não foi alterada em função dos diferentes tipos de manejo, assim como o carbono orgânico na profundidade de 10-20 cm, indicando estabilização ou perdas muito pequenas de carbono do solo em relação ao sistema de referência. Uma das possíveis causas para essa manutenção dos teores de CO e NT pode ser em função das áreas agrícolas avaliadas serem cultivos perenes, de modo que desde o plantio das mesmas o solo não tem sido revolvido, além de uma quantidade significativa de restos culturais (folhas e galhos) que vem sendo depositada na superfície, contribuindo para o incremento de matéria orgânica e consequente aumento nos estoques de carbono orgânico e nitrogênio total no solo.

A adoção de sistemas de manejo com café e seringueira em consórcio ou em monocultivo, nas condições estudadas, apresentaram pouca alteração nos estoques de carbono orgânico e nitrogênio total em relação ao fragmento de Mata Atlântica, mostrando-se como alternativas viáveis para garantir a sustentabilidade da produção agrícola.

## Referências

- CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1153-1155, 2004.
- IWATA, B. F.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; GEHRING, C.; CAMPOS, L. P. Sistemas agroflorestrais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 730-738, 2012.
- LEITE, L. F. C.; IWATA, B. F.; ARAÚJO, A. S. F. Soil organic matter pools in a tropical savanna under agroforestry system in northeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 711-723, 2014.
- LU, S.; MENG, P.; ZHANG, J.; YIN, C.; SUN, S. Changes in soil organic carbon and total nitrogen in croplands converted to walnut-based agroforestry systems and orchards in southeastern Loess Plateau of China. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 1, p. 187-688, 2015.
- NUNES, R. S.; LOPES, A. A. C.; MARTINHÃO, D. SOUSA, G.; MENDES, I. C. Sistemas de manejo e os estoques de carbono e nitrogênio em latossolo de Cerrado com a sucessão soja-milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1407-1419, 2011.
- PAUSTIAN, K.; ANDRÉN, O.; JANZEN, H. H.; LAL, R.; SMITH, P.; TIAN, G.; TIESSEN, H.; VAN NOORDWIJK, M.; WOOMER, P. Agricultural soils as a sink to mitigate CO<sub>2</sub> emissions. **Soil use Management**, Wallingford, v. 13, p. 230-244, 1997.

## ATRIBUTOS FÍSICOS DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA SOB USO DE CACAU, CAFÉ E PASTAGEM NO SUL DO AMAZONAS

Wildson Benedito Mendes Brito<sup>1</sup>, Milton César Costa Campos<sup>1</sup>, Bruno Campos Mantovanelli<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas, Graduando de Agronomia, Humaitá - AM, [wild.brito@gmail.com](mailto:wild.brito@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco.

**Palavras-chave:** Amazônia; solos antrópicos; tpas.

As Terras Pretas Arqueológicas (TPAs) compreendem solos de coloração escura e fragmentos de cerâmica e/ou líticos incorporados aos seus horizontes superficiais (KAMPF; KERN, 2005). Quanto à distribuição geográfica, German (2003) menciona que estes solos distribuem-se na forma de manchas descontínuas por toda a Amazônia, estando normalmente associados aos cursos de água e a ambientes bem drenados ou em locais com posição topográfica que permitia boa visualização do terreno.

A característica marcante nas TPAs é sua elevada fertilidade natural, com elevados teores de C orgânico, P, Ca, Mg, Zn e Mn que deve-se ao fato destes solos possuírem material orgânico decomposto na forma de carvão residual e dejetos humanos incorporados na matriz do solo. Além disso, os atributos físicos apresentam potencial de desenvolvimento das culturas de subsistência da região. A associação dos elevados teores de matéria orgânica favorecem a uma melhor distribuição da porosidade, baixos índices de resistência a penetração e densidade do solo (PINHEIRO et al., 2016), além de favorecer a maior formação de agregados do solo.

O objetivo do presente estudo foi avaliar as condições físicas de solos de TPAs sob cultivo de cacau, café e pastagem na região Sul do Amazonas.

As áreas de estudo localizam-se ao Sul do Estado do Amazonas, respectivamente nos municípios de Apuí e Manicoré. Foi realizado o mapeamento das áreas de TPAs com uso atual de cacau, café e pastagem, e nestas foram estabelecidas uma malha de 80 m x 56 m com espaçamento regular de 8 m entre os pontos amostrais, os solos foram amostrados nos pontos de cruzamento da malha, perfazendo um total de 88 pontos amostrais. Em seguida foram coletadas amostras de solos nas profundidades 0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m, totalizando 352 amostras por sistema de uso

Em laboratório, foi realizada análise granulométrica de acordo com metodologia proposta pela Embrapa (2011). Para as determinações da macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo, foram coletadas amostras indeformadas em anéis volumétricos, com volume médio de 100 cm<sup>3</sup>. A porosidade total foi obtida a partir da relação entre a umidade de saturação e o respectivo volume de solo. Macroporosidade foi determinada após equilíbrio a 6 KPa do conjunto anel e solo em mesa de tensão. Microporosidade foi determinada a partir do peso equilibrado a 6 KPa e peso equilibrado a 105 °C. Densidade do solo foi determinada a partir da relação entre massa de solo seco e respectivo volume de solo conforme metodologia de Embrapa (2011).

A resistência do solo à penetração (RP) foi determinada em laboratório nas mesmas amostras coletadas com os cilindros volumétricos, mas utilizando um penetrômetro eletrônico modelo MA-933, marca Marconi, com receptor e interface acoplados a um computador, para registro das leituras por meio de um *software* próprio do equipamento.

A estabilidade de agregados foi determinada através de amostras com estrutura preservada na

forma de torrão. A separação das classes de tamanho dos agregados foram determinados segundo Kemper e Chepil (1965), com modificações, nas seguintes classes de diâmetro:  $> 2,0$  e  $< 2,0$  mm. Os resultados foram expressos em diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG).

Os dados obtidos foram submetidos à estatística descritiva, calculando-se a média, coeficiente de variação e normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. O coeficiente de variação (CV %) foi avaliado conforme classificação de Warrick e Nielsen (1980), que classifica variáveis do solo como:  $CV < 12$  %,  $12 < CV < 60$  %, e  $CV > 60$  % para baixa, média e alta variabilidade, respectivamente.

Os resultados obtidos apresentaram normalidade a partir do teste de Kolmogorov-Smirnov. Na análise granulométrica, observou-se nas áreas de cacau e café a dominância da fração silte com valores médios entre as camadas de 541 e 617 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, caracterizando a textura siltosa, exceto na área pastagem, que apresentou textura arenosa com valor de 712 g kg<sup>-1</sup> de areia. Estes altos valores de silte ocorrem provavelmente devido ao alto grau de intemperização e uso contínuo do solo, enquanto que os elevados teores de areia encontrados na pastagem refletem as condições obtidas por German (2003) que afirmam que os fragmentos que constituíram a formação destes solos favorecem solos de textura mais grosseira.

Os valores médios de RP entre as camadas variaram de 1,0, 1,2 e 1,2 Mpa para as áreas de cacau, café e pastagem, respectivamente, indicando ausência de restrição ao desenvolvimento radicular, caracterizando assim condição adequada a produção agrícola. A densidade do solo, os valores médios foram de 0,94, 1,19 e 1,25 Mg m<sup>-3</sup> para cacau, café e pastagem, respectivamente. Esses resultados enfatizam as melhores condições das TPAs sob uso agrícola, referente aos cultivos de cacau e café, e ostentam as melhores condições referentes aos baixos índices de compactação do solo, se comparados com os valores médios da área de pastagem, a qual sofre ação do pisoteio de animais.

Para os valores médios de macro, micro e porosidade total do solo, estes variaram de maneira proporcional aos valores de densidade do solo, os quais foram de 0,20; 0,17 e 0,19 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> para macroporosidade, 0,45; 0,30 e 0,23 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> para microporosidade, 0,66; 0,56; e 0,42 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> para porosidade total, respectivamente para as áreas de cacau, café e pastagem. Todos apresentaram redução de acordo com o aprofundamento do solo, uma vez que, com o aumento da densidade do solo ocorre a redução proporcional do espaço poroso, influenciado pelos altos valores de microporosidade.

Em relação aos valores médios entre as camadas de DMG, este apresentou o menor valor de 2,52 mm para área de café e o maior valor de 2,61 mm para área de pastagem. Já a variável DMP apresentou menor valor de 2,78 mm para área de cacau, e maior valor de 3,06 mm para área de pastagem. Isto se deve provavelmente por que o DMG apresenta uma estimativa da classe de agregados de maior ocorrência, enquanto que o DMP aumenta de acordo com o aumento da porcentagem de agregados grandes.

Através da classificação do CV %, os atributos apresentaram baixa variabilidade para silte, microporosidade e porosidade total nas áreas de cacau e café, e para areia, densidade, porosidade total e DMG na área de pastagem, e média variabilidade para argila, resistência à penetração, e macroporosidade nas três áreas estudadas.

A partir dos resultados médio obtidos percebe-se que as TPA's apresentam grande potencial do ponto de vista físico do solo, possibilitando assim um pleno desenvolvimento das culturas instaladas em seus diferentes estágios, contribuindo assim diretamente com a produção.

## Referências

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

GERMAN, L.A. Historical contingencies in the coevolution of environment and livelihood: contributions to the debate on Amazonian Black Earth. **Geoderma**, v.111, p.307–331, 2003.

KÄMPF, N.; KERN, D.C. O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. In: VIDALTORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A.P.; CARDOSO, E.j. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.277-320, 2005.

KEMPER, W. D. & CHEPIL, W. S. Aggregate stability and size distribution. In: BLACK, C. A. (Ed.) **Methods of soil analysis**. Madison: ASA, cap.39, p.499-510, 1965.

SILVA, D. M. P.; CAMPOS, M. C. C.; FRANCISCON, U.; ALHO, L. C.; SANTOS, L. A. C.; PAULA NETO, P.; BERGAMIN, A. C.; SOUZA, Z. M. Spatial Variability of Soil Properties in Archeological Dark Earth Sites under Cacao Cultivation. **Rev Bras Cienc Solo**. n.1, p.01-12, 2016

WARRICK, A.W. & NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D., ed. **Applications of soil physics**. New York, Academic Press, 1980.

## RELAÇÃO ENTRE A ERODIBILIDADE E ESTABILIDADE DE AGREGADOS NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ludmila de Freitas<sup>1</sup>, Ivanildo Amorim de Oliveira<sup>1</sup>, Marcílio Vieira Martins Filho<sup>2</sup>, José Carlos Casagrande<sup>3</sup>, Laércio Santos Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Professor, Breves - PA, [ludmila.freitas@ifpa.edu.br](mailto:ludmila.freitas@ifpa.edu.br); <sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista; <sup>3</sup>Universidade Federal de São Carlos.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar; matéria orgânica; argila.

A intensa retirada da cobertura vegetal, além de expor a superfície dos solos, provocou a diminuição da matéria orgânica, o empobrecimento de argila nos horizontes superficiais e alterações na estabilidade dos agregados. Tais processos levaram à degradação dos solos, ao aumento do escoamento superficial e da erosão.

O conceito de erosão está fundamentado no processo pelo qual partículas da camada superficial do solo são retiradas, seja pela ação da água ou do vento, transportadas e depositadas em outro lugar. O processo erosivo ocorre na superfície do solo e, por isto, as condições físicas de superfície desempenham um papel primordial na mesma, os atributos físicos mais influenciados referem-se principalmente à textura e também a estabilidade de agregados que resistem à desagregação e a estrutura do solo.

Neste sentido, muitos pesquisadores desenvolvem pesquisas para a estimativa da erosão. Os principais são: *Universal Soil Loss Equation* (USLE) e *Water Erosion Prediction Project* (WEPP). Existe um parâmetro utilizado em comum em ambos os modelos, o fator erodibilidade do solo. O conceito de erodibilidade pode ser definida como a capacidade do solo em sofrer erosão a partir das forças que causam destacamento e transporte de suas partículas (MORGAN, 1995). É o fator que tem despertado maior interesse na pesquisa de erosão do solo propriamente dita, por ser, obviamente, relacionado ao solo e, portanto, variar significativamente de solo para solo. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a relação da estabilidade de agregados com a erodibilidade do solo e outros atributos em solos com diferentes classes texturais e material de origem sob produção de cana-de-açúcar.

O estudo foi realizado em três áreas localizadas no estado de São Paulo. A área 1, está localizada, no Município de Araras - São Paulo, sendo que o solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO com material de origem de argilitos da Formação Irati ou Corumbataí. A segunda área está localizada em Santa Ernestina, com o solo classificado como LATOSSOLO AMARELO, e a terceira área, no município de Guariba, com LATOSSOLO VERMELHO. As áreas 2 e 3 possuem material de origem relacionado à transição Basalto do Grupo São Bento Formação Serra Geral.

Nestas áreas foram coletadas aleatoriamente 24 amostras de solos deformadas e indeformadas em cada área, nas profundidades de 0,0-0,20 m

A análise granulométrica das amostras coletadas foi realizada pelo método da pipeta. Em cada ponto amostral, recolheram-se amostras com estrutura preservada na camada de 0,00 0,20 m em forma de torrão para determinar a estabilidade dos agregados do solo.

Para o cálculo da erodibilidade global do solo da USLE (fator K,  $t\ ha\ h\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$ ) foi utilizada a equação proposta por Denardin, 1990.

Os dados foram comparados com os valores médios de cada área e fez-se análise multivariada



dos dados através da Análise de Componentes Principais (ACP) na tentativa de agrupá-los usando-se os atributos do solo avaliados. Todas as análises estatísticas foram processadas no *software* Statística versão 7.0.

Nos solos das áreas avaliadas, os teores médios de matéria orgânica na área 1 foi de 22,48 g dm<sup>-3</sup>, 21,79 e 21,17 g dm<sup>-3</sup>, nas áreas 2 e 3 respectivamente. Segundo alguns pesquisadores, a matéria orgânica modifica a estrutura do solo, propiciando melhores condições de arejamento e de retenção de água.

Os valores médios do teor de argila para a área 1 foi de 428,11 g kg<sup>-1</sup>, 217,21 g kg<sup>-1</sup> para a área 2 e de 280,02 g kg<sup>-1</sup>. Segundo Meyer e Harmon (1984), a argila age com agente cimentante, proporcionando uma maior estabilidade dos agregados e com isso, menor erodibilidade do solo.

Os valores médios de erodibilidade do solo (K) foram de: 0,00488, 0,01910 e 0,0177 t ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> ha nas áreas 1, 2 e 3 respectivamente. A área 1 apresentou os menores valores de K. Isso possivelmente ocorreu devido à presença de maiores teores de argila e matéria orgânica do solo que aumentam a agregação do solo.

Os valores de DMP 2,16, 1,96 e 1,85 mm nas áreas 1, 2 e 3 respectivamente; enquanto os valores de DMG foram de 1,02, 0,84, e 0,85 mm nas respectivas áreas. Nota-se que os valores de DMG e DMP foram maiores na área 1, com material de origem de basalto quando comparados com as demais áreas, de origem de arenitos. Alguns pesquisadores relatam que quanto maior a estabilidade dos agregados em água, maior a permeabilidade do solo e menor a desagregação e, portanto, menor o escoamento superficial e o arraste de partículas individualizadas pela água.

Ao avaliarmos as classes dos agregados, a área 1 possui a maior porcentagem em agregados maiores (maiores que 2,00 mm) visto que as partículas de argila agem como agente cimentante, proporcionando maior estabilidade dos agregados e com isso, menor erodibilidade do solo. As áreas 2 e 3 apresentam maiores porcentagens de agregados de classes menores (menores que 1,00 mm).

A área 2 e 3 apresentam maiores teores de areia, menos argila, material de origem de arenitos e menores teores de matéria orgânica. A baixa estabilidade indica fácil rompimento dos agregados.

Com os resultados da análise multivariada, pode-se comprovar a relação das áreas avaliadas com todas as variáveis. Quanto ao percentual de variância explicado pelas componentes principais (CPs) no método dos autovalores, verifica-se que o primeiro e o segundo componentes (CP1 e CP2) são responsáveis por 71,89 % da variância total, sendo 41,41 % na CP e, 23,48 % na CP2, sendo esses valores, atribuídos a variabilidade dos atributos.

As variáveis mais fortemente correlacionadas com a área 1 foram DMP, DMG, erodibilidade, matéria orgânica, argila e agregados maiores que 2,00 mm. Conforme mencionado, a área 1 é composta por material de origem de basalto, no qual são solos mais argilosos, maiores teores de matéria orgânica, e com isso, maior estabilidade dos agregados.

Nas áreas 2 e 3 (áreas semelhantes), as variáveis mais correlacionadas foram a classe de agregados de: 2,00-1,00 mm; menores que 1,00 mm e areia total. Nessas formações, ocorre a presença de arenito, que são mais suscetíveis aos processos erosivos, que demonstra a influência da areia na perda da estrutura dos agregados, de acordo com Meyer e Harmon (1984).

Pode-se concluir que os maiores teores de erodibilidade dos solos estão associados ao material de origem, textura, estabilidade de agregados e matéria orgânica do solo. Os solos derivados de arenitos possuem menores teores de argila, estabilidade de agregados, matéria orgânica, com maiores valores



de erodibilidade do solo (áreas 2 e 3), enquanto em solos de basalto (área 1), os resultados foram inversos. Dessa forma, se mostra necessário o conhecimento das características do solo, a fim de selecionar adequadamente as áreas a serem exploradas. Além disso, é necessário determinar o tipo e o grau com que as práticas de preservação devem ser utilizadas para amenizar a degradação pela erosão do solo, considerando potenciais naturais para sua conservação.

## Referências

DENARDIN, J. E. Erodibilidade do solo estimado por meio de parâmetros físicos e químicos. 1990. 114 f. **Tese** – ESALQ, Piracicaba, SP, 1990.

MEYER, L. D.; HARMON, W. C. Susceptibility of agricultural soils to interrill erosion. **Soil Sci. Soc. Am. J.** n.5, p.1152- 1157, 1984.

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and Conservation**. 2. ed. [S.l.]: Longman Group Limited, 1995.

NUNES, M. C. M.; CASSOL, E. A. Estimativa da erodibilidade em entressulcos de Latossolos do Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Ci. Solo**. n.spe, p. 2839- 2845, 2008.

## RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO E CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO NA CAMA DE SEMEADURA DO MILHO SOB PLANTIO DIRETO

Osvaldo Guedes Filho<sup>1</sup>, Alvaro Pires da Silva<sup>2</sup>, Neyde Fabíola Balarezo Giarola<sup>3</sup>, Cássio Antonio Tormena<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Professor, Jandaia do Sul - PR, [osvaldoguedes@ufpr.br](mailto:osvaldoguedes@ufpr.br);

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa; <sup>4</sup>Universidade Estadual de Maringá.

**Palavras-chave:** escarificação mecânica; escarificação biológica; índice de velocidade de emergência.

A cama de semeadura é geralmente considerada como a camada de solo a qual tem sido preparada para uma condição tal, que promova a germinação de sementes e a emergência das plântulas. Para Hakansson et al. (2002) a cama de semeadura é definida como uma camada superficial solta e rasa originada diretamente das operações de preparo do solo e da abertura do sulco para a semeadura das culturas.

No entanto, pouco se conhece sobre as mudanças que ocorrem na condição física do solo na cama de semeadura em sistemas de manejo conservacionistas, como o sistema plantio direto (SPD), já que nesse sistema a cama de semeadura é resultante apenas pela abertura do sulco pela operação de semeadura que consiste em cortar o solo para deposição da semente e do adubo, em face da ausência de revolvimento integral do solo.

Alguns autores relatam que em plantio direto contínuo a compactação natural ocorrida na camada superficial devido à ausência de preparo pode afetar a emergência e produtividade das culturas (ATKINSON et al., 2009). Uma das formas mais utilizadas na agricultura para aliviar a compactação superficial em solos cultivados é a escarificação mecânica. O principal objetivo desta prática é romper a camada compactada de forma a aumentar a porosidade, diminuir a densidade, elevar a infiltração e retenção de água no solo, e facilitar a penetração de raízes.

Os estudos de métodos sem mobilização do solo para aliviar a compactação são escassos. Angers and Caron (1998) relatam que, com o cultivo de plantas de sistema radicular agressivo, ocorre a compressão lateral do solo pela raiz e pela ação de microrganismos que atuam na decomposição da mucilagem produzida pela raiz. As espécies de plantas com esse potencial de penetrar em solos com alta resistência, promove o alargamento dos poros existentes e a criação de novos poros, chamados de bioporos, os quais são mais estáveis que aqueles formados pelo preparo do solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência à penetração e o conteúdo de água no solo da cama de semeadura da cultura do milho (*Zea mays* L.) sob sistema plantio direto submetido à escarificação mecânica e biológica por meio do cultivo do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.).

O estudo foi conduzido em área localizada na Fazenda Experimental “Capão da Onça”, a qual pertence à Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), localizada no município de Ponta Grossa, Paraná. O solo da área é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, de classe textural argilo-arenosa com declividade entre 3 a 8 %, altitude de 1080 m e precipitação média anual de 1545 mm. A área vem sendo manejada sob sistema plantio direto há mais de 18 anos e submetida à rotação de culturas com milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* L.) na primavera/verão, e trigo (*Triticum aestivum* L.) e consórcio aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) + ervilhaca (*Vicia sativa* L.) no outono/inverno.

As avaliações de campo foram efetuadas em outubro de 2009 durante a fase de semeadura da cultura do milho. A resistência mecânica do solo à penetração foi determinada no campo durante a fase de cama de semeadura do milho através de um penetrômetro eletrônico e o respectivo conteúdo de água no solo pelo método gravimétrico.

Os parâmetros de emergência da cultura do milho foram obtidos pela contagem do número de plântulas emergidas por metro em cada um dos pontos selecionados para a coleta de amostras de solo indeformadas. A cultura do milho foi semeada na densidade de 5,6 sementes por metro. A partir dos dados de emergência (plantas  $m^{-1}$ ) foram calculadas a taxa de emergência (TE) e o índice de velocidade de emergência (IVE) proposto por Maguire (1962).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Os valores médios mostraram que a emergência do milho foi significativamente maior em PDNF somente para o sétimo e oitavo DAS. Para os demais dias avaliados não houve diferença significativa entre os tratamentos. Considerando-se o último dia avaliado, observou-se, porém, que o PDNF apresentou o número de plantas por metro numericamente maior que o PDE e PD. Os valores de taxa de emergência, os quais são calculados de acordo com o número final de plantas emergidas (aos 12 DAS), no entanto, mostraram que esta diferença numérica não apresentou efeito significativo.

Os valores médios do índice de velocidade de emergência (IVE), por sua vez, mostram que em PDNF o IVE foi estatisticamente maior do que o PDE e PD, indicando que o tratamento PDNF propiciou uma maior velocidade de emergência para a cultura do milho. O maior IVE encontrado para o PDNF pode ser atribuído à menor cobertura do solo propiciada por este tratamento, quando comparado ao PD e PDE. Enquanto as parcelas PDNF foram cultivadas somente com a cultura do nabo forrageiro, as parcelas PD e PDE foram cultivadas com o consórcio aveia preta + ervilhaca, o que promoveu uma maior cobertura do solo, conforme pôde ser constatado visualmente. Embora não tenha sido medida a temperatura do solo, acredita-se que a menor cobertura do solo em PDNF favoreceu maior aquecimento do solo, e consequentemente, germinação e emergência da cultura do milho, resultando em maior velocidade de emergência do que em PD e PDE (FABRIZZI et al 2005).

Os valores médios de conteúdo de água demonstraram que o solo apresentou alta umidade durante a fase de emergência do milho. Como resultado dos altos conteúdos de água obtido na área foi também encontrado baixos valores de RP ao longo dos dias avaliados. Outro fator que pode ter contribuído com esses baixos valores de RP pode ter sido a operação de semeadura da cultura.

O conteúdo de água e a RP foram significativamente maiores em PD que em PDNF para metade dos dias avaliados. O tratamento PDE apresentou comportamento intermediário entre PD e PDNF. Já o valor médio de RP ao longo dos dias avaliados indicou que o PD foi significativamente maior que o PDNF e estatisticamente igual ao PDE.

O maior conteúdo de água em PD em, aproximadamente, metade dos dias avaliados aponta para o efeito da maior cobertura do solo nesse tratamento. Alguns autores também observaram que o sistema PD favorece a retenção de água no solo quando comparado a outros sistemas de manejo (DAM et al 2005; FABRIZZI et al 2005). Já os menores valores de conteúdo de água encontrados em PDNF corroboram com o maior índice de velocidade de emergência obtido neste tratamento. A ausência de diferença significativa no IVE do tratamento PDE em relação ao PD e PDNF demonstra o baixo efeito residual da escarificação mecânica.

A escarificação biológica (PDNF) resultou em menor resistência do solo à penetração medida no campo.

## Referências

- ANGERS, D.A.; CARON, J. **Plant-induced changes in soil structure: processes and feedbacks.** Biogeochemistry, New York, v. 42, p. 55-72, 1998.
- ATKINSON B.S., SPARKES D.L., MOONEY S.J. The impact of soil structure on the establishment of winter wheat (*Triticum aestivum*). **European Journal Agronomy** v.30, p.243-257. 2009.
- DAM, R.F.; MEHDI, B.B.; BURGESS, M.S.E.; MADRAMOOTOO, C.A.; MEHUYS, G.R.; CALLUMA, I.R. Soil bulk density and crop yield under eleven consecutive years of corn with different tillage and residue practices in a sandy loam soil in central Canada. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 84, p. 41-53, 2005.
- FABRIZZI, K.P.; GARCIA, F.O.; COSTA, J.L.; PICONE, L.I. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 81, p. 57-69, 2005.
- HÅKANSSON, I.; MYRBECK, A.; ETANA, A. A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 64, p. 23-40, 2002.
- MAGUIRE J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**. v.2, p.176-177. 1962.

## NÚMERO DE CAPÍTULOS E CONSUMO DE ÁGUA DE GÉRBERA SOB DISPONIBILIDADE HÍDRICA E CINZA VEGETAL

Carina Sthefanie Lemes e Lima Bar, Marcio Koetz, Edna Maria Bonfim-Silva, Ellen Souza do Espírito Santo, Adriano Bicioni Pacheco

Universidade Federal de Mato Grosso, Mestranda, Rondonópolis - MT, [carinasthefanie@hotmail.com](mailto:carinasthefanie@hotmail.com).

**Palavras-chave:** umidade do solo; adubação com resíduo; *Gerbera jamesonii*.

A água é o agente que exerce maior influência no desenvolvimento vegetal. Está presente em processos metabólicos, transporte de nutrientes, regulação de temperatura e turgescência da parede celular (TAIZ; ZEIGER, 2006). No cultivo em ambientes protegidos, onde a água é fornecida artificialmente, o manejo correto da irrigação é fundamental para se garantir produtividade e qualidade das plantas e consequentemente lucratividade. Outro fator importante na produção vegetal é a adubação, que assim como a irrigação, é fornecida de maneira artificial nos cultivos de recipientes em ambientes protegidos.

A adubação pode ser fornecida nas fontes minerais, orgânicas e organo-minerais. Onde o aproveitamento de resíduos como fonte de adubação é vantajoso, tanto economicamente quanto ambientalmente, pois significa economia na aquisição de insumos e mitigação de danos ambientais, através da destinação adequada do mesmo. Nesse contexto, a cinza vegetal tem-se apresentado como alternativa de fertilizante e corretivo do solo, fornecendo nutrientes, principalmente para o uso por pequenos agricultores (BONFIM-SILVA et al., 2013).

Uma alternativa de cultivo para o uso de cinza vegetal como fonte de adubação é a floricultura, uma vez que esses estabelecimentos geralmente estão situados próximos aos centros urbano-industriais, geradores de resíduo. O meio de cultivo predominante na produção de flores é em ambiente protegido, em razão do clima predominante no país ser quente e seco, sendo que a maior concentração da produção de flores está situada nas regiões sul e sudeste. No entanto, a introdução de espécies vegetais tolerantes a elevadas temperaturas representam uma possibilidade de expansão para as demais regiões do território brasileiro (PEREIRA et al., 2016).

A gérbera (*Gerbera jamesonii*) é uma planta herbácea da família *Asteraceae*, originária do continente africano, tolerante a elevadas temperaturas, porém, sensível à incidência solar direta. Sua inflorescência é em capítulos e apresenta grande diversidade de cores, justificando o uso ornamental. Devido a sua rusticidade, se apresenta como alternativa de cultivo em todo território nacional (PEREIRA, 2013).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o número de capítulos e o consumo de água em plantas de gérbera cultivadas sob disponibilidades hídricas e doses de cinza vegetal.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis - MT, localizado a 16°28' Latitude Sul, 50°34' Longitude Oeste, e altitude de 284 m.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 5, com cinco disponibilidades hídricas (40, 60, 80, 100 e 120 % da capacidade máxima de retenção de água do solo), e cinco doses de cinza vegetal (0, 8, 16, 24 e 32 g dm<sup>-3</sup>) com quatro repetições, totalizando 100 unidades experimentais.

A cultivar adotada foi a Red geração F1 da série Festival Light eyes da Sakata Seeds Sudamérica®. Produziram-se mudas, em batedeiras de germinação preenchidas com a mistura substrato comercial e

vermiculita (2:1). Aos 30 dias após a semeadura realizou-se o transplantio de uma planta por vaso.

A unidade experimental foi composta por um vaso com capacidade de 2 dm<sup>3</sup> preenchidos com a mistura de LATOSSOLO VERMELHO e cinza vegetal (dose correspondente a cada tratamento). Realizou-se apenas adubação nitrogenada na recomendação de 120 mg dm<sup>-3</sup>, parcelada em três aplicações de 40 mg dm<sup>-3</sup>, tendo como fonte a ureia.

Para manejo da irrigação, foi determinada a capacidade máxima de retenção de água (capacidade de pote) para cada tratamento com cinza vegetal através do método gravimétrico.

A determinação da capacidade de pote foi realizada com o preenchimento dos vasos com solo seco (2 kg), e sua locação em um recipiente com o volume de água correspondente a dois terços da altura dos vasos. Quando se completou a saturação do solo os vasos foram retirados da bandeja para drenagem. Quando cessou a drenagem os vasos foram novamente pesados e através da diferença entre as massas secas e úmidas do solo obteve-se a capacidade de pote (BONFIM-SILVA et al., 2011). A reposição hídrica foi manual pelo método gravimétrico realizado diariamente e a quantidade de água adicionada foi anotada.

As variáveis analisadas foram o número de capítulos e o consumo de água aos 80 dias após o transplantio (DAT). Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, a 5 % de probabilidade, e quando significativos ao teste de regressão polinomial.

O número de capítulos apresentou diferença estatística isolada entre os fatores. Para a disponibilidade hídrica houve ajuste ao modelo quadrático de regressão sendo o maior número de capítulos (5 capítulos vaso<sup>-1</sup>) obtido com disponibilidade hídrica equivalente a 75,3 % da capacidade de pote. O fator cinza vegetal ajustou-se ao modelo de regressão linear crescente que proporcionou um incremento de 48,5 % na produção de capítulos em relação ao tratamento com ausência de cinza vegetal. Pereira et al. (2016) ao avaliarem o desenvolvimento de gladiolo sob umidade do solo e doses de cinza vegetal não observaram interação entre os fatores para número de flores, corroborando assim com o presente estudo.

O consumo de água apresentou diferença estatística apenas para o fator disponibilidade hídrica, sendo representado por um modelo quadrático de regressão. O maior valor foi obtido com 114,1 % da capacidade de pote, apresentando as plantas de gérbera um consumo de 6,097 dm<sup>3</sup>, Pereira et al. (2009) ao testarem tensões de água no solo para a cultura do gladiolo obtiveram o maior desenvolvimento na tensão próxima a 100 % da capacidade de pote, resposta semelhante à observada no presente estudo.

Dessa forma, conclui-se que a adição de cinza vegetal proporcionou aumento no número de capítulos de até 48,5 % e o maior valor foi obtido na disponibilidade hídrica de 75,3 %. O consumo de água mais elevado foi obtido na disponibilidade hídrica de 114,1 % das plantas de gérbera.

## Referências

- BONFIM-SILVA, E. M.; CABRAL, C. E. A.; SILVA, T. J. A.; MOREIRA, J. C. F.; CARVALHO, J. C. S. Cinza vegetal: Características produtivas e teor de clorofila do capim-marandu. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p.1215-1225, 2013.
- BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; KROTH, B. E.; REZENDE D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p.180-186, 2011.
- PEREIRA, J. R. D.; CARVALHO, J. A.; PAIVA, P. D. O.; SILVA, D. J.; SOUZA, A. M. G.; SOUZA, K. J. Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo cultivado sob diferentes tensões de água no solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 965-970, 2009.

PEREIRA, L. G. **Produção de Hastes Florais em Gérberas Submetidas a Diferentes Tensões de Água no Solo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

PEREIRA, M. T. J.; SILVA, T. J. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; MAZZINI-GUEDES, R. B. Applying wood ash and soil moisture on gladiolus (*Gladiolus grandiflorus*) cultivation. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 3, p. 393-401, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3 ed., 2006. 719 p.



## ESTOQUE DE CARBONO DE LATOSSOLO EM AMBIENTE NATURAL E ALTERADO

Ivanildo Amorim de Oliveira<sup>1</sup>, Ludmila de Freitas<sup>1</sup>, Marcílio Vieira Martins Filho<sup>2</sup>, José Carlos Casagrande<sup>3</sup>,  
Laércio Santos Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Professor, Breves - PA, [ivanildo.oliveira@ifpa.edu.br](mailto:ivanildo.oliveira@ifpa.edu.br); <sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista; <sup>3</sup>Universidade Federal de São Carlos.

**Palavras-chave:** uso do solo; cana; reflorestamento.

A implantação de atividades agropecuárias vem modificando a cobertura vegetal original de grande parte do território brasileiro ocasionando a substituição de áreas nativas por áreas de culturas anuais, como a cana-de-açúcar tem se intensificado nos últimos anos. Como consequência, tem-se a aceleração dos processos de degradação do solo, quando da não utilização de práticas de manejo adequado.

O solo é um recurso responsável pela produtividade agropecuária, manutenção da qualidade do meio ambiente, sanidade de plantas, animais e seres humanos (SHARMA et al., 2005). No entanto, quando manejados inadequadamente, o carbono orgânico pode ser mineralizado e transferido para a atmosfera na forma de CO<sub>2</sub>.

Neste sentido, o estoque de carbono de um solo representa o balanço dinâmico entre a adição de material vegetal morto e a perda pela decomposição ou mineralização. O objetivo do trabalho foi avaliar a variação do estoque de carbono de Latossolo em diferentes cenários de uso e manejo do solo no município de Guariba - SP.

O experimento foi realizado em três áreas contíguas, sendo: mata em condição natural (AM); área com cana-de-açúcar (AC) cultivada há 60 anos e; área reflorestada com espécies nativas implantada há oito anos (AR), localizadas no município de Guariba - SP. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, situado em relevo plano. O material de origem está relacionado à transição Basalto do Grupo São Bento Formação Serra Geral.

Foram coletadas 4 amostras de solos deformadas e indeformadas na forma de anel volumétrico, sendo cada amostra composta de 15 pontos amostrais aleatórios nas camadas de 0,0-0,1 m e 0,10-0,20 m. Nestas amostras, foram determinados os atributos físicos porosidade total (Pt), densidade do solo (Ds) e a análise granulométrica determinada pelo método da pipeta.

O carbono orgânico (CO) foi determinado pelo método de Walkley-Black modificado por Yeomans e Bremner 1988, a matéria orgânica (MO) por sua vez, estimada com base no CO.

O estoque de carbono Orgânico Total (ECOT) calculado pela expressão:

$$ECOT = (CO \times Ds \times e) / 10$$

Onde:

ECOT = estoque de C orgânico em determinada profundidade (Mg ha<sup>-1</sup>)

e = espessura da camada considerada (cm).

Os dados foram avaliados pela análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade utilizando-se o programa estatístico SAS. Efetuou-se correlação entre a MO e Pt, ECOT e Ds observando o maior coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), com auxílio do pacote computacional Excel do Office 2007.

Foi realizado a análise de componentes principais (ACP), para reduzir o número de variáveis

para obter um conjunto menor de combinações lineares que preservasse a maior parte da informação fornecida pelas variáveis originais. Foi possível verificar o quão diferentes espacialmente são as três áreas estudadas a partir da distribuição das áreas no gráfico bi-plot.

A textura foi semelhante para as três áreas estudadas. Observou-se dominância da fração areia, fato justificável pela natureza aluvial dos sedimentos que constituem o material de origem. A argila apresenta altos teores (30,25; 29,25 e 31 % na camada de 0,10-0,20 m e 29,52; 32,25 e 31,25 % na camada de 0,10-0,20 m para AC, AR e AM, respectivamente), sendo esta condição decorrente principalmente, devido às áreas estarem próxima ao limite das Cuestas Basálticas, no divisor litoestratigráfico arenito basáltico.

Verificou-se menor Ds na camada superficial (1,62; 1,42; 1,19 g cm<sup>-3</sup>) em relação à subsuperficial (1,73; 1,48; 1,24 g cm<sup>-3</sup>) na AC, AR e AM, respectivamente, por ser a camada de maior interação com a fonte de resíduos, ou ser a camada de maior aporte de resíduos orgânicos. A Pt na AM possui os maiores valores (39,45; 47,12; 55,58 % de 0,0-0,10 m e 37,62; 45,86 e 55,27 % na camada de 0,10-0,20 m na AC, AR e AM, respectivamente). A drástica redução da Pt nos solos cultivados decorre do aumento da compactação do solo, que é evidenciada pelo aumento da Ds.

As mudanças nos sistemas estudados influenciaram a concentração de MO do solo (13,82; 18,81 e 29,05 g dm<sup>-3</sup> na camada 0,0-0,10 m e 12,05; 17,35 e 24,85 g cm<sup>-3</sup> na camada de 0,10-0,20 m na AC, AR e AM, respectivamente). Os valores de MO foram maiores na AM, indicando que a retirada da mata e a utilização agrícola reduziu os teores de CO. Esses resultados também estão de acordo com Portugal et al. (2010), segundo os quais há um declínio no estoque de MO após a conversão de florestas nativas em sistemas agrícolas.

Houve correlação positiva entre a MO e a Pt e correlação negativa entre a MO e a Ds. Dessa forma, o aumento do teor de MO em qualquer que seja o manejo é uma forma de melhorar as características físicas do solo. Considerando os valores de MO e de ACOT, verificou-se correlação positiva entre esses atributos, indicando a importância da MO no acúmulo de C no solo.

O CO apresentou comportamento semelhante aos valores de MO, sendo os maiores teores na superfície e decréscimo com o aumento da profundidade. Os maiores teores de CO, para a camada de 0,00-0,10 m foram encontrados para a AM (16,28 g kg<sup>-1</sup>), AR (10,88 g kg<sup>-1</sup>), em relação à AC (7,98 g kg<sup>-1</sup>). O mesmo ocorreu na profundidade de 0,10-0,20 m (14,35 g kg<sup>-1</sup> para AM, 10,01 g kg<sup>-1</sup> para AR e 6,97 g kg<sup>-1</sup> para a AC). Isso pode ser justificado pelo maior aporte de material orgânico na superfície do solo na mata nativa.

A AM foi considerado referência, sendo o ECOT atual estimado em 20,6 Mg ha<sup>-1</sup> e 17,71 Mg ha<sup>-1</sup> na profundidade de 0,0 -0,10 m e 0,10-0,20 m respectivamente. Verifica-se redução de 4,72 Mg ha<sup>-1</sup> no solo em AR e 6,94 Mg ha<sup>-1</sup> em AC em relação à AM na profundidade de 0,0-0,10 m e de 2,85 Mg ha<sup>-1</sup> no solo em AR e 5,65 Mg ha<sup>-1</sup> em AC na profundidade de 0,10-0,20 m. Estes dados evidenciam os efeitos negativos que o manejo convencional pode promover na qualidade do solo.

Na ACP, foram considerados a CP1 e CP2 (componente principal 1 e 2), que armazenaram 84,60 % e 84,78 % da variância original dos atributos do solo nas duas profundidades respectivamente. Constatou-se a formação de três grupos nas duas profundidades. O grupo referente ao conjunto de dados que contempla a AM, o grupo engloba a AR e o terceiro grupo a AC. Estes resultados confirmam que o uso da ACP pode servir para agrupar indivíduos com características semelhantes e estudar suas correlações e, neste caso específico, útil para estudos de solos sob diferentes manejos.

Nessa comparação, é possível observar, que a área reflorestada está entre os dois ambientes quanto aos atributos estudados, demonstrando a recuperação da qualidade do solo na área em reflorestamento.

A AM possui potencial de armazenar carbono mais elevado do que o sistema de cana-de-açúcar.

A intervenção humana através de práticas agropecuárias reduz o estoque de carbono no solo a patamares inferiores ao encontrado em condições de mata nativa.

## Referências

CASTRO FILHO, C.; VIEIRA, M. J.; CASÃO JÚNIOR, R. Tillage methods and soil and water conservation in southern Brazil. **Soil Till. Res.** n. 2-4, p. 271-283, 1991.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.; DELARCO VINHAS; COSTA, L.M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. **Rev. Bras. Ci. Solo.** n.2, p.575-585, 2010.

SHARMA, K. L.; U. K.; SRINIVAS, K. VITTAL, K. P. R.; MANDAL, B.; GRACE, J. K.; RAMESH, V. Longterm soil management effects on crop yields and soil quality in a dryland Alfisol. **Soil Till. Res.** n.2, p.246-259, 2005.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* n. 13, p. 1467-1476, 1988.

## VARIABILIDADE ESPACIAL DA TEMPERATURA DO SOLO EM ÁREA CULTIVADA COM MAMONEIRA NO PLATÔ DE IRECÊ - BA

Luciano da Silva Souza<sup>1</sup>, Arlicélio de Queiroz Paiva<sup>2</sup>, Polianna dos Santos de Farias<sup>1</sup>, Áureo Silva de Oliveira<sup>1</sup>, Laércio Duarte Souza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Professor, Cruz das Almas - BA, *lsouzaufpb@gmail.com*;

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz; <sup>3</sup>Embrapa Mandioca e Fruticultura.

**Palavras-chave:** região semiárida; Cambissolo Háplico; profundidade do solo.

A temperatura do solo é considerada um fator de crescimento vegetal ligado à física do solo, sendo influenciada por vários atributos e processos que ocorrem no mesmo (textura, densidade do solo, distribuição de poros por tamanho, umidade do solo, adensamento, compactação e outros). Fatores meteorológicos, localização geográfica, declividade, cobertura vegetal e ação antrópica são também elementos que influenciam a temperatura e o fluxo de calor no solo (FORSYTHE, 1967).

Desse modo, o presente estudo visou avaliar a variabilidade espacial diária e mensal da temperatura do solo em área cultivada com mamoneira no Platô de Irecê-BA.

A temperatura do solo foi monitorada em doze pontos da área experimental, distribuídos nas distâncias 0, 45, 75 e 120 m na coordenada X e 0, 45 e 90 m na coordenada Y, cobrindo assim uma área de 10.800 m<sup>2</sup>. Em cada ponto de medição foram abertas mini-trincheiras e instalados três sensores tipo termopar (cobre-constantan), horizontalmente, nas profundidades de 0,05; 0,10 e 0,20 m. Em seguida as mini-trincheiras foram fechadas e os cabos dos sensores interligados a um dispositivo do tipo datalogger, programado para realizar leituras horárias e armazenar os dados. Neste trabalho foram analisados os dados horários de temperatura do solo registrados entre 04/02/2014 e 30/09/2015, registrando-se médias para os dados horários e diários nos meses de janeiro a dezembro. Considerando o período de avaliação, para os meses de janeiro, novembro e dezembro foram utilizados os dados de um único ano e as médias de dois anos para os demais meses.

De acordo com Diniz et al. (2013b), uma forma de apurar a variabilidade da temperatura do solo em relação aos valores médios é por meio da estimativa do coeficiente de variação (CV). Assim, a variabilidade dos valores de temperatura do solo foi analisada por meio do coeficiente de variação (CV), utilizando critério descrito por Gomes e Garcia (2002) para sua classificação: baixa variabilidade ( $\leq 10\%$ ), média variabilidade ( $10\%$  a  $20\%$ ), alta variabilidade ( $20\%$  a  $30\%$ ) e variabilidade muito alta ( $> 30\%$ ). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o aplicativo SAS, versão 9.0 (SAS, 2004).

A variabilidade horária mensal da temperatura do solo foi inversamente relacionada à profundidade. À medida que se aproximou da superfície do solo aumentou a magnitude do coeficiente de variação, como consequência da variabilidade térmica elevada ao longo do dia, de modo que as máximas foram registradas na profundidade de 0,05 m. Mesmo assim, os valores de CV ficaram na faixa de média variabilidade (GOMES; GARCIA, 2002), com valor mínimo de 10,3 % para o mês de abril e máximo de 14,4 % para o mês de setembro.

À medida que se avançou em profundidade, uma vez que a temperatura do solo sofre variação cada vez menor, observou-se progressiva redução do CV. Para a profundidade de 0,10 m, os valores não ultrapassaram 10 %, sendo o maior valor igual a 8,9 % para o mês de agosto, enquanto que a

0,20 m o maior valor foi de 4,0e %, também para o mês de agosto. Essas profundidades, portanto, apresentaram baixo valor de variabilidade de acordo com a classificação do CV de Gomes e Garcia (2002).

A variabilidade diária mensal da temperatura do solo também foi inversamente relacionada à profundidade. À medida que se aproximou da superfície do solo foi maior o CV, como resultado da variabilidade térmica elevada em tal situação, de modo que as temperaturas máximas foram registradas na profundidade de 0,05 m. Diferentemente dos dados horários, mesmo na camada superficial os valores de temperatura do solo apresentaram baixa variabilidade, segundo a classificação de Gomes e Garcia (2002) para o CV, com valor mínimo de 2,8 % para o mês de julho e máximo de 9,3 % para o mês de novembro. A amplitude entre a camada de 0,05 m e a de 0,20 m foi bastante sutil quando comparada com a temperatura horária.

Segundo Carneiro et al. (2014), a variabilidade da temperatura do solo no perpassar do ano é devido à forte influência do regime pluviométrico sobre a incidência de radiação solar na superfície, visto que a disponibilidade energética varia pouco no decorrer do ano em regiões com baixas latitudes. Além disso, a queda nos valores de temperatura pode ser também justificada pela influência da chuva na condutividade do calor no solo pois, quando as partículas sólidas estão envolvidas pela água presente no solo, ocorre aumento efetivo da seção de contato capaz de propagar calor e, com isso, a condutividade térmica eleva-se de forma rápida e significativa (PREVEDELLO, 2010).

O CV é muito útil em estudos de variabilidade do solo, pois permite calcular o número mínimo de pontos de medição em uma área, para estimar o valor de um atributo do solo com exatidão conhecida.

Para os dados horários de temperatura do solo, e almejando alta confiabilidade ( $\alpha = 0,05$ ), verificaram-se baixos números de pontos de medição em uma área para avaliar a temperatura do solo já a partir de 10 % de variação em torno da média, sendo 7, 3 e 1 para as profundidades de 0,05, 0,10 e 0,20 m, respectivamente. Na profundidade de 0,05 m e para a variação de 5 % foi estimado o maior número de pontos (27), pois foi a profundidade que apresentou maior CV.

Para os dados diários de temperatura do solo, o CV mais baixo refletiu significativamente no número de pontos de medição necessários para avaliar a temperatura do solo em uma área. Para as profundidades de 0,05, 0,10 e 0,20 m foram estimados 6, 4 e 3 pontos, respectivamente, para variação em torno da média de 5 %, e de 1 ponto para variação de 15 % ou mais para todas as profundidades avaliadas.

Nesse caso, em trabalhos de pesquisa sugere-se utilizar o número de pontos estimado para 10 % de variação em torno da média, visando reduzir o esforço de medição e afetando pouco a acuracidade, enquanto que em áreas de produção, e pensando em dados confiáveis com menor custo, sugere-se o número de pontos estimado para 15 % de variação em torno da média.

Concluiu-se, portanto, que foi baixa a variabilidade da temperatura do solo, pelo que foram estimados 7, 3 e 1 pontos de medição como suficientes para estimar a temperatura do solo na área avaliada, para as profundidades de 0,05, 0,10 e 0,20 m, respectivamente, e para a variação de 10 % em torno da média; para 15 % de variação o número de pontos foi 3 (0,05 m) e 1 (0,10 e 0,20 m).

## Referências

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 685 p.

CARNEIRO, R. G.; MOURA, M. A.; SILVA, V. P. R.; SILVA, J.; ROSIBERTO, S.; ANDRADE, A. M. D.; SANTOS, A. B. Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 1118, p. 99-108, 2014.

DINIZ, J. M. T.; CARNEIRO, R. G.; ALVINO, F. C. G.; SOUSA, E. P.; SOUSA, E. P.; SOUSA JÚNIOR, J. R. Avaliação do comportamento térmico diário do solo de Campina Grande-PB. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, p. 77-82, 2013.

FORSYTHE, W. M. Las propiedades físicas, los factores físicos de crecimiento y la productividad del suelo. **Fitotecnia Latinoamericana**, v. 4, p. 165-176, 1967.

GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

PREVEDELLO, C. L. Energia térmica do solo. In: JONG VAN LIER, Q. (Ed.). **Física do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. cap. 5, p. 178-211.

## CARACTERIZAÇÃO DO NITROGÊNIO TOTAL EM BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NO SEMIÁRIDO DA BAHIA

Maria José Sipriano da Silva<sup>1</sup>, Wanderson Berneval de Lucena<sup>1,2</sup>, Mauricio da Silva Souza<sup>1</sup>, Maria Sonia Lopes da Silva<sup>2</sup>, Gizelia Barbosa Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Graduanda em Bacharelado em Agronomia, Vitória de Santo Antão - PE, [maryclarindo@gmail.com](mailto:maryclarindo@gmail.com); <sup>2</sup>Embrapa Solos.

**Palavras-chave:** barragens; agroecossistemas; nitrogênio.

A zona semiárida da região Nordeste do Brasil, em geral, apresenta escassez de água de chuva, consequência dos “invernos” (época de chuva) irregulares que se concentram em três a quatro meses do ano, com elevadas taxas de evaporação, tornando-se necessário a utilização de estratégias para o convívio de agricultores e pecuaristas com o Semiárido. Nessas localidades, muitas famílias apresentam dificuldades no acesso à água para consumo, para produção e a luta das mesmas para se manterem em suas propriedades nos períodos de seca.

Entre as alternativas tecnológicas disponíveis para atenuar ou mesmo solucionar a falta de água na zona rural, a barragem subterrânea é uma das mais simples em termos construtivos, apresentando baixos custos e chegando a produzir impactos ambientais positivos (FREITAS, 2006). É importante frisar que a barragem subterrânea é uma tecnologia de captação de água de chuva, que permite maior infiltração no solo, reduzindo, ao mesmo tempo, o escoamento superficial e consequentemente a erosão.

Ao discutir estratégias de convivência com o semiárido observa-se a necessidade de trabalhar o conceito de sustentabilidade, dentro uma perspectiva de equilíbrio dinâmico dos processos ecológicos, e que esses possam levar a produção de alimentos e a estabilidade social e econômica dos seres humanos dependentes desse ambiente, para isso observa-se a necessidade de tecnologias que permitam a convivência com as limitações existentes. Vale ressaltar que esse equilíbrio pode ser alterado nas áreas de captação e cultivo das barragens subterrâneas, conforme Mendonça et al. (2007), através do uso de adubos químicos sintéticos, altamente solúveis, agrotóxicos, mecanização e monocultivos.

Essa tecnologia também pode gerar outros impactos no ambiente sobre a diversidade biológica da área e seu entorno, onde esses impactos negativos podem ser minimizados ou anulados por técnicas de produção que tenham bases agroecológicas. Essas reflexões e ações de convivência no semiárido tendem a superar as limitações sociais, econômicas e ambientais dessa região e a barragem subterrânea tem demonstrado um grande potencial para aperfeiçoar e equilibrar o processo produtivo, promovendo uma maior estabilidade do agroecossistema familiar e sendo um dos elementos que pode influenciar na sustentabilidade nestas áreas (FERREIRA, 2013).

Alguns estudos têm observado muitas vezes partes individuais e apenas aspectos técnico-agronômicos, sem elucidar as interações/conexões existentes entre eles e o principal agente do meio, o agricultor. Para obtermos dados mais consolidados, observa-se a necessidade de se analisar o agroecossistema por completo, ressaltando a complexidade das relações e interações que existem nesses agroecossistemas.

O estudo foi realizado em dois municípios do Estado da Bahia, Serrolândia, distante 316 Km



da capital, com altitude de 408 m e coordenadas geográficas 11° 24' 57" S e 40° 18' 07" O e clima Semiárido, e Canudos, distante 372 Km da capital, com altitude de 402 m, coordenadas geográficas de 09° 57' 50" S e 39° 09' 50" O e clima Tropical Semiárido (IBGE, 2015).

Foram observados dois agroecossistemas, o I foi a Propriedade do Sr Antônio, em Serrolândia, e o II foi a do Sr. Aderbal, em Canudos. Em cada Agroecossistema foram analisados os solos da Barragem Subterrânea (manejo agroecológico) subdividida em três áreas de coleta (área de acumulação, mais perto da parede/septo impermeável; área mediana, mais afastada da parede; e área de encosta, dividida em encosta direita e esquerda) comparadas; aos solos de um Sistema Convencional; e da Mata Nativa, com área de Caatinga. Todos os três subsistemas (Barragem, Convencional e Mata) estavam na mesma propriedade.

A análise do solo verificou o teor de nitrogênio nas duas propriedades e nos três subsistemas de cada uma, no Agroecossistema I a barragem subterrânea I (área mais próxima da parede/septo impermeável) apresentou o valor de 1438,37 N mg kg<sup>-1</sup> de solo, onde para o Agroecossistema I o teor de NTotal na Mata Nativa foi superior aos dos 3 subsistemas utilizados. No Agroecossistema II a Barragem Subterrânea II (EN1 e EN2 – encosta da direita e esquerda) apresentou um valor de 3333,51 N mg kg<sup>-1</sup> de solo que foi inferior ao da Mata Nativa com 3751,46 N mg kg<sup>-1</sup> de solo, e que também o NTotal foi superior na Mata Nativa. Sendo que as áreas do Agroecossistema II se destacaram com maiores teores de N mg kg<sup>-1</sup> de solo.

Esses dados mostram que o indicador de NTotal em solos do Agroecossistema I comparado com o Sistema Convencional estão com maior grau de sustentabilidade, e tiveram um valor inferior ao do Agroecossistema II. Enquanto o Agroecossistema II comparando com o Sistema Convencional apenas a BS em área de Encosta e a de Mata Nativa há um destaque maior em relação a todos os outros subsistemas utilizados.

Assim pode-se tirar que as práticas de base agroecológica podem potencializar os cultivos nas áreas do Semiárido, promovendo uma maior sustentabilidade. Torna-se importantíssima a captação, armazenamento e conservação da água das chuvas nas barragens subterrâneas nesses agroecossistemas, garantindo uma produção constante e sustentável para os pequenos agricultores.

## Referências

FERREIRA, G. B. **La Sostenibilidad de los Agroecossistemas con Presas Subterráneas em la Región Seemiarida de Brasil – la Percepción de los agricultores em el Estado de Bahia**, 2013. Dissertação (Mestrado em Agroecología, un Enfoque para la Sustentabilidad Rural) – Universidade Internacional de Andalucía, Sevilla, Espanha 2013.

FREITAS, IARA MELO. **Efeitos Ambientais de Barragem Subterrânea na Microbacia do Córrego Fundo, Região dos Lagos/RJ**. Dissertação de Pós-graduação em Ciência Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

[HTTP://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=290682 %7Ccanudos %7Cestimativa-da-populacao-2015](http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=290682%7Ccanudos%7Cestimativa-da-populacao-2015)

MENDONÇA, C. E. S.; FERREIRA, G. B.; CHAVES, V. C.; SILVA, M. S. L.; ANJOS, J. B.; MENDES, A. M. S. Caracterização de atributos químicos e físicos em solos de barragens subterrâneas no nordeste. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA**, V. 2007, Guarapari, ES.[Anais...] Porto Alegre: UFRGS; ABA Associação Brasileira de Agroecologia, 2007. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/seeragroecologia/ojs/index.php> Acesso em: 20/08/2016.

## IMPACTOS DA REMOÇÃO DA PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR NOS ESTOQUES DE CARBONO DO SOLO

Ricardo de Oliveira Bordonal<sup>1</sup>, Leandro Carneiro Barbosa<sup>2</sup>, Lauren Maine Santos Menandro<sup>3</sup>, Henrique Coutinho Junqueira Franco<sup>1</sup>, João Luís Nunes Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol, Pós-Doutorando, Campinas - SP, [rbordonal@yahoo.com.br](mailto:rbordonal@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Faculdade de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual de Campinas; <sup>3</sup>Universidade Estadual de Campinas.

**Palavras-chave:** manejo da palha; produção de bioenergia; matéria orgânica do solo.

O Brasil é o dos principais produtores de etanol de cana-de-açúcar, com uma produção de 691 milhões de toneladas em uma área cultivada de 9,1 milhões de hectares na safra 2016/2017, sendo o Estado de São Paulo responsável por mais de 52 % da área nacional cultivada (CONAB, 2016). Estima-se ainda que a produção de etanol de cana aumentará dos atuais 21 para 61,6 bilhões de litros até 2021 (GOLDEMBERG et al., 2014). Para atingir essas metas de produção, considera-se utilizar a palha da cana-de-açúcar, usualmente deixada sobre o solo após a colheita mecanizada sem queima, como matéria-prima para produção de etanol 2G. Em adição, o interesse por esses resíduos vem aumentando ano a ano, os quais já têm sido utilizados para produção de bioeletricidade nas biorefinarias. Por outro lado, a manutenção de 10 a 20 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca no campo a cada safra fornece diversos serviços ecossistêmicos incluindo o incremento da matéria orgânica do solo (CERRI et al., 2011). O objetivo do presente trabalho foi avaliar o impacto da remoção de doses de palha visando à produção de bioenergia sobre os estoques de carbono (C) do solo em diferentes condições climáticas.

Os experimentos foram instalados em outubro/2013 em duas áreas: Iracemápolis, São Paulo (22°34'S; 47°31'O, 608 m de altitude, 1420 mm de chuvas), em LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico argiloso; e Quatá, São Paulo (22°14'S; 50°42'O; 540 m de altitude; 1280 mm de chuvas) em LATOSSOLO VERMELHO Álico arenoso. Em ambos os locais, quatro tratamentos foram instalados em delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições: T1 – sem palha; T2 – 5 t ha<sup>-1</sup>; T3 – 10 t ha<sup>-1</sup>; T4 – 15 t ha<sup>-1</sup>. Cada parcela foi composta por 8 linhas de cana-de-açúcar, com espaçamento de 1,5 m e 10 m de comprimento. Após a colheita mecanizada das áreas, mensurou-se a quantidade de palha depositada no solo e a umidade desse material. Posteriormente, os valores foram corrigidos de modo a manter no solo doses de massa seca de palha iguais a 0, 5, 10 e 15 t ha<sup>-1</sup> durante as safras de 2013 (colheita de cana planta) e 2014 (colheita da primeira soqueira). Em novembro de 2015, foram abertas trincheiras até 40 cm de profundidade e coletadas amostras de solo em quatro profundidades (0-5; 5-10; 10-20; e 20-40 cm), sendo essas coletadas na linha e entrelinha da cana de modo a compor uma amostra composta. A densidade do solo foi calculada pela relação entre a massa do solo seco em estufa a 105 °C e o volume da amostra (EMBRAPA, 1997), e os teores de C total do solo determinados por combustão a seco utilizando o analisador elementar LECO® CN-2000. Os estoques de C do solo foram calculados com base em massa equivalente para as camadas de 0-10 e 0-40 cm, de acordo com a metodologia proposta por Ellert e Bettany (1995). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando o teste F ao nível de 95 % de confiança, sendo as médias dos tratamentos com diferentes doses de palha comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

De modo geral, observou-se tendências de menores teores de C orgânico no solo à medida que se removeu a palha do campo em ambos os locais no período de 2 anos. Esses efeitos foram evidentes sobretudo nas profundidades do solo de 0-5 e 5-10 cm. Embora não tenha ocorrido diferenças significativas entre as doses de palha nas diversas profundidades em Iracemápolis - SP, observou-se em Quatá - SP reduções de 23 % e 26,4 % ( $p < 0,05$ ) dos teores de C na profundidade de 0-5 cm devido à remoção total e parcial ( $10 \text{ t ha}^{-1}$ ) da palha, respectivamente. Isso evidencia que o impacto da remoção da palha para a produção de bioenergia em solos argilosos (Iracemápolis - SP) foi menos significativo no curto prazo, uma vez que a interação entre o C e a fração areia (Quatá - SP) é reconhecida como sendo fraca (CERRI et al., 2011). Nos solos arenosos de Quatá - SP, a remoção de palha mostrou ser mais adversa em termos de perdas de C, possivelmente devido à menor proteção física (inacessibilidade espacial) desse C nos agregados do solo (DIECKOW et al., 2009).

Comportamentos distintos foram notados em ambos os locais quando se considera os estoques de C do solo nas camadas de 0-10 e 0-40 cm. Em Quatá - SP, a remoção total e parcial ( $10 \text{ t ha}^{-1}$ ) da palha apresentou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) somente na camada de 0-10 cm, resultando em depleções dos estoques de C de aproximadamente  $1,8 \text{ t ha}^{-1}$  em 2 anos. Considerando-se a camada de 0-40 cm, os efeitos da remoção total da palha foram mais evidentes em Iracemápolis - SP mesmo que não significativos ( $p > 0,05$ ), resultando em depleções dos estoques de C de  $6,1 \text{ t ha}^{-1}$  em 2 anos.

Conclui-se que a remoção da palha para a produção de bioenergia apresenta variados efeitos sobre a qualidade do solo, notadamente sobre os estoques de C. Esses efeitos não dependem somente da quantidade de palha removida como também dos tipos de solos considerados. Visando à produção de bioenergia e considerando-se a quantidade produzida de  $15 \text{ t ha}^{-1}$  de palha, os resultados obtidos neste estudo evidenciam que a manutenção de  $10 \text{ t ha}^{-1}$  de palha não depauperou a qualidade do solo em termos de estoque de C no período de 2 anos. Entretanto, recomendações apropriadas da quantidade de palha a ser destinada para a indústria ainda carecem de pesquisas adicionais, devendo ser validadas por estudos de longo prazo que avaliem o impacto dessa remoção em doses variadas e sob diferentes condições edafoclimáticas.

Agradecimentos: à Usina Iracema e à Usina Quatá pelo suporte na condução dos experimentos. Ao CNPq pelo financiamento do projeto (Processos 150160/2016-0; 476718/2013-9; 406922/2013-6) e à equipe do Programa Agrícola do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol.

## Referências

- CERRI, C. C.; GALDOS, M. V.; MAIA, S. M. F.; BERNOUX, M.; FEIGL, B. J.; POWLSON, D.; CERRI, C. E. P. Effect of sugarcane harvesting systems on soil carbon stocks in Brazil: an examination of existing data. **European Journal of Soil Science**, v. 62, p. 23-28, 2011.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar - safra 2016/2017, primeiro levantamento, 2016**. Disponível em: (acessado em 18 Julho de 2016).
- DIECKOW, J.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P. C.; ZANATTA, J. A.; MARTIN-NETO, L.; MILORI, D. B. M.; SALTON, J. C.; MACEDO, M. M.; MIELNICZUK, J.; HERNANI, L. C. Land use, tillage, texture and organic matter stock and composition in tropical and subtropical Brazilian soils. **European Journal of Soil Science**, v. 60, p. 240-249, 2009.
- ELLERT, B. H.; BETTANY, J. R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 75, n. 4, p. 529-538, 1995.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos (EMBRAPA-CNPq), 1997. 212p.
- GOLDEMBERG, J.; MELLO, F. F. C.; CERRI, C. E. P.; DAVIES, C. A.; CERRI, C. C. Meeting the global demand for biofuels in 2021 through sustainable land use change policy. **Energy Policy**, v. 69, p. 14-18, 2014.

## PERDAS DE SOLO EM PARCELAS DESCOBERTAS COM DIFERENTES COMPRIMENTOS DE RAMPA

Bárbara Pereira Christofaro Silva<sup>1</sup>, Marx Leandro Naves da Silva<sup>1</sup>, Pedro Velloso Gomes Batista<sup>1</sup>,  
Pedro Luiz Terra Lima<sup>2</sup>, Fabio Arnaldo Pomar Avalos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Doutorado, Lavras - MG, [barbarapcsilva@yahoo.com.br](mailto:barbarapcsilva@yahoo.com.br);

<sup>2</sup>Centro Universitário de Lavras.

**Palavras-chave:** erosão hídrica; parcela padrão; erodibilidade do solo.

Os experimentos de campo envolvidos no desenvolvimento da USLE (*Universal Soil Loss Equation*) seguem metodologias específicas descritas por Wischmeier e Smith (1978), dentre as quais se destaca o conceito de parcela padrão ("unit plot"). A parcela padrão é utilizada para determinar experimentalmente as perdas de solo ocorridas em campo e para a calibração dos fatores da USLE. A parcela padrão é caracterizada por um comprimento de 22,13 m sobre um declive homogêneo de 9 % (WISCHMEIER; SMITH, 1978).

Experimentalmente, o fator K (erodibilidade do solo) da USLE é quantificado como o coeficiente angular de uma regressão linear entre a erosividade da chuva e as perdas de solo medidas na parcela padrão. Dessa forma, dados de perdas de solo obtidos em parcelas alocadas em declives ou comprimentos de rampa diferentes do padrão devem ser ajustados para a determinação do fator K, cuja correção é baseada nos fatores L e S (comprimento de rampa e declividade) (WISCHMEIER; SMITH, 1978). No Brasil, diversos estudos de perdas de solo envolvidos na determinação de fatores da USLE foram conduzidos em parcelas de comprimento menor do que 22,13 m, muitas vezes devido às restrições experimentais (e.g. SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2009; MARTINS et al., 2011). Tais conjunturas podem acarretar em uma calibração pouco precisa dos fatores da USLE.

O objetivo deste trabalho foi determinar as diferenças entre as perdas de solo em parcelas descobertas de 12 m e de 24 m de comprimento, em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, em Lavras, Minas Gerais. Objetivou-se também analisar a influência dos dois comprimentos de rampa na determinação do fator K da USLE.

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras, Minas Gerais, em área situada entre as coordenadas 21°13'20" S e 44°58'17" W. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura argilosa (LVA). O monitoramento das perdas de solo foi realizado em cinco parcelas descobertas, mantidas sem vegetação por meio de capinas, com dimensões 12 x 4 m (duas parcelas) e de 24 x 4 m (três parcelas), com a maior dimensão orientada no sentido do declive (12 %). O monitoramento das perdas de solo foi realizado entre 15 de dezembro de 2013 e 31 de abril de 2014. A erosividade da chuva foi determinada pelo índice de erosão  $EI_{30}$  (FOSTER et al., 1981), a partir de dados pluviométricos referentes ao período de estudo. Os dados foram obtidos na Estação Climatológica de Lavras e apresentam resolução temporal de 5 min. Durante o período de estudo foram registrados dezessete eventos erosivos. Em cada evento, foram consideradas as médias de perdas de solo observadas nas parcelas de mesmo comprimento. As perdas médias de solo ( $Mg\ ha^{-1}$ ) nos dois comprimentos de rampa foram comparadas pelo teste t-student. Uma regressão linear entre erosividade da chuva e perdas de solo foi estabelecida para cada um dos comprimentos de rampa. O teste de Snedecor e Cochran (1989) foi realizado para comparar

os modelos obtidos. Finalmente, foram calculados os valores da erodibilidade (K) para o LVA em estudo a partir dos dados das parcelas de 12 m e 24 m de comprimento. Tais valores foram ajustados de acordo com a equação original do fator LS (WISCHMEIER; SMITH, 1978).

A precipitação total durante o período analisado foi de 518 mm, com maiores valores mensais em janeiro, abril e dezembro, respectivamente. A erosividade da chuva durante o período foi de 3.473,32 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Os maiores valores de erosividade mensal acompanharam os meses de maior precipitação pluvial, assim como os valores de perdas de solo, em ambos os comprimentos de rampa. Nas parcelas de 12 m de comprimento, as perdas de solo totais durante o período analisado foram de 11,55 Mg ha<sup>-1</sup>, com uma média mensal de 2,14 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. Nas parcelas de 24 m de comprimento, tais valores foram de 17,75 Mg ha<sup>-1</sup> e 3,30 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, respectivamente.

As perdas de solo médias, agrupadas por evento erosivo, foram de 0,67 e 2,32 Mg ha<sup>-1</sup>, com desvio padrão de 2,90 e 5,75 Mg ha<sup>-1</sup>, nas parcelas de 12 e 24 m, respectivamente. De acordo com o teste t a 5 % de significância, não houve diferença entre as médias. As perdas de solo apresentaram um coeficiente de variação de 427 % e 248 % nas parcelas de 12 e 24 m, respectivamente, o que pode ajudar a explicar a não rejeição da hipótese nula no teste de t.

As regressões estabelecidas entre erosividade e perdas de solo apresentaram um coeficiente angular de 0,0175 (R<sup>2</sup> = 85 %) e 0,0469 (R<sup>2</sup> = 52 %) nas parcelas de 12 e 24 m de comprimento, respectivamente. De acordo com o teste de Snedecor e Cochran, há diferença entre os coeficientes, o que significa que a taxa de incremento das perdas de solo em função de uma mesma variação na erosividade é diferente nos comprimentos de rampa analisados.

Após a correção topográfica do fator K (coeficiente angular dos modelos supracitados), a erodibilidade do solo, calculada a partir das parcelas de 12 e 24 m de comprimento, apresentou um valor de 0,0153 e 0,0290 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os resultados deste estudo indicam que, nas condições experimentais analisadas, as perdas de solo nas parcelas de 12 m são menores, para uma mesma erosividade, do que nas parcelas de 24 m. A correção topográfica do fator K pela equação do fator LS não foi capaz de ajustar o efeito do comprimento de rampa, de modo que a erodibilidade calculada na parcela de 24 m apresentou um valor aproximadamente duas vezes maior do que a calculada na parcela de 12 m. Um banco de dados mais robusto é necessário para avaliar o efeito do comprimento de rampa em relação à calibração do fator K em solos tropicais. Porém, os dados apresentados neste estudo demonstram que cautela deve ser adotada na adaptação de metodologias da USLE, especialmente em condições divergentes das quais a equação foi desenvolvida. Ressalta-se ainda que os valores de fator K apresentados neste estudo são apenas relativos ao período de análise e não representam a erodibilidade do LVA no qual foi realizado o experimento, devido à pequena escala temporal representada no trabalho.

Agradecimentos: agradecemos às agências financiadoras FAPEMIG, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro e pelas bolsas concedidas.

## Referências

- FOSTER, G. R.; MC COOL, D. K.; RENARD, K. G. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, n. 31, p. 355-359, 1981.
- MARTINS S. G.; SILVA, M.L.N.; AVANZI, J.C.; CURI, N.; FONSECA, S. Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do estado do Espírito Santo. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 517-526, 2010.

SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N., AVANZI, J. C., FERREIRA, M. M. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 33, n. 6, p. 1811-1820, 2009.

SILVA, A. M., MELLO, C. R., CURI, N., OLIVEIRA, P. M. Simulação da variabilidade espacial da erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica de Latossolos no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, n. 5, p. 2125-2134, 2008.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. 8. ed. Ames: Iowa State University, 1989. 503p.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: USDA, 1978. 58 p.



## RELAÇÃO ENTRE FRAÇÕES GROSSEIRAS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DA TECa NA REGIÃO SUDOESTE DE MATO GROSSO

Helen Caroline Rodrigues Correa, Elyson Thiago de Souza Florentim, Paloma Emanuela Braga Martins, Everton Oliveira Soares, Milson Evaldo Serafim

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cáceres, Graduanda, bolsista, Cáceres - MT, [helen.correa05@gmail.com](mailto:helen.correa05@gmail.com).

**Palavras-chave:** *Tectona grandis*; cascalho e calhaus; povoamento florestal.

A composição do solo é um fator de suma importância que pode refletir diretamente no crescimento e produtividade de espécies florestais. Desta forma atributos como fertilidade, cor, textura, estrutura, pH, atributos morfológicos, influenciam diretamente na produtividade florestal (RACHWAL, 2008). Atributos físicos dos solos com consistência, estrutura, tamanho das partículas que o compõe, são características importantes que define a quantidade de água que o solo consegue armazenar, fator este preponderante para produtividade de culturas florestais, principalmente para culturas como a teca. (BEHLING, 2009).

A *Tectona grandis* L.f é uma espécie que se desenvolve bem em solos profundos, permeável, média capacidade de retenção de água e fertilidade (ANGELI, 2003). A teca possui preferência por solos que apresentam textura franco arenosa a argilosos. Normalmente desenvolve-se em temperaturas mínimas de 15° a 20 °C e máximas chegam a 40 °C, meses que é intensificado a seca, estas são condições ideais para um bom cultivo da espécie. (PELISSARI, 2012)

Mesmo que o plantio de teca já ocupe uma área significativa da Região Sudoeste do Estado de Mato Grosso, há poucos relatos de cunho científico a respeito da cultura, especialmente relacionada a fatores edáficos do solo. Sobretudo a necessidade de estudos que avaliem o desenvolvimento silvicultural da teca, sendo assim o presente trabalho teve como objetivo relacionar as quantidades de frações grosseiras (cascalhos e calhaus) que compõe o esqueleto do solo, e sua influência na produtividade da teca no município de Porto Esperidião, Região Sudoeste do Estado de Mato Grosso, obtendo informações de caráter científico para seu manejo e assim conhecer o melhor caminho para atingir a sustentabilidade desta atividade.

Os povoamentos comerciais de teca, estão situados nas Fazendas Cacimba e Santa Maria, no município de Porto Esperidião pertencentes à Região Sudoeste do Estado de Mato Grosso. A seleção das áreas de estudo foi feita por caminhamento livre, de toda a área com teca de 1.869 hectares (ha). As parcelas selecionadas dentro dos talhões foram feitas por meio de observações do solo, inserido na paisagem e do desenvolvimento da cultura. Foram escolhidas 50 parcelas com 600 metros quadrados (m<sup>2</sup>) com mesmo idades de manejo com 12 e 13 anos de idade. Em cada parcela foram abertas trincheiras até 2 metros (m) de profundidade, onde foram coletadas as amostras de solos, nas profundidades de 0 a 5, 5 a 40 e 40 a 80 centímetros (cm) para determinações granulométricas seguindo metodologia da Embrapa (1997). Para fins de correlacionar o potencial produtivo de cada parcela foi abatido à árvore média, dentro do grupo de vinte por cento das árvores dominantes, a qual foi submetida à cubagem rigorosa pelo método Smalian. As amostras foram analisadas no Laboratório de solos do Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Cáceres (IFMT). Para determinação do cascalhos e calhaus, foi utilizado o peso total das amostras, após foram agitadas em garrafas pet de 500 ml, em seguida adicionou-se 100 ml de água que passou pelo agitador mecânico Wagner TE-160-24 por 2



horas. Após agitação foi peneirado em malha de 2 mm e 20 mm em água corrente, promovendo assim a remoção completa das frações menores 2 mm e restos vegetais. Ao final do processo apenas as frações maiores que 2 mm, cascalhos (2 - 20 mm) e calhaus (20 - 200 mm) restou.

Posteriormente realizou-se a representação da distribuição de frequência para os teores de cascalhos e calhaus para o ponto e a ordenação de produtividade de Teca ( $m^3$ ) em função dos pontos amostrados. As análises foram feitas pelos softwares R (R DEVELOPMET CORE TEAM, 2005) e Microsoft Excel 2010.

Com base nos valores de cascalhos e calhaus nas diferentes profundidades 0 – 5; 5-40 e 40-80 cm, verificou-se uma distribuição aleatória das quantidades de cascalhos e calhaus em relação à produtividade da teca.

Na profundidade superficial de 0- 5 cm, foi observado relação entre a presença de cascalhos e calhaus e a produtividade da teca. Onde os pontos de coleta com quantidades acima de  $130\text{ g kg}^{-1}$  de cascalhos e calhaus coincidem com os pontos de menor produtividade da teca, abaixo de  $0,2\text{ m}^3$ . Na profundidade de 5,0- 40 cm, notou-se novamente alguns pontos com quantidade de cascalhos e calhaus acima de  $200\text{ g kg}^{-1}$  coincidiram com os pontos de menor produtividade da teca, abaixo de  $0,2\text{ m}^3$ . Contudo, há pontos com alta produtividade em solo com teor de cascalhos e calhaus também acima de  $200\text{ g kg}^{-1}$ . Diferentes das outras profundidades, a profundidade de 40 – 80 cm, mesmo com a presença de cascalhos e calhaus até valores acima de  $500\text{ g kg}^{-1}$  a teca conseguiu obter uma boa produtividade. Essa produtividade deve estar associada, por nesta profundidade o solo apresentar boas características de umidade. Mesmo durante o período seco do ano persiste alguma umidade, que em tensões elevadas, deve constituir em um efeito lubrificante entre as partículas de solo, minimizando os efeitos do impedimento ao crescimento radicular frente à cascalhos mais calhaus (DIAS JUNIOR et al., 2005).

A pouca relação observada entre a produtividade e a quantidade de cascalhos e calhaus nas camadas amostradas é insuficiente para explicar a produtividade da teca. Isto indica que a variável cascalhos e calhaus possui influência sobre a produtividade, porém não determina sozinha o potencial produtivo, podendo ter seus efeitos negativos atenuados na presença de outros atributos de solo, para o qual requer mais estudos.

## Referências

- ANGELI, A. **Tectona grandis (Teca)**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. 2003 - Piracicaba/SP. Disponível em <http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.asp>.
- BEHLING, M. **Nutrição, partição de biomassa e crescimento de povoamentos de teca em Tangará da SerraMT**. 2009. 176 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.
- DIAS JUNIOR, M.S.; LEITE, F.P.; LASMAR JUNIOR, E.; ARAÚJO JUNIOR, C.F. Traffic effects on the soil preconsolidation pressure due to *Eucalyptus* harvest operations. **Science Agrícola**, v.62, p.248-255, 2005.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed.rev.atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPACNPS. Documentos, 1)
- PELISSARI, A. L. **Silvicultura de precisão aplicada ao desenvolvimento de Tectona grandis L.f. na região Sul do estado de Mato Grosso**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá - MT.
- RACHWAL, M.F.G.; CURCIO, G.R.; DEDECEK, R.A.; A influência das características pedológicas na produtividade de acácia-negra (*Acacia mearnsii*), Butiá, RS. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, n.56. p.53- 62, Jan/Jun.2008.

## PERDA DE ÁGUA E SOLO EM DIFERENTES DECLIVIDADES E COBERTURAS DO SOLO COM USO DE SIMULADOR DE CHUVA

Alexandre Pereira Franco, Edna Maria Bonfim-Silva, Tonny José Araújo da Silva,  
Ellen Souza do Espírito Santo

Universidade Federal de Mato Grosso, Graduando, Rondonópolis - MT, *alepf\_franco@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** chuva simulada; erosão hídrica; conservação do solo.

O aumento da declividade do terreno, faz com que haja um aumento na velocidade de escoamento superficial e assim diminuindo a infiltração da água pelos poros do solo. Esse aumento de velocidade de escoamento aumenta o transporte das partículas do solo.

A utilização dos simuladores de chuva são ferramentas de pesquisa projetadas para aplicar água de forma similar às chuvas naturais, e essas características devem ser reproduzidas adequadamente (tamanho, distribuição, velocidade terminal de gotas e intensidade de aplicação), para que os dados de escoamento superficial e erosão sejam analisados criteriosamente obtendo informações de confiança (FERREIRA et al., 2010).

Objetivou-se avaliar as taxas erosivas produzidas pela chuva, comparar as perdas de água e solo na ausência e presença de cobertura vegetal e estimar a perda de solo e água em função da declividade do terreno. Foram realizados estudos utilizando-se o simulador de chuvas, equipamento que possibilita produzir chuvas com características similares das precipitações naturais.

O experimento foi conduzido em condições de campo nas dependências da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Campus Universitário de Rondonópolis - MT sob coordenadas geográficas 16°28' Latitude Sul, 50°34' Longitude Oeste, com altitude de 284 m.

A unidade experimental foi constituída por 20 (vinte) parcelas de 2,9 x 2,0 m, e espaçamento entre parcelas de 2,0 m. Cada parcela foi delimitada com placas de alvenaria que permitiram simular as diferentes declividades e preenchidas com solo. O solo na região coletada foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial, constituído de cinco declividades (3, 6, 9, 12 e 15 %) e quatro coberturas de solo: solo descoberto, solo cultivado com sorgo, solo cultivado com sorgo e palha e solo com palha. Foram realizadas três repetições no decorrer do tempo, iniciando aos 50 dias após o plantio com intervalo de uma semana entre uma e outra.

Foi realizada a calagem antecedendo 30 dias o plantio. Após a calagem realizou-se o nivelamento das parcelas, respeitando 5 cm de borda livre para que o solo não fosse perdido por outros agentes além da chuva simulada. Utilizou-se 12 sementes por metro linear. Completados 50 dias após a germinação começaram as avaliações com o simulador de chuvas. O simulador foi posicionado sobre a parcela, conectado ao reservatório e o cabo de alimentação do oscilador no regulador de tensão.

Foram colocados os galões nos sifões de coleta, para que em seguida começasse a simulação. Cada simulação teve a duração de 15 minutos, totalizando aproximadamente 18 mm de lâmina de água aplicada, no qual a água não infiltrada e solo carregado durante essa operação foram direcionados aos galões na parte inferior das parcelas. Os galões com solo e água foram pesados, para então ter seu conteúdo transferido para os baldes, para separação da água e do solo. Foram previamente pesados. Em seguida, acrescentou-se 5 ml de sulfato de alumínio a 3 % para acelerar o processo de sedimentação. Os baldes permaneceram em repouso por 48 horas. Em seguida, com auxílio de uma

mangueira succionou-se a água sobrenadante como sugerido por Cogo (1978) e, posteriormente, de forma natural, os baldes foram deixados para total evaporação da água. Após a secagem foi possível determinar a quantidade de solo perdido em cada parcela.

As análises estatísticas foram realizadas, aplicando-se teste F a 5 % de probabilidade, e quando significativos aplicou-se teste de Tukey a 5 % de probabilidade para o fator cobertura e regressão para as declividades, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

Houve interação significativa entre os fatores declividade e cobertura do solo para a variável perda de solo. Quando o solo está descoberto há ajuste ao modelo quadrático de regressão em relação à declividade do terreno. A maior perda de solo ( $85,63 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi observada na declividade 10,18 %, sinalizando que é importante manter o solo coberto para que se diminua o transporte das partículas de solo via escoamento superficial.

Quando avaliado as coberturas do solo dentro de cada nível de declividade, observamos que na declividade 3 % o solo descoberto apresentou a maior perda de solo ( $19,06 \text{ kg ha}^{-1}$ ) não diferindo estatisticamente do solo cultivado com sorgo. Para as demais declividades o solo descoberto também apresentou a maior perda de solo.

A variável perda de água também apresentou interação entre os tratamentos. Quando o solo foi mantido descoberto a variável, ajustou-se ao modelo linear crescente de regressão, apresentando perda de  $16597,88 \text{ L ha}^{-1}$  de água. Quando utilizada cobertura com palhada e sorgo com palhada não houve diferença significativa, indicando que essas coberturas foram eficientes para a redução da perda de água independente da declividade do terreno. Quando foi mantida a cobertura somente cultivada com sorgo, houve um ajuste quadrático da regressão, apresentando maior perda de água ( $33332,47 \text{ L ha}^{-1}$ ) na declividade 9,64 %. Carvalho (2003) observou redução de até 66,7 % na perda de solo, destacando a importância de se manter a cobertura do solo. Volk e Cogo (2014) salientaram a importância da cobertura do solo por resíduos culturais, com redução expressiva na perda de solo e de água.

Observando-se cada declividade estudada, o solo coberto por palhada e sorgo com palhada obtiveram melhores resultados na contenção de perda de água, e as maiores perdas foram observadas no solo descoberto ou cultivado apenas com sorgo.

Em geral os melhores resultados quanto ao controle da perda de água e solo foram obtidos nas parcelas com alguma cobertura vegetal, demonstrando a importância de mantê-la sobre o solo, para aumentar a infiltração de água e reduzir o escoamento superficial.

## Referências

- CARVALHO, D. F., MONTBELLER, C. A., CRUZ, E. S., LANA, A. M. Q., SILVA, W. A. Efeito da cobertura morta e do preparo do terreno nas perdas de solo e água em Argissolo Vermelho-Amarelo. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa. MG. v.11, n.1-4, 2003.
- COGO, N.P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas de erosão em condições de chuva natural. I. Sugestões gerais, medição dos volumes, amostragem quantificação de solo e água da enxurrada. 1º aproximação in Anais... II **Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo**, Passo Fundo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1978. p.75-98.
- FERREIRA, A. O., GONZATTO, R., MIOLA, A., ELTZ, F. L. F., AMADO, T. J. C. Influência da declividade e de níveis de cobertura do solo no processo de erosão com chuva simulada. **Revista Verde**. Mossoró. RN. v.5, n.5, 2010.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** (Lavras), v.3, p.317-345, 2008.
- VOLK, L. B. S., COGO, N. P. Erosão hídrica, em três momentos da cultura do milho, influenciada por métodos de preparo do solo e semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. p.365-574, 2014.

## ESTOQUES DE C DO SOLO NA EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM ÁREAS DE PASTAGEM NO CENTRO-SUL DO BRASIL

Dener Márcio da Silva Oliveira, Carlos Eduardo Pellegrino Cerri

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Doutorado, Piracicaba - SP,  
*denermsoliveira@gmail.com*.

**Palavras-chave:** mudança de uso da terra; etanol; matéria orgânica do solo.

A bioenergia é imprescindível para a segurança ambiental e mitigação da mudança climática. Entretanto, alterações no estoque de C do solo (SOC) em áreas utilizadas para a produção de matéria-prima ainda geram questionamentos acerca da sustentabilidade dos biocombustíveis. A mudança de uso da terra (MUT) pode associar-se a decréscimos no SOC, com considerável impacto no potencial de mitigação dos biocombustíveis (FARGIONE et al., 2008). No Brasil, os efeitos negativos da MUT para cana-de-açúcar trouxeram dúvidas sobre a efetividade do etanol brasileiro como opção para mitigar o efeito estufa. Recentemente, quase toda a expansão da cana-de-açúcar concentra-se em áreas de pastagens (DIAS et al., 2016). Nesse sentido, foi conduzido um trabalho com o objetivo de avaliar-se os efeitos da conversão vegetação nativa (VN) - pastagem (PA) - cana-de-açúcar (CA) sobre o SOC em áreas de expansão da cana-de-açúcar para produção de etanol no Brasil.

Os sites avaliados estão localizados na região Centro-Sul do Brasil, principal região produtora de cana-de-açúcar do mundo. Em três localidades (Jataí - GO, Valparaíso - SP e Ipaussu - SP), amostrou-se o solo por meio de gradagem em cronossequências de VN - PA - CA, em nove pontos por uso da terra ( $n = 27$ ) e até 1 m de profundidade (0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,3; 0,3-0,5; 0,5-0,7; 0,7-0,9 e 0,9-1,0 m). O conteúdo de C nessas amostras foi determinado pelo método de combustão seca, utilizando-se um analisador elementar (TruSpec® CN LECO). Além disso, amostras de solo indeformadas foram tomadas através de anéis Kopeck, para determinação da densidade do solo, parâmetro necessário ao cálculo do SOC. Nesse sentido, o SOC foi ajustado com base em seu equivalente em massa tendo as áreas sob vegetação nativa como referência em cada site. A taxa de alteração no SOC foi calculada considerando a diferença entre o SOC no atual e no prévio uso da terra, além do tempo de conversão para cada MUT (anos). Mais detalhes sobre a metodologia em Oliveira et al. (2016).

A conversão NV-PA causou decréscimos no SOC, atingindo  $0,36 \pm 0,4$ ;  $0,54 \pm 0,05$  e  $1,01 \pm 0,12$  Mg C ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, nas camadas de 0-0,3; 0-0,5 e 0-1,0 m, respectivamente. Diversos estudos, globais ou conduzidos no Brasil, apontaram para o potencial das pastagens em sequestrar C no solo. Entretanto, esses estudos avaliaram pastagens manejadas, um cenário distinto ao observado nas pastagens brasileiras. Atualmente, estima-se que mais de 60 % das pastagens brasileiras estejam degradadas, apresentando baixa fertilidade, processos erosivos e de compactação do solo, além da baixa produção de biomassa, aspectos que resultam na gradativa depleção do SOC nessas áreas. Apesar dos recentes esforços, como por exemplo o Programa ABC, a recuperação de todas essas pastagens não é factível, em decorrência de aspectos financeiros ou associados ao caráter extensivo de grande parte da pecuária brasileira. Nesse sentido, a conversão de parte dessas áreas para outros usos, como a cana-de-açúcar, além de evitar o desmatamento, pode associar-se a recuperação e sequestro de C no solo, como será discutido abaixo.

Em média, a conversão PA-CA associou-se a acréscimos de  $0,12 \pm 0,01$ ;  $0,56 \pm 0,06$  e  $1,97 \pm 0,2$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no SOC nas camadas de 0-0,3; 0-0,5 and 0-1,0 m, respectivamente. Nos Estados Unidos,

a conversão de pastagens para produção de cana energia (DUVAL et al., 2013) ou *Miscanthus* (DUNN et al., 2013) também associou-se a incrementos no SOC. No Brasil, a colheita da cana-de-açúcar sem queima associa-se a altos inputs de C e acréscimos no SOC. Além disso, a aplicação da vinhaça e torta de filtro, práticas comuns em canaviais brasileiros, também são associadas ao balanço positivo de C. Dessa forma, os incrementos no SOC associados a conversão PA-CA podem parcialmente neutralizar o débito de C associado a conversão VN-PA, além de aumentar o potencial de mitigação do efeito estufa pelo etanol brasileiro.

Algumas ressalvas devem ser feitas sobre os nossos achados. Primeiramente, o revolvimento do solo durante a reforma do canavial associa-se a consideráveis descrescimos no SOC, que podem neutralizar o potencial da cana sem queima em sequestrar C no solo. Além disso, as taxas de alterações no SOC aqui discutidas foram calculadas utilizando-se uma abordagem simplista, que não considera a variabilidade temporal ou espacial no conjunto de dados. Nossos resultados são promissores, porém deve-se ter cautela ao afirmar que a conversão PA-CA irá associar-se a altas taxas de sequestro de C no solo por longos períodos.

Como visto, a profundidade avaliada interfere na amplitude das alterações no SOC associadas a MUT. Nesse sentido, recomenda-se a amostragem do solo em camadas mais profundas (ao menos até 1 m) em estudos que visem avaliar os efeitos da MUT no balanço de C em áreas agrícolas. Por fim, acreditava-se que a principal consequência da conversão de pastagens para outros usos da terra era a migração da pecuária para outras áreas, aumentando o desmatamento. Entretanto, recentemente observou-se que a ocorrência dessa MUT indireta tenha sido algo superestimado no passado e que, contrariamente, a conversão de pastagens para outros usos é uma forma efetiva de evitar-se a conversão da vegetação natural para agricultura (EGESKOG et al., 2016).

Conclui-se que a conversão de pastagens para cana-de-açúcar sem queima pode associar-se a acréscimos no SOC, aumentando o potencial de mitigação do efeito estufa do etanol brasileiro. Nesse sentido, sugere-se que as partes que governem a produção de bioetanol no Brasil devam considerar formas para incentivar a expansão da cana-de-açúcar sobre áreas de pastagem, com base na disponibilidade de terras e nos efeitos positivos sobre o balanço de C do etanol brasileiro.

## Referências

- DIAS, L.C.P.; PIMENTA, F.M.; SANTOS, A.B.; COSTA, M.H.; LADLE, R.J. Patterns of land use, extensification, and intensification of Brazilian agriculture. **Global Change Biology**, v.22, p.2887-2903, 2016.
- DUNN, J.B.; MUELLER, S.; KWON, H.Y.; WANG, M.Q. Land-use change and greenhouse gas emissions from corn and cellulosic ethanol. **Biotechnology for Biofuels**, v.6, p.1-13, 2013.
- DUVAL, B.D.; ANDERSON-TEIXEIRA, K.J.; DAVIS, S.C.; KEOGH, C.; LONG, S.P.; PARTON, W.J.; DELUCIA, E.H. Predicting Greenhouse Gas Emissions and Soil Carbon from Changing Pasture to an Energy Crop. **PLoS ONE**, v.8, e72019, 2013.
- FARGIONE, J.; HILL, J.; TILMAN, D.; POLASKY, S.; HAWTHORNE, P. Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt. **Science**, v.319, p.1235-1238, 2008.
- EGESKOG, A.; BARRETTO, A.; BERNDES, G.; FREITAS F.; HOLMÉN, M.; SPAROVEK, G.; TORÉN, J. Actions and opinions of Brazilian farmers who shift to sugarcane—an interview-based assessment with discussion of implications for land-use change. **Land Use Policy**, v.30, p.594-604, 2016.
- OLIVEIRA, D.M.S.; PAUSTIAN, K.; DAVIES, C.A.; CHERUBIN, M.R.; FRANCO, A.L.C.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Soil carbon changes in areas undergoing expansion of sugarcane into pastures in south-central Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.228, p.38-48, 2016.



## ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO MARRECAS

Joelma Divina Murliki, Elemar Antonino Cassol, Élvio Giasson, Tiago Stumpf da Silva, Marcelo Raul Schmidt

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Doutoranda, Porto Alegre - RS, [murliki@gmail.com](mailto:murliki@gmail.com).

**Palavras-chave:** RUSLE; geoprocessamento; planejamento.

A estimativa das perdas de solo por erosão hídrica é uma ferramenta que pode ser utilizada no planejamento de atividades agrícolas ou de gestão do uso e manejo de glebas de terra e até mesmo de unidades de monitoramento, como bacias hidrográficas. Uma alternativa para se estimar as perdas de solo é a utilização de modelos de predição da erosão hídrica do solo, sendo que um dos mais conhecidos e mais utilizados é a Equação Universal de Perdas de Solo (do original USLE, “*Universal Soil Loss Equation*”). A USLE foi concebida para estimar a perda de solo em parcelas, encostas ou glebas agrícolas relativamente homogêneas. Quando se trabalha com a unidade bacia hidrográfica geralmente se utiliza a Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE), uma versão revisada para ser aplicada nesta condição. O objetivo deste estudo foi estimar as perdas de solo que ocorrem na bacia hidrográfica do arroio Marrecas (BHAM) em Caxias do Sul - RS, com o uso da RUSLE e de ferramentas de geoprocessamento, visando estabelecer as áreas prioritárias para conservação do solo e da água.

A área de estudo foi BHAM, localizada entre os municípios de Caxias do Sul e São Francisco de Paula, no Estado do Rio Grande do Sul, com área aproximada de 5.141 ha, onde está localizado o reservatório da Barragem do Marrecas, que abastece a cidade de Caxias do Sul. A BHAM apresenta associações de três tipos de solo: Cambissolos, Neossolos e Nitossolos, que ocorrem associados (SAMAE, 2008).

Para estimar a perda de solo de uma bacia hidrográfica, utiliza-se a RUSLE, modelo de erosão projetada para computar a perda de solo por unidade de área por unidade de tempo ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ), em longo prazo, sendo definida pela equação abaixo:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

onde, A = estimativa de perda de solo por ação da erosão hídrica ( $\text{t ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ); R = erosividade da chuva ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ); K = erodibilidade do solo ( $\text{t ha h MJ}^{-1} \text{mm}^{-1} \text{ha}^{-1}$ ); L = comprimento da rampa (adimensional); S = declividade do terreno (adimensional); C = uso e manejo do solo (adimensional) e P = práticas conservacionistas (adimensional).

O Fator R utilizado foi calculado para a BHAM, no Estudo de Impacto Ambiental da Barragem do Marrecas, SAMAE (2008), e expressa à capacidade da chuva, em uma dada região, de causar erosão em uma área sem proteção. A erosividade da chuva (R) foi calculada com base nos dados de precipitação registrados na Estação Pluviométrica Seca, localizada na área da bacia, compondo uma série histórica 50 anos de observações e o valor estimado foi de  $6.858,7596 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1} \text{ano}^{-1}$ .

A erodibilidade dos solos indica a facilidade com que as partículas de determinado solo são destacadas e transportadas. O método utilizado para a estimativa da erodibilidade dos solos foi o nomograma de Wischmeier et al. (1971), que estima o valor de K a partir das propriedades solo (textura, percentual de matéria orgânica, estrutura e permeabilidade). As propriedades do solo

foram obtidas de Brasil (1973) do perfil de referência nº 47 – Bom Jesus para os Cambissolos, do perfil de referência nº 153 – Caxias para os Neossolos e de Pötter et al. (1977), do perfil de referência nº 3, para os Nitossolos. Os valores de erodibilidade do solo foram multiplicados pelo fator 0,1317 (FOSTER et al., 1981) para a conversão do Sistema Inglês para o Sistema Internacional de Unidade (SI), sendo o valor de  $K$   $0,023 \text{ t ha h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$  para os Cambissolos,  $0,033 \text{ t ha h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$  para os Neossolos e  $0,019 \text{ t ha h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$  para os Nitossolos.

O fator topográfico (LS) foi determinado utilizando o *software* gratuito, de código aberto System for Automated Geoscientific Analysis (SAGA-GIS 2.1.0), e o MDE (Modelo Digital de Elevação), com resolução de  $30 \times 30 \text{ m}$  gerado a partir de uma imagem de satélite ASTER GEDEM. Foi utilizado o módulo “Basic Terrain Analysis” do SAGA para a extração dos parâmetros de análise do terreno ou índices de representação da paisagem.

O fator C foi obtido a partir da literatura, onde se associou a cada uso do solo um fator C correspondente, sendo esses dados e os dados do uso do solo da BHAM utilizados foram determinados no Estudo de Impacto Ambiental da Barragem do Marrecas (SAMAE, 2008).

O fator P varia de 0 a 1, considerando-se valores que próximos de zero para a adoção de práticas conservacionistas complementares combinadas e 1 para a não adoção destas práticas. Foi atribuído o valor 1, considerando-se a não adoção de práticas conservacionistas.

A estimativa da perda de solo na BHAM foi determinada pela multiplicação dos diferentes planos de informações representados pelos fatores da equação na forma de matriz numérica no *software* ArcGIS 10.2.2.

O processamento dos planos de informação resultou na seguinte distribuição: 98 % (5.029 ha) da área total da BHAM foi classificada na classe baixa com perdas potenciais de solo inferiores a  $12 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . As áreas classificadas com perdas de solo como média, compreendem valores entre  $12$  e  $25 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e somam cerca de 0,3 % (15,42 ha) da área da bacia. Da mesma forma, as áreas com perdas de solo entre  $25$  e  $37 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , classificadas como alta, representa 0,12 % (6,20 ha) da área da bacia. As áreas com maior potencial erosivo representam 1,75 % (89,96 ha) da área e estão associadas às áreas de cultivo, que apresentam perdas de solo superiores a  $37 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

As baixas taxas de perda de solo podem ser atribuídas principalmente ao uso do solo da bacia, o qual é 80 % coberta por campos e matas e de acordo com outros estudos realizados na mesma região, as perdas de solo são consideradas baixas e esta condição é justificada pelo uso da terra predominante na bacia, a pecuária extensiva sobre vegetação de campo natural, possibilitando uma cobertura vegetal permanente. Os resultados obtidos corroboram com os resultados de Cemin et al. (2013), os quais indicam que a bacia apresenta baixa geração de sedimentos por erosão laminar, apresentando maior parte da sua extensão inserida nas classes com muito baixa a baixa perdas de solos.

O uso combinado de ferramentas de geoprocessamento com a RUSLE pode auxiliar na tomada de decisão, bem como para o planejamento de ações de manejo e conservação do solo em uma bacia hidrográfica. Com o uso dessa metodologia pode-se realizar o planejamento das atividades do ano agrícola e ações que visem diminuir as perdas de solo em áreas consideradas prioritárias.

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de pesquisas pedológicas. **Levantamento de Reconhecimento do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife. (Boletim Técnico, 30). 431 p. 1973.



CEMIN, G.; PÉRICO, E.; SCHNEIDER, V. E.; FINOTTI, A. R. Determinação da perda de solos por erosão laminar na bacia hidrográfica do arroio Marrecas, RS, Brasil. **Scientia Plena**. v.9, n.1. 2013.

FOSTER, G. R.; McCOOL, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.36, n.6, p.355-359. 1981.

PÖTTER, R. O. **Caracterização de solos da região dos Campos de Cima da Serra/RS**. (Dissertação de Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 176p. 1977.

SERVIÇO AUTONOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE CAXIAS DO SUL SAMAE, **Estudo de Impacto Ambiental da Barragem do Marrecas**, Caxias do Sul. 2008.

WISCHMEIER, W. H.; JOHNSON, C. B.; CROSS, B. V. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.26, n.5, p.189-193. 1971.

## POTENCIAL HÍDRICO DO XILEMA EM TRÊS ESPÉCIES DA CAATINGA EM FUNÇÃO DOS ASPECTOS FENOLÓGICOS

Laerte Bezerra de Amorim<sup>1</sup>, Ignacio Hernán Salcedo<sup>2</sup>, Antonio Celso Dantas Antonino<sup>3</sup>,  
Emanoel Lima Martins<sup>2</sup>, Laíse Bezerra de Amorim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - Campus Oeiras, Professor, Oeiras - PI,

[laerte@ifpi.edu.br](mailto:laerte@ifpi.edu.br); <sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba - Campus Areia;

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pernambuco; <sup>4</sup>ProGEOTec.

**Palavras-chave:** estresse hídrico; antemanhã; semiárido.

O estresse hídrico é o fator mais limitante para a produção de biomassa vegetal e perpetuação da espécie em ecossistemas de florestas tropicais sazonalmente secas (FTSS). A vegetação de caatinga, semiárido do Brasil, é uma das 37 “Wilderness Areas of the World” (áreas desérticas do mundo) (AGUIAR et al., 2002) e é comumente utilizada como fonte de forragem para animais domésticos e os selvagens, além de fornecer lenha, carvão e ervas para a medicina popular (SAMPAIO, 1995).

A interação entre os aspectos fenológicos e fisiológicos não é bem compreendida em muitos ambientes sazonalmente secos (LIMA et al., 2012). O potencial hídrico ( $\Psi_w$ ) mede o grau de hidratação da planta, podendo ser compreendido como um indicador geral da sua saúde, fornecendo um índice relativo do estresse hídrico ao qual a planta está submetida (SCHOLANDER et al., 1965; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ et al., 2011). No atual estudo, o objetivo foi avaliar o potencial hídrico total do xilema na antemanhã (04h40 e 05h00) em exemplares de *Croton blanchetianus* (marmeleiro), *Poincianella pyramidalis* (catingueira) e *Mimosa ophthalmocentra* (jurema-de-imbira) ao longo de diferentes estádios fenológicos em floresta sazonalmente seca do semiárido do Brasil.

O estudo foi conduzido em área experimental (07 10' 34"S e 36 27' 33" W) pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. (EMEPA), Soledade, PB, Brasil. As observações fenológicas foram realizadas visualmente por meio de anotações em campo e fotografias em 5 (cinco) indivíduos de *C. blanchetianus*, de *M. ophthalmocentra* e de *P. pyramidalis*. Para cada indivíduo foi estimada a proporção da área foliar (folhas novas, maduras e ou senescentes) e de flores (botão floral ou flor aberta), a partir de uma escala semi-quantitativa adaptada de Fournier (1974), em que 0 % (zero) foi à ausência da fenofase e 100 % a intensidade máxima. Dos 5 (cinco) indivíduos de cada espécie, 3 (três) foram utilizados na medição do potencial hídrico ( $\Psi_w$ ) das plantas, em que esse foi mensurado por meio da técnica da bomba de pressão, utilizando uma câmara de Scholander (SCHOLANDER et al., 1965). As leituras foram conduzidas entre às 04h40 e 05h00 durante 17 dias entre fevereiro de 2011 e maio de 2012, o intervalo de dias entre as leituras foram em função do estágio fenológico das espécies avaliadas e do armazenamento de água no solo.

O  $\Psi_w$  das plantas foi mensurado por meio da técnica da bomba de pressão, utilizando uma câmara de Scholander (SCHOLANDER et al., 1965). As leituras foram conduzidas entre às 4h40 e 05h00 durante 17 dias entre fevereiro de 2011 e maio de 2012, o intervalo de dias entre as leituras foram em função do estágio fenológico das espécies avaliadas e do armazenamento de água no solo.

Após verificar a homogeneidade de variâncias e normalidade, de acordo com o teste de Shapiro-Wilk, as médias de  $\Psi_w$  das plantas da antemanhã foram comparadas entre espécies para cada data de amostragem e entre datas de amostragem para cada espécie. Os dados foram testados pelo método da

diferença honestamente significativa (honestly significant difference, HSD) de Tukey e considerando estatisticamente diferente a  $p \leq 0,05$ .

A *M. ophthalmocentra* manteve-se com folhas durante todo o período experimental, enquanto as outras duas espécies ficaram um período sem folhas: *C. blanchetianus* a partir da primeira semana de setembro de 2011 e *P. pyramidalis* a partir de outubro de 2011 (pico do período de estiagem de chuvas), permanecendo até a primeira quinzena de novembro/2011.

A média do  $\Psi_w$  variou de -0,10 a -2,23 MPa em *C. blanchetianus*, de -0,23 a -2,31 MPa em *P. pyramidalis* e de -0,32 a -3,65 MPa em *M. ophthalmocentra*, nos 17 dias de medição de fevereiro de 2011 a maio de 2012. O máximo do  $\Psi_w$  ocorreu no auge da estação chuvosa quando as árvores estavam com o máximo da cobertura foliar, Índice de Fournier (IF) em 100 %, junho de 2011 e o mínimo foi observado no auge da estação seca, IF zero ou próximo a zero por cento (%) em outubro de 2011.

Em 2012, as chuvas foram menos frequentes e volumosas, resultando em valores mais negativos de  $\Psi$  hídrico total e alterações nos estádios fenológicos, principalmente no reprodutivo, em comparação com o período chuvoso do ano anterior. Diferenças significativas (Tukey-HSD,  $p \leq 0,05$ ) do  $\Psi_w$  entre as espécies foram observadas apenas nas amostragens de 12 de outubro de 2011 e de 09 de fevereiro de 2012, nos quais o potencial da *M. ophthalmocentra* foi inferior às outras espécies avaliadas.

Apesar dessas três espécies se enquadrarem em um mesmo grupo de acordo com os critérios de Lima et al. (2012), para esse caso, as variações do  $\Psi_w$  podem estar relacionadas com a área foliar (AF), tendo em vista que todos os ramos avaliados apresentavam folhas expandidas e quanto maior foi a AF maior (mais próximo de zero) foi o  $\Psi_w$  da planta. O menor tamanho da AF, implica, geralmente, em maior resistência ao murchamento durante a estação seca, como por exemplo, na *M. ophthalmocentra*, a única com folhas durante todo o ano.

As mudanças sazonais da proporção de folhas e de flores na copa foram menos expressivas em 2011, possivelmente devido ao maior volume pluviométrico e o menor intervalo entre eventos chuvosos, por conseguinte, maior período de dias com o solo próximo da capacidade de campo. Esse benefício das chuvas foi observado com a proporção de folhas (IF foliar) acima de 70 % de março a agosto de 2011 nas árvores do *C. blanchetianus*, *M. ophthalmocentra* e *P. pyramidalis*, haja vista que quanto maior a proporção de folhas maior a realização de fotossíntese (GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ et al., 2011).

O potencial hídrico total das espécies estudadas demonstrou forte influência com o estágio fenológico, sobretudo a presença ou ausência de folhas. Para as mesmas condições fenológicas, as espécies apresentaram, em alguns momentos, comportamentos distintos do  $\Psi_w$ , tais diferenças de potenciais foram atribuídas ao tamanho da área foliar.

## Referências

- AGUIAR, J.; LACHER, T.; SILVA, J.M.C. **The Caatinga**. In: GIL, P.R., ed. Wilderness – Earth's last wild places. Mexico City: CEMEX, p.174–181, 2002.
- FOURNIER, L.A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v.24, p.422-423, 1974.
- GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ H. et al. Xylem water potentials of native shrubs from northeastern Mexico. **Acta Agriculturae Scandinavica (Soil and Plant Science)**. v.61, p.214-219, 2011

LIMA, A.L.A. et al. Do the phenology and functional stem attributes of woody species allow for the identification of functional groups in the semiarid region of Brazil? **Trees**, v.26, p.1605–1616, 2012.

SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian Caatinga. In: BULLOCK, S.H.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (Eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge, Cambridge University Press, 1995. p. 35-63.

SCHOLANDER, P.F. et al. Sap pressure in vascular plants. **Science**, v.148, p.339–346, 1965.

## AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA DE CLONES DE SERINGUEIRA SOB DIFERENTES FORMAS DE PLANTIO NO CERRADO MINEIRO

Leandro Resende Moreira<sup>1</sup>, Matheus Duarte da Silva Cravo<sup>1</sup>, José Luiz Rodrigues Torres<sup>1</sup>,  
José Geraldo Mageste<sup>2</sup>, Édimo Fernando Alves Moreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Graduando, Uberaba - MG, [leandroresendemoreira@gmail.com](mailto:leandroresendemoreira@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal de Uberlândia.

**Palavras-chave:** *Hevea brasiliensis*; morfologia; produção de látex.

Várias culturas têm sido utilizadas em florestamento de áreas desmatadas ou degradadas, dentre elas a seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) tem se destacado como uma daquelas que apresenta elevado ganho ambiental, pois armazena significativas quantias de carbono na biomassa, no solo e na borracha, que é o seu produto final. A seringueira é árvore que produz a borracha natural, pertence ao gênero *Hevea* e a família das Euforbiáceas, originária da região Amazônica pode ser encontrada naturalmente nos estados do Acre, Amazonas, Rondônia, Pará e em áreas vizinhas do Brasil, no Peru e na Bolívia. Deste gênero são pertencentes 11 espécies, destacando a *Hevea brasiliensis*, pela sua maior capacidade produtiva e variabilidade genética, que pode atingir 30 metros de altura e ter diâmetro de tronco entre 0,30 e 0,60 m (LORENZI, 1998). Todas as espécies são lenhosas e de hábito decíduo, com sistema radicular pivotante e caule ereto, que inicia sua produção de sementes aos 4 anos e aos 7 anos a produção de látex, sendo que esta pode-se prolongar por um período de 30-35 anos, com aproveitamento de madeira para processamento mecânico e energia ao final de seu ciclo (PEREIRA; PEREIRA, 2001). Neste estudo pretende-se avaliar morfologia de dois clones de seringueira sob diferentes formas de plantio após vinte e oito anos de cultivo. O estudo vem sendo desenvolvido num LATOSSOLO VERMELHO Distrófico de textura média, no município de Uberaba-MG, localizado entre as coordenadas 19°39'19"S e 47°57'27"W, a cerca de 795 m de altitude. O Seringal em estudo contém aproximadamente 600 plantas, que foram plantadas no mês de janeiro de 1986, desde então vem sendo feitas roçadas nas entrelinhas, algumas vezes aplicou-se água residual de suinocultura (ARS) em toda a área, contudo nunca foi feito a sangria destas plantas. A precipitação média anual é de 1.600 mm; a temperatura média anual é de 22,6 °C e a umidade relativa do ar média são de 68 %. O clima é classificado como Aw, tropical quente, segundo Köppen, apresentando inverno frio e seco. Os dados utilizados neste trabalho foram provenientes de dois experimentos. No primeiro foi utilizado o clone RRIM 600, enquanto que no segundo utilizou-se o clone FX 2261. Em ambos os experimentos, o delineamento experimental instalado foi o em blocos casualizados (DBC), com 5 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram constituídos de diferentes formas de plantio: 1 – Em covas de 40 x 40 x 60 cm de profundidade (Testemunha); 2 – Em cova com enxadão com 35 a 40 cm de profundidade; 3 – Em sulco aberto com sulcador cana (semiaberto) com 45 cm de largura + 45 cm de profundidade, onde o solo foi retorno ao sulco com enxada; 4 – Em covas feitas com coveador de estacas de cerca, com o trator de pneu, com 35 cm de diâmetro e 80 cm de profundidade, sem escarificação lateral; 5 – Em covas feitas com coveador de estacas com 25 cm de diâmetro e 50 cm de profundidade; Dois clones: 1 - Clone RRIM 600; 2 - Clone Fx 2261), todos com 3 repetições. Os seguintes caracteres foram avaliados: diâmetro a altura do peito (DAP), médio com auxílio da fita métrica, expresso em cm; Altura da primeira bifurcação (AB), medido com régua graduada, expresso em metros; Espessura

da casca (EC), medido com barra metálica graduada, expresso em cm. Para verificação dos efeitos dos clones e plantios os dados foram submetidos à análise de variância conjunta, utilizando o *software* R Core Team. Para os casos onde se fez necessário foi necessário, foi aplicado o teste de Tukey, para comparação entre médias. Em todas as análises foi utilizado um nível de probabilidade de 5 %. Não houve interação ( $p > 0,05$ ) entre os fatores clone e forma de plantio para nenhum das características avaliadas (DAP, AB e EC). Assim estes fatores foram avaliados isoladamente. O efeito das formas de plantio não foi significativo ( $p > 0,05$ ) em todas as variáveis estudadas (DAP, AB e EC), isto é, não houve diferenças entre as médias destes tratamentos, pois todas as variáveis foram estatisticamente iguais. Mesmo assim, vale ressaltar que os valores de DAP observados variaram entre 64 a 80 cm para o clone RRIM 600 e entre 68 e 88 cm para o clone FX 2261, que ficaram acima dos valores estabelecidos por Lorenzi (1998) que variaram entre 30 e 60 cm para a cultura. Da mesma forma, a altura da bifurcação (AB) variou entre 3,18 a 4,87 m para o clone RRIM 600 e de 3,49 a 4,56 para o clone FX 2261. Em seu estudo, Costa et al. (2010) observaram que as plantas com maior AB e DAP foram as que tiveram melhor desempenho para o caráter de produção de borracha seca. Pereira e Pereira (2001) destacam ainda que o DAP é o primeiro parâmetro considerado para dar início a sangria em um seringal, pois o limite mínimo que o tronco da planta deve variar entre 45 a 50 cm, o segundo é o número de plantas que atingiram este limite mínimo no menor intervalo de tempo. Neste estudo todas as plantas estão acima deste limite mínimo e estão aptas a exploração de látex. Para o fator clone, foi verificado efeito significativo ( $p < 0,05$ ) apenas na variável EC, neste caso o clone com maior espessura foi o FX 2261. Diâmetro à altura do peito (DAP) e espessura da casca (EC) se correlaciona tanto genética como fenotipicamente, indicam que plantas com maior DAP tendem ter maior EC e ser mais produtiva (LAGE, 2013), fato este também observado por Arantes et al. (2010) e Mesquita e Oliveira (2010). Neste estudo os maiores valores de DAP e EC sempre ocorreram no clone FX 2261, o que indica que esta cultura provavelmente produz mais látex, quando comparado ao clone RRIM 600. De forma geral, as formas de plantio da cultura não influenciaram os parâmetros morfológicos avaliados em cada clone, entretanto comparando as médias de EC, o clone FX 2261 apresentou os maiores valores de EC, isto indica que tem maiores possibilidades de ter uma produção de látex superior quando comparado ao RRIM 600.

## Referências

- ARANTES, F.C., GONÇALVES, P.S., SCALOPPI JUNIOR, E.J., MORAES, M.L.T.; RESENDE, M.D.V. Ganho genético com base no tamanho efetivo populacional de progênies de seringueira. **Pesq. Agrop. Bras**, n. 45, p. 1419-1424, 2010.
- COSTA, R.B., RESENDE, M.D.V., GONÇALVES, P.S., ROA, R.A.R; FEITOSA, K.C.O. Predição de parâmetros e valores genéticos para caracteres de crescimento e produção de látex em progênies de seringueira. **Brag.**, n. 69, p. 49-56, 2010.
- LAGE, P. **Relações das características morfoanatômicas da casca, estado nutricional e variações climáticas sazonais com a produção de látex em clones de seringueira, em Nepomuceno, MG.** 2013, 101f. Dissertação – UFLA, Lavras, 2013.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras – manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. 352p.
- MESQUITA, A.; OLIVEIRA, L.E.M. Características anatômicas da casca e produção do látex em plantas de seringueira enxertadas. **Act. Am.**, n. 40, p. 241-246, 2010
- PEREIRA, A.V.; PEREIRA, E.B.C. Perspectivas da cultura da seringueira no cerrado. **Ci e Pesq.**, v. 34, p. 1-6, 2001.

## EFEITO DE SUBSTRATOS, PLANTAS E MICROORGANISMOS SOBRE A CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA

Guilherme Musse Moreira, Guilherme Lopes da Silva Xavier, Marliane de Cássia Silva, Catarina Megumi Kasuya, Raphael Bragança Alves Fernandes

Universidade Federal de Viçosa, Doutorando, Viçosa - MG, [guilhermemusse@hotmail.com](mailto:guilhermemusse@hotmail.com).

**Palavras-chave:** qualidade do solo; bioporos; fungos micorrízicos arbusculares.

O conceito qualidade de solo tem sido amplamente estudado nas ultimas décadas. Esse conceito abrange praticamente todas as áreas da ciência do solo, dentre elas e com destaque as que tratam das alterações físicas. Um dos mais importantes temas considerados na avaliação da qualidade física do solo é a sua estrutura. Ela governa diversos processos e está diretamente relacionada ao ganho de qualidade e à produtividade de um solo (GOMES; FILIZOLA, 2006). Dentre os benefícios diretamente relacionados com a boa estrutura de um solo, destacam-se a maior infiltração, condução e armazenamento de água; a maior proteção da matéria orgânica; e melhores condições para o desenvolvimento da macro e microbiota do solo (ALVES et al., 2007).

Grande parte da melhoria na estrutura do solo passa pelo processo de formação de bioporos. O crescimento e posterior morte de raízes e o deslocamento das partículas do solo via expansão do diâmetro radicular geram uma rede de canais que, mesmo em curto prazo, podem favorecer a formação de agregados. Além disso, a presença de fungos micorrízicos arbusculares, que são considerados agentes produtores de substâncias cimentantes, pode melhorar ainda mais a eficiência do processo de estruturação e estabilização dos agregados do solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Uma vez formados os bioporos, é esperada melhoria em diversos atributos do solo, com destaque para a condutividade hidráulica. Este atributo físico está diretamente relacionado com a recarga de mananciais e fornecimento de água para as culturas. Desta forma, trata-se de uma avaliação de grande importância para a conservação do solo e da água nos agroecossistemas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a condutividade hidráulica em materiais de solo e em um rejeito de mineração, em resposta à presença de plantas e de fungos micorrízicos arbusculares.

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Microbiologia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, campus Viçosa - MG. Vasos 7 dm<sup>3</sup> com abertura no fundo foram preenchidos com 5,2 dm<sup>3</sup> do substrato avaliado após passagem em peneira de 2 mm de malha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com uso de um fatorial 3 x 3 x 3, correspondendo a: i) três substratos: argiloso (horizonte B de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura muito argilosa), arenoso (horizonte B de LATOSSOLO AMARELO Distrófico, textura franco arenosa) e rejeito (rejeito de mineração de ferro, obtido da mina Fábrica em Congonhas-MG, textura franco siltosa); ii) três plantas: gramínea (braquiária, *Brachiaria humidicola*), leguminosa (amendoim forrageiro, *Arachis pintoii*) e sem planta (ausência de plantas) e; iii) microrganismos: inóculo 1 (*Piriformospora indica*), inóculo 2 (mix com três espécies de fungos micorrízicos arbusculares, *Gigaspora albida*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e sem inóculo (ausência de inoculo), com 5 repetições, totalizando 135 unidades experimentais.

As plantas foram cultivadas durante seis meses, período em que a gramínea e a leguminosa



foram podadas três e duas vezes, respectivamente. Essas podas foram realizadas não apenas para reduzir o tamanho das plantas, mas também para estimular a formação de bioporos via crescimento e senescência de raízes.

A condutividade hidráulica foi avaliada ao final do experimento com auxílio de um mini infiltrômetro (Mini Disk Infiltrometer). Para a realização da análise, buscou-se a homogeneidade da umidade dos substratos adicionando água até o início do escoamento no fundo do vaso. Na sequência, a adição de água foi suspensa e, uma vez cessada a drenagem, iniciou-se a determinação. Durante a análise os vasos foram mantidos sobre grades a fim de se evitar o contato do fundo com qualquer superfície, de modo a evitar a redução da condutividade. Com os dados de volume percolado e tempo foi calculada a condutividade hidráulica com auxílio de uma planilha Excel fornecida pelo fabricante. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A análise de variância demonstrou não haver influência dos microrganismos sobre a condutividade hidráulica. Por sua vez, a interação substrato vs planta foi significativa. Na análise do efeito dos substratos dentro do fator planta, observou-se menor condutividade hidráulica no rejeito em comparação com os dois substratos avaliados nas três plantas. No rejeito, em média, os valores de condutividade hidráulica foram 18, 10 e 11 % menor do que nos outros dois substratos para a braquiária, amendoim forrageiro e ausência de plantas, respectivamente. Embora a condutividade hidráulica seja mais dependente da estrutura (MESQUITA; MORAES, 2004), o resultado obtido foi decorrente da pobre estrutura do rejeito, que sendo constituído predominantemente por fração silte, impede a passagem de água.

Na análise do efeito das plantas sobre o substrato, somente verificou-se interação significativa para o solo arenoso, no qual a ausência de plantas proporcionou maiores valores de condutividade hidráulica em relação à braquiária. A princípio esse resultado não era esperado, uma vez que, com a presença de raízes existe a expectativa de melhoria nos atributos físicos como observado por Prando et al. (2010). Contudo, neste ensaio a abundância de raízes pode ter reduzido a infiltração por estas estarem ocupando parte do espaço poroso do solo, ao passo que, no tratamento sem planta, a condutividade foi facilitada pela ausência das raízes. Este efeito é potencializado em um sistema fechado como os vasos, onde às raízes acumulam-se em um volume limitado. Além disso, o tempo de experimentação curto pode não ter sido suficiente para incrementar a agregação ao ponto de proporcionar melhores condições que permitissem a obtenção de maiores valores de condutividade hidráulica nos tratamentos com plantas. Vale ressaltar que não houve no ensaio qualquer efeito de compactação.

Ao final dos trabalhos conclui-se que, no curto prazo, não se verifica interferência de microorganismos na estrutura que influencie os valores de condutividade hidráulica. Os substratos argiloso e arenoso apresentaram maior condutividade hidráulica em relação ao rejeito, tanto na ausência quanto na presença de plantas, resultado que foi relacionado basicamente com a natureza do resíduo de mineração. A braquiária proporcionou a redução da condutividade hidráulica no substrato arenoso em comparação com a ausência de plantas, o que pode estar relacionado a ocupação dos poros pelas raízes da gramínea.

Agradecimentos: A Fapemig, ao CNPQ e a Capes pelo apoio financeiro para a condução e divulgação do trabalho.

## Referências

ALVES, M.C.; SUZUKI, L.G.A.S.; SUZUKI, L.E.A.S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um latossolo vermelho distrófico em recuperação. **R. Bras. Ci. Solo**, n.31, p.617-625, 2007.

GOMES M.A.F.; & FILIZOLA H.F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. Embrapa. 2006.8p.

MESQUITA, M.G.B.F. & MORAES, S.O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. **Ciência Rural**, n. 3, p.963-969, 2004.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2006. 744p.

PRANDO, M.B.; OLIBONE, D.; OLIBONE, A.P.E.; ROSOLEM, C.A. Infiltração de água no solo sob escarificação e rotação de culturas. **R. Bras. Ci. Solo**, n.34, p.693-700, 2010.

## DIVERSIDADE MORFOLÓGICA DE RIZOBACTÉRIAS OBTIDAS DE SOLO SOB APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE

Luana Patrícia Pinto<sup>1</sup>, Lucas Mateus Hass<sup>1</sup>, Késia Damaris de Azevedo Frigo<sup>2</sup>, Anderson José Scherer<sup>1</sup>, Luciana Grange<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná - Campus Palotina, Estudante em Ciências Biológicas, Palotina - PR, [luana.kozak@gmail.com](mailto:luana.kozak@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus Cascavel.

**Palavras-chave:** biofertilizante; diversidade morfológica; rizobactérias.

Biofertilizante é um produto que tem como principal importância a alta diversidade de nutrientes minerais quelatizados e disponíveis devido as atividades biológicas e a função de ativadores enzimáticos do metabolismo vegetal. Estudos evidenciam que a adição de compostos orgânicos são benéficos e restabelecem o balanço da microbiota do solo de modo a defendê-lo de diversos agentes e pragas que possam comprometer o ambiente, promovendo a conservação do solo.

A busca pelo conhecimento sobre a diversidade de organismos diretamente relacionados à fertilização biológica de solos tem tomado novas proporções. Isto decorre do anseio pela sustentabilidade na agricultura com redução da dependência de insumos químicos. Atualmente, os principais métodos de fertilização biológica são baseados no uso de inoculantes microbianos, principalmente bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos. Mas, em uma escala bastante crescente, vem surgindo no mercado, produtos que se propõem a reestruturar o solo a partir da introdução de microrganismos, dentre a maioria pertencentes aos chamados grupos funcionais, conjuntos diversos de organismos que exercem uma mesma função no ambiente, como, por exemplo, os diferentes grupos de decompositores da matéria orgânica no solo.

Alguns estudos apontam que a abundância de seres que compõem a biota de um solo é importante do ponto de vista de sua diversidade. A heterogeneidade de microrganismos possibilita uma melhor decomposição da matéria orgânica ocasionando melhor nutrição e proteção das culturas (LAVELLE, 2000). Quanto mais diversa uma microbiota, mais eficiente, em tempo e disponibilidade de diferentes nutrientes, se torna o processo de decomposição e formação da fertilidade do solo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade morfológica de bactérias presentes no solo após a aplicação do biofertilizante sob cultivo de nabo forrageiro. O nabo forrageiro, conhecido cientificamente por *Raphanus sativus* L., foi escolhido para o experimento porque é uma planta muito utilizada na adubação verde, de elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, bastante tolerante à seca e à geada, sendo, portanto, uma opção de cultivo para outono e inverno.

O experimento foi instalado num LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura argilosa na cidade de Palotina - PR. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com três tratamentos e quatro repetições: T1 - biofertilizante de dejetos suínos com probiótico; T2 - biofertilizante de dejetos suínos e; T3 - testemunha sem aplicação. Nestas parcelas foi semeado o nabo forrageiro com espaçamento de 17 cm no dia 25 de maio de 2016. O biofertilizante foi utilizado à 20 % sendo realizadas duas aplicações, a primeira um mês antes e a segunda um mês após o plantio do nabo e, durante este período foram feitas três coletas mensais. Após setenta dias o experimento foi coletado.

Para obtenção das colônias puras, dez gramas de solo foram pesados e dissolvidos em solução salina a 0,85 % para obtenção das diluições seriadas. O plaqueamento foi realizado na concentração

10-3 com 4 repetições onde, 1 ml de cada amostra foi adicionado ao meio tipo King B. As placas foram submetidas a crescimento em BOD em uma temperatura de 27 °C por 72 horas. As células isoladas foram contabilizadas e analisadas morfológicamente segundo Hofling (2011). Os dados foram submetidos a análise de agrupamento por categoria através do algoritmo UPGMA utilizando os *software* bionumerics 7.5.

As análises dos dados por tipagem morfológica apontou diferenças significativas entre os tratamentos com e sem a aplicação do biofertilizante. Respectivamente, o número de agrupamentos encontrados para os tratamentos T1, T2 e T3 foram 18, 17 e 11. Portanto, para os tratamentos T1 e T2, que receberam o adubo orgânico de rejeito de suíno tratado em biodigestor, houve uma contribuição do produto biológico para o aumento da diversidade morfológica.

Dados de UFC (Unidade Formadora de Colônia), apresentados em outro trabalho da equipe, aponta uma queda temporal do número de indivíduos dentro dos tratamentos com a aplicação do biofertilizante. Isso demonstra que, com a entrada do material orgânico, houve um ajustamento populacional para que outros grupos fossem adaptados a esta nova condição nutricional. Isso se deve ao fato de que o biofertilizante fornece compostos adicionais aos que já estavam presentes no solo e diferentes dos nutrientes selecionados pela presença das plantas, portanto, o produto pode se propor a ser um reestruturador do solo (NUNES; LEAL, 2001).

Quando comparados os agrupamentos morfológicos encontrados nos tratamentos T1 e T2, é possível observar que a presença do probiótico não modificou a comunidade em relação ao resultado do incremento do biofertilizante sem este produto. Também foi possível observar a presença de dois agrupamentos com um grande número de indivíduos morfológicamente similares para os três tratamentos. Comparando o arranjo destes grupos em T1 e T2 com os mesmos em T3, foi possível observar que, provavelmente, existia no solo natural a resiliência de um grupo específico de microrganismos, isto acontece muito ao longo do tempo, principalmente, sob constantes instalações de sistemas de cultivo.

A presença destes grandes grupos de alta similaridade morfológica, também possibilitou apontar que, os microrganismos presentes no biofertilizante não foram tão diversos daqueles já presentes em maior quantidade no solo. Isso afere que, a contribuição do biofertilizante testado neste experimento foi muito mais por conta do fornecimento de nutrientes do que pela introdução de microrganismos. Assim, é preciso considerar que, um bom fertilizante é aquele que realmente promove o incremento biológico do solo, pois a permanência dos resilientes já acontece dentro do processo de seleção natural.

Neste contexto, a grande contribuição do uso de fertilizantes orgânicos deve ser para reequilibrar a população efetiva de um solo (MEDEIROS; WANDERLEY, 2003). A aplicação de um produto que favorece certos grupos em detrimento de outros, leva a redução e degradação, ao longo do tempo, da biota do solo. Como as comunidades são interdependentes, manejos inadequados de biofertilizantes podem promover desequilíbrios bioquímicos no solo reduzindo, a médio e longo prazo, sua fertilidade.

Portanto, este trabalho aponta que a aplicação de rejeitos orgânicos em solos cultivados, auxilia não só na manutenção da diversidade de seres nativos, como também enriquece o ambiente com a reintrodução de microrganismos que venham desempenhar funções de grande importância, principalmente em relação à decomposição eficiente da matéria orgânica. Conclui também que biofertilizante efetivo é aquele que promove um aumento da biodiversidade ao longo do tempo culminando no reequilíbrio nutricional do solo.

## Referências

LAVELLE, P. Ecological challenges for soil Science. **Soil Science**, Washington, v. 165, n.1, p. 73-86, 2000.

NUNES, M.U.C.; LEAL, M.L.S. Efeitos de aplicação de biofertilizante e outros produtos químicos e biológicos no controle da broca pequena do fruto e na produção do tomateiro tutorado em duas épocas de cultivo e dois sistemas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.1, p.53-59, 2001.

MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, P. A. Biofertilizantes Líquidos: Processo trofobiótico para proteção de plantas em cultivos orgânicos. **Revista Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, n. 31, p. 38-44, 2003.

## AVALIAÇÃO DO MODELO SWAT NA ESTIMATIVA DA VAZÃO E PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA

Lucas Machado Pontes, Diêgo Alves Faustolo Bispo, Marx Leandro Naves da Silva, Lucas Galvão Elisei

Universidade Federal de Lavras, Doutorado, Lavras - MG, *lucas.pontesm@gmail.com*.

**Palavras-chave:** hidrologia; USLE; modelagem.

O projeto Conservador das Águas foi implementado no município de Extrema, MG, com intento de garantir o provimento de água com quantidade e qualidade para o Rio Jaguarí que é o principal manancial de abastecimento do Sistema Cantareira. A Sub-bacia das Posses foi selecionada como prioritária para receber as ações de reflorestamento e de conservação do solo e da água, de modo a reduzir as perdas de solo e otimizar o provimento de água à jusante.

A modelagem hidrológica é uma das principais ferramentas para a gestão dos recursos hídricos, uma vez que busca representar por meio de equações a dinâmica dos fenômenos do ciclo hidrológico, permitindo avaliar suas distribuições espacial e temporal, além dos possíveis efeitos de mudanças climáticas e do uso e ocupação do solo. O Soil and Water Assessment Tool (SWAT) é um modelo hidrológico que estima o escoamento superficial por meio do método da curva-número e, a produção de sedimentos com a versão modificada da Equação Universal de Perdas de Solos (MUSLE). Faltam, entretanto, estudos que avaliem as estimativas de perdas de solo em pequenas bacias hidrográficas. O objetivo do estudo foi avaliar a modelagem da vazão média mensal e da produção de sedimentos com o modelo hidrológico SWAT na Sub-bacia das Posses.

A Sub-bacia das Posses, localizada entre as coordenadas 22,83° e 22,90° de latitude sul e 46,22° e 46,26° de longitude oeste, possui área de drenagem de 1.196,7 ha com altitudes entre 968 e 1.420 m. A temperatura média anual é 18 °C, e a precipitação média anual é de 1.652 mm. Esta região encontra-se na porção sul da Serra da Mantiqueira, com relevo declivoso e bastante movimentado. Os solos são: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (41 % da área), CAMBISSOLO (39 %), NEOSSOLO FLÚVICO (11 %) e NEOSSOLO LITÓLICO (9 %) (SILVA et al., 2013). O uso do solo predominante é a pastagem extensiva com ausência de práticas conservacionistas (FREITAS et al., 2012).

A simulação hidrológica foi desenvolvida com a versão 2012 do ArcSWAT. Para caracterizar o relevo foi utilizado um modelo digital de elevação com resolução espacial de 30 m, os dados climáticos diários utilizados foram obtidos da estação climática Monte Verde, os dados de precipitação das estações pluviométricas localizadas no interior da sub-bacia para o período de 2009 a 2014. Para a calibração e validação foram utilizados os dados fluviométricos do Ribeirão das Posses de 2009 a 2011 e de 2012 a 2014, respectivamente. Para a avaliação da produção de sedimentos foi realizada uma regressão entre dados de turbidez e sólidos suspensos para amostras de água do Ribeirão das Posses, com a equação gerada estimou-se a concentração de sedimentos para dados bimensais de turbidez da água no referido curso d'água, e então foi gerada uma regressão entre a concentração de sedimentos e a vazão, de modo a gerar uma curva de sedimentos-vazão.

Para avaliação das simulações foram utilizados o coeficiente de Nash-Sutcliffe (CNS) e o percentual de viés (PBIAS) que comparam os valores medidos com os estimados.

A vazão média mensal observada variou entre 0,74 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> para julho de 2010 e 0,0083 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>

para janeiro de 2011. A vazão total média anual para o período de 2009 a 2013 foi de  $2,45 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . A modelagem com o SWAT obteve vazão média mensal com valor máximo de  $0,84 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  para o mês de dezembro de 2011 e mínimo  $0,063 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  para o mês de setembro de 2009. Com vazão mensal total média anual de  $2,74 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ . Apesar da disparidade entre os valores máximos e mínimos e seus meses de ocorrência, a simulação foi adequada de acordo com os índices de eficiência utilizados para avaliar a modelagem.

Os valores de CNS e PBIAS, obtidos a simulação da vazão média mensal com o SWAT na Sub-bacia das Posses, foram de 0,69 e 1,20 para o período de calibração e, 0,56 e -2,20 para o período de validação, respectivamente. Com isso o modelo pode ser classificado como muito bom para o período de calibração e adequado para a validação (MORIASI et al., 2007). Assim, apesar de o SWAT ter sido desenvolvido para a simulação hidrológica em grandes bacias, o modelo tem apresentado resultados satisfatórios na simulação da vazão média mensal em bacias de pequeno porte (UZEIKA et al., 2012).

Quanto à concentração de sólidos em suspensão observada no Ribeirão das Posses, foram observados valores máximos e mínimos de 206,60 e  $1,91 \text{ mg L}^{-1}$ , com produção média anual de 515,64 Mg, que corresponde à uma produção específica de  $0,43 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . O valor máximo foi de 395,60  $\text{Mg mês}^{-1}$  e ocorreu em janeiro de 2011, o mínimo de  $0,041 \text{ Mg mês}^{-1}$  ocorreu em julho de 2010.

Porém, as estimativas obtidas com o SWAT apresentaram valores muito superiores, com produção de sedimentos média anual de  $25.753,06 \text{ Mg ano}^{-1}$ , correspondente à  $21,52 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Assim, a modelagem superestimou em média 51 vezes a produção de sedimentos anual na bacia. Por este motivo, não foi possível sequer proceder com a calibração do modelo para os dados de sedimentos, isso porque para que houvesse uma diminuição significativa na produção de sedimento seria necessário alterar os fatores da USLE para além de valores com significado físico real. Este resultado insatisfatório na simulação da produção de sedimentos em pequenas bacias foi reportado em outros trabalhos, como o de Uzeika et al. (2012), que obteve valores de sedimentos 100 % maiores que os valores medidos.

Esta superestimativa pode ser explicada pelo uso da vazão máxima diária para estimar a produção de sedimentos com a equação MUSLE no SWAT. Uma vez que a vazão diária não foi calibrada, e que em pequenas bacias o SWAT tende a superestimar as vazões máximas diárias devido ao tempo de contração nestas bacias ser menor que um dia, e o modelo utilizar dados diários, as perdas de solo serão superestimadas.

Assim, recomenda-se que, mesmo para estimativa da produção mensal de sedimentos, o SWAT seja calibrado em base diária, e o resultado dessa calibração usada para a simulação mensal. Além disso, deve-se ter cuidado especial na adoção de parâmetros dentro de sua representação física com significado real. A vazão média mensal foi satisfatoriamente simulada pelo modelo SWAT para a Sub-bacia das Posses. A estimativa da produção de sedimentos não foi satisfatória e não foi possível realizar a calibração uma vez que os valores da simulação inicial são 51 vezes maiores que os dados medidos. A adequação dos parâmetros que afetam sensivelmente a produção de sedimentos simulados com o SWAT, para que os dados estimados se aproximem aos medidos faz com que os parâmetros saiam da faixa de significado físico, não sendo, portanto, recomendado a calibração neste caso.

Agradecemos às agências financiadoras FAPEMIG, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro e pelas bolsas concedidas e a Prefeitura Municipal de Extrema (MG) no suporte logístico.



## Referências

- ABBASPOUR, K. et al. Continental-scale hydrology and water quality model for Europe: Calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model. **J. Hydrol.**, v. 524, p. 733-752, 2015.
- ARNOLD, J. G. et al. Large area hydrologic modeling and assessment part I: Model development. **J. Am. Water Resour. Assoc.**, v. 34, p. 73-89, 1998.
- FREITAS, D. A. F. et al. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 43, p. 417-428, 2012.
- MORIASI, D. et al. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. **Trans. ASABE**, v. 50, p. 885-900, 2007.
- SILVA, M. A. et al. Sistema de informações geográficas no planejamento de uso do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, v.8, p. 316-323, 2013.
- UZEIKA, T. et al. Use of the SWAT model for hydro-sedimentologic simulation in a small rural watershed. **R. Bras. Ci. Solo**, v.36, p. 557-565, 2012.

## AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DE SOLO SOB DIFERENTES USOS EM ILHÉUS - BA

Arlicélio de Queiroz Paiva

Luiz Augusto Grimaldi Sampaio, Phylipe Veiga Macedo, Caique Carvalho Medauar,  
Francinne Ribeiro Almeida

Universidade Estadual de Santa Cruz, Professor, Ilhéus - BA, *arli@uesc.br*.

**Palavras-chave:** agregados; porosidade; densidade do solo.

Atributos físicos do solo como porosidade total, distribuição e tamanho dos poros, granulometria, densidade do solo, resistência do solo à penetração das raízes e avaliação de agregados são muito utilizados para indicar a qualidade física do solo.

Ao considerar que o recurso solo é limitado e que alguns de seus componentes requerem períodos de tempo prolongados para serem restaurados, a previsão do grau das perturbações ambientais provocadas pelo manejo inadequado das atividades agropecuárias se torna essencial. Técnicas que visem avaliar a qualidade de um solo de forma simples e confiável ainda são objeto de investigações, e resultados sistemáticos deste monitoramento representam papel central em estudos sobre qualidade do solo. Nesse sentido, desenvolveu-se um estudo com o objetivo de avaliar alguns atributos físicos de solos submetidos a diferentes manejos, em três profundidades, na região sul da Bahia.

A área estudada está localizada em uma propriedade rural do Município de Ilhéus, Bahia, com coordenadas geográficas de referência de 39°15'56" S e 12°36'50" O e altitude média de 85 m.

Amostras de um ARGISSELO VERMELHO-AMARELO (SANTANA et al., 2002) foram coletadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade, em três microtrincheiras em áreas cultivadas com cacau em sistema agroflorestal cacau-cabruca, onde existem algumas árvores remanescentes da mata atlântica; com milho, cultivada há dois anos, com manejo convencional, com uso de queimada, capina e solo exposto; e uma com capoeira há 10 anos. As análises foram feitas no Laboratório de Física do Solo da Universidade Estadual de Santa Cruz.

Foram coletadas amostras indeformadas, deformadas e em forma de torrões. As amostras deformadas foram posteriormente beneficiadas, consistindo em TFSA. Para a análise de agregados foram utilizadas amostras que passaram em peneira de malha de 4,76 mm e ficaram retidas em malha de 2,00 mm.

A caracterização física dos solos foi realizada de acordo com o Manual de Métodos de Análises do Solo da Embrapa (EMBRAPA, 2011). Analisou-se granulometria, argila dispersa em água, cálculo do grau de dispersão de argila, densidade do solo, densidade de partículas, cálculo de porosidade total e análise de agregados (distribuição de classes de agregados por tamanho, diâmetro médio ponderado e índice de estabilidade de agregados em água).

As análises físicas foram realizadas em triplicatas. A textura foi determinada pelo método da pipeta, após a dispersão química do solo com NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> e agitação mecânica com o agitador de Wagner, por 16 horas. A argila dispersa em água foi feita de forma semelhante à textura, mas com utilização água destilada. As frações areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina foram obtidas por tamisação. A classificação textural do solo foi feita utilizando o triângulo de classificação textural.

Para a avaliação da densidade do solo ( $D_s$ ), o material foi coletado em cilindro de volume conhecido que foi seco em estufa a 105 °C por um período de 48 horas; na análise da densidade de partículas ( $D_p$ ) foi empregado o álcool etílico como líquido penetrante. A porosidade total ( $P_t$ ) foi calculada com base na  $D_s$  e  $D_p$ . Na distribuição de classes de agregados (DCA) foi utilizada a agitação em água da amostra de material dos solos em um conjunto de peneiras que permitiu separar as frações por tamanho. Foram calculados o diâmetro médio ponderado (DMP) e índice de estabilidade de agregados em água (IEA).

A classificação textural dos solos variou de argilosa a muito argilosa, sendo que apenas a área com milho apresentou textura muito argilosa nas camadas de 10-20 e 20-30 cm. Dentre as frações de areia, a predominante foi a areia fina em todas as profundidades de todas as áreas cultivadas.

O grau de flocculação de argila apresentou variação entre os diferentes sistemas de cultivo, com menores valores para a área cultivada com milho na profundidade de 0-10 (83,94 %) e 10-20 cm (83,25 %). A capoeira apresentou valores ligeiramente superiores ao cacau em todas as profundidades observadas, chegando a 100 % de flocculação a partir de 10 cm de profundidade. Os valores encontrados estão acima do valor ótimo de 50 % recomendado por Goedert (2005), indicando que existe uma maior resistência destes solos à erosão.

A  $D_s$  e a  $P_t$  apresentaram pequenas variações tanto entre os tipos de cultivos estudados, como principalmente, na profundidade do perfil de cada cultivo avaliado. Todos os valores de  $D_s$ , em média, oscilaram entre 1,02 a 1,28 kg dm<sup>-3</sup>, encontrando-se abaixo do valor de limite crítico de 1,45 kg dm<sup>-3</sup>, proposto por Reinert e Reichert (1999). Ressalta-se também que os valores de  $P_t$  em todas as profundidades dos sistemas estudados, encontraram-se acima de 0,50 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, sendo considerada como a ideal por Kiehl (1979). Os valores de  $D_s$  e  $P_t$  encontrados no presente trabalho, indicam boas condições de aeração e, conseqüentemente das trocas gasosas, demonstrando que os sistemas de cultivos avaliados afetaram esses atributos de forma semelhante (AREVALO-HERNANDEZ et al., 2016).

A distribuição percentual de agregados nas diferentes profundidades e sistemas de cultivo avaliados foi maior para a classe dos macroagregados (4,76 a 1,00 mm) em relação aos mesoagregados (1,00 a 0,50 mm) e microagregados (< 0,50 mm). A área ocupada por capoeira apresentou a maior quantidade de macroagregados nas camadas de 0-10 cm (97,85 %) e 10-20 (97,24 %) em relação aos demais usos. A mesma tendência também foi observada para o diâmetro médio ponderado. No entanto, todos os valores obtidos no presente estudo encontram-se acima de 0,5 mm que é o limite crítico de proposto por Kiehl (1979).

O índice de estabilidade de agregados em água (IEA) apresentou variação tanto nas profundidades estudadas, quanto em relação aos cultivos avaliados, oscilando entre 85,7 % a 92,5 %. Na profundidade de 0-10 cm, o maior IEA observado foi na área cultivada com milho (92,5 %) e nas demais profundidades, o maior índice foi encontrado na área cultivada com cacaueiros (92,4 % de 10-20 cm e 92,2 % de 20-30 cm). O IEA está relacionado com uma maior estabilidade de agregados, com a estrutura do solo e, conseqüentemente, com a degradação física do solo.

Os resultados encontrados permitem concluir que a diferença nos atributos físicos do solo estudado em função dos usos, não implica em perdas consideráveis da sua qualidade física. No entanto, observou-se que a área com capoeira apresentou, ligeiramente, melhores valores de grau de flocculação, densidade do solo e macroagregados, embora com menor índice de estabilidade de agregados em água.

## Referências

- AREVALO-HERNANDEZ et al. Aspectos físicos da qualidade do solo sob sistemas agroflorestais e pastagem no sul da Bahia. **Agrotropica**, v.28, p.55-64, 2016.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2011. 230p.
- GOEDERT, W. J. 2005. Qualidade do solo em sistemas de produção agrícola. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 30., Recife, 2005. Anais... Recife, PE, SBCS. CD-ROM.
- KIEHL, E. J. 1979. **Manual de edafologia**: Relações solo-planta. São Paulo, SP, Ceres. 262p.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. 1999. Modificações físicas em solos manejados sob sistema de plantio direto. In: **Siembra Directa: una herramienta para la Agricultura Conservacionista**. Florianópolis. Anais... Florianópolis, SC, Empasc. CD-ROM.
- SANTANA, S.O. et al. 2002. **Solos da Região Sudeste da Bahia** - Atualização da legenda de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento nº 16. 93p.

## CAPACIDADE DE CAMPO EXPRESSA ADEQUADAMENTE O LIMITE SUPERIOR DE DISPONIBILIDADE DE ÁGUA ÀS PLANTAS?

Quirijn de Jong van Lier

Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo, Professor, Piracicaba - SP,  
[qdvlier@usp.br](mailto:qdvlier@usp.br).

**Palavras-chave:** drenagem; modelagem hidrológica; balanço hídrico.

A Capacidade de Campo (CC) é a grandeza da física do solo mais citada e mais ambígua ao mesmo tempo. A origem da CC reside em sua aplicação na agricultura irrigada onde ela é utilizada para calcular a lâmina de irrigação a ser aplicada. CC é definida como “o teor de água retido pelo solo depois que o excesso tenha drenado e a taxa de movimento descendente tenha decrescido acentuadamente, o que geralmente ocorre dois ou três dias depois de uma chuva ou irrigação em solos permeáveis, de textura e estrutura uniformes” (VEIHMEYER; HENDRICKSON, 1931). Por essa definição, a CC se relaciona com o movimento vertical de drenagem e, portanto, depende do movimento da água no solo: dos potenciais e da condutividade hidráulica nas condições vigentes durante o processo de drenagem.

A CC pode ser determinada através de um experimento de drenagem, na ausência de evapotranspiração. Um experimento assim pode ser realizado no solo no campo, ou pode ser simulado por um modelo hidrológico. Estabelece-se como CC o teor de água no perfil do solo experimental ou simulado quando, na base do perfil, a drenagem atinge um determinado valor arbitrário considerado como “desprezível”.

Os referidos experimentos de campo são trabalhosos, enquanto a simulação hidrológica requer parâmetros que descrevem as propriedades hidráulicas em condições não-saturadas, muitas vezes indisponíveis e de difícil determinação. Por esses motivos, é prática comum considerar a CC como o teor de água num determinado potencial matricial arbitrário  $h_{cc}$ , o que contraria a definição e não tem respaldo teórico (REICHARDT, 1988). Valores comumente utilizados para  $h_{cc}$  nesse contexto são 0,6 m e 1 m.

Embora definida como grandeza auxiliar na agricultura irrigada, a CC é utilizada também como limite superior de teor de água em definições que dizem respeito à disponibilidade de água às plantas, e em modelos simples de balanço hídrico, do tipo *tipping bucket*. Assim, a FAO define como “água total disponível” a fração da água retida no solo entre o ponto de murcha permanente e a CC (STEDUTO et al., 2012). Muitos outros seguem a mesma definição.

Nesse trabalho investigou-se a pertinência da utilização da CC como limite superior da água disponível as plantas. Inicialmente, selecionaram-se oito solos brasileiros, abrangendo diversas classes de solo e texturais, com propriedades hidráulicas (retenção e condutividade) determinadas detalhadamente. Para esses solos, determinou-se a CC utilizando o modelo hidrológico SWAP para a simulação de experimentos de drenagem, considerando-se três valores arbitrários de drenagem “desprezível” (0,5, 1 e 5 mm d<sup>-1</sup>) e três profundidades do solo (0,30, 0,60 e 0,90 m). A seguir, simulou-se a presença de uma cultura (pastagem durante os doze meses do ano, ou milho, duas safras por ano) utilizando uma série de 47 anos (1978-2014) de dados meteorológicos observados, aplicando-se uma função de redução de transpiração (FEDDES et al., 1978) para condições úmidas (anóxia) e secas com valores padrão (TAYLOR; ASHCROFT, 1972). Determinou-se a fração da água extraída do

solo pela cultura em condições de teor de água acima e abaixo da CC determinada pelos três critérios de fluxo, e também por critérios de potencial matricial fixo.

Em relação à determinação da capacidade de campo, observou-se que a condição de campo não corresponde a um determinado potencial no perfil do solo, mas a uma condição instantânea de potenciais que variam em função dos fluxos no perfil, suas propriedades hidráulicas e sua estratificação. Observa-se que, em muitos dos solos, a chamada condição de gradiente unitário está longe de satisfeita, especialmente nos solos com uma estratificação mais pronunciada. Uma conclusão semelhante foi obtida por De Jong van Lier e Wendroth (2015). Considerando-se todas as combinações do critério de fluxo desprezível (0,5, 1 ou 5 mm d<sup>-1</sup>), das profundidades (0,30, 0,60 ou 0,90 m) e dos oito solos, os valores médios extremos do hcc obtidos foram 0,26 e 2,1 m. Valores menos negativos (condições mais úmidas) foram obtidos para o critério de fluxo desprezível maior, valores mais negativos (solo mais seco) foram obtidos para a profundidade de solo maior. Considerando o conjunto de todos os solos, os valores médios de hcc variaram entre 0,6 e 1,4 m com um desvio padrão entre os solos da ordem de 0,3 m.

Quanto à utilização da água pelas plantas, mesmo utilizando-se critérios para CC resultando em condições muito úmidas (critério de fluxo desprezível de 5 mm d<sup>-1</sup>, ou critério de potencial fixo de -0,6 m), aproximadamente 10 % da água absorvida pelas plantas ao longo dos 47 anos simulados provêm da fração da água no solo acima da capacidade de campo. Utilizando critérios mais conservadores, como um fluxo desprezível de 1 mm d<sup>-1</sup>, ou um critério de potencial fixo de -1 m, essa fração aumenta para 20 a 30 %. Entre os anos, há os mais secos em que a fração absorvida do solo acima da CC é menor, e os mais úmidos nos quais a fração é maior.

Concluindo, afirma-se que a fração da água utilizada por plantas nas condições de clima e solo avaliadas que se origina do solo mais úmido do que CC é da ordem de 10 a 30 %, dependendo do critério utilizado para estabelecer a CC. Sendo assim, modelos simples de balanço hídrico que utilizam a CC como equivalente ao teor máximo de água retido no solo (os chamados modelos *tipping bucket*) ignoram essa quantidade significativa de água (de 10 a 30 % do volume total transpirado) nas suas simulações. Consequentemente, a Capacidade de Campo (CC) NÃO é uma grandeza adequada para avaliar a disponibilidade de água às plantas, subestimando significativamente a água efetivamente disponibilizada às plantas em função das propriedades do sistema solo-planta-atmosfera.

## Referências

- DE JONG VAN LIER, Q. & WENDROTH, O. Reexamination of the field capacity concept in a Brazilian Oxisol. **Soil Sci. Soc. Am. J.** doi:10.2136/sssaj2015.01.0035, 2015.
- FEDDES, R.A., KOWALIK, P.J. & ZARADNY, H. **Simulation of Field Water Use and Crop Yield**. Simulation Monograph Series. PUDOC, Wageningen, 1978. 78p.
- REICHARDT, K. Capacidade de campo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.12, p.211-216, 1988.
- STEDUTO, P., HSIAO, T.C., FERERES, E. & RAES, D. **Crop yield response to water**. FAO Irrigation and Drainage Paper 66, FAO, Roma, 2012.
- TAYLOR, S.A. & ASHCROFT, G.L. **Physical edaphology**. Freeman and Co., San Francisco, CA., 1972. 72p.
- VEIHMEYER, F.J. & HENDRICKSON, A.H. Does transpiration decrease as the soil moisture decreases? **Trans. Am. Geophys. Union**, v.36, p.425-448, 1955.

## VARIÁVEIS TERMO-FÍSICO-HÍDRICAS NO SULCO DE SEMEADURA DO MILHO EM PLANTIO DIRETO

Lucas Zulpo, Hyran Stefanowski Kerpen, Jefferson Antonio Fink, Michael Mazurana, Renato Levien

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Doutorando, Porto Alegre - RS, [lucaszulpo@yahoo.com.br](mailto:lucaszulpo@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** plantio direto; compactação; temperatura do solo.

O Brasil é considerado como um dos maiores celeiros do mundo, devido ao seu alto potencial de produção nos sistemas agrícolas. Isso se deve principalmente as melhorias no manejo do solo e a incorporação de novas tecnologias que vem ocorrendo ao longo dos anos, tais como a melhoria na utilização de fertilizantes, defensivos agrícolas, genética e máquinas agrícolas.

No passado, o preparo convencional predominava nas áreas cultiváveis, trazendo graves problemas de degradação do solo, tanto de ordem física, química e biológica. A partir da década de 80, começou a se difundir o sistema plantio direto, no intuito de corrigir os problemas que o preparo convencional estava causando ao solo. Mas no sistema plantio direto, algumas questões estão surgindo, como a formação de camadas compactadas, que acarreta em diminuição da porosidade do solo e conseqüentemente menor infiltração e armazenamento de água afetando o desenvolvimento das plantas.

Com a evolução do sistema plantio direto, e a mobilização de solo somente na linha de semeadura, ferramentas de abertura de sulco para deposição de fertilizantes e sementes foram desenvolvidas. Entretanto, a mobilização do solo depende de fatores como tipo de sulcador de adubo (haste ou disco) e sua formatação.

Assim, o objetivo do trabalho foi quantificar e qualificar, em termos de características físicas, como a mobilização do solo por diferentes mecanismos sulcadores e o tráfego de máquinas interferem na dinâmica da umidade e temperatura no sulco de semeadura e sua influência nos parâmetros de planta.

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agronômica, em Eldorado do Sul (RS), em um ARGISSOLO VERMELHO, franco-argilo-arenoso, sendo que, o experimento vem sendo conduzido desde 2002, numa área inicialmente degradada. Os tratamentos consistiam de três coberturas do solo no inverno (Aveia + Ervilhaca; Nabo Forrageiro e pousio), dois sulcadores de adubo (haste e disco) e condição com e sem tráfego do rodado do trator, em delineamento de blocos ao acaso com três repetições. No cultivo de verão (Milho) foi avaliado a mobilização no sulco de semeadura, a temperatura, a umidade, a densidade e a porosidade (macro, micro e total) do solo, além da produtividade de grãos. Os resultados foram submetidos a análise de variância, e quando significativos comparados pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

A área de solo mobilizada na linha de semeadura foi na ordem de quatro vezes maior no sulcador tipo haste. A haste sulcadora possui maior capacidade de penetração e variabilidade de profundidade no sulco em relação ao disco. Tal fato pode ser atribuído ao menor ângulo de ataque da haste sulcadora, promovendo sucção no solo e permitindo alcançar maiores profundidades, resultando na maior capacidade de expulsar o solo verticalmente no sulco de semeadura (SIQUEIRA, 2008).

Os tratamentos tráfego de rodados e tipos de órgão sulcador (haste ou disco) não afetaram significativamente a temperatura do solo durante o desenvolvimento da cultura do milho. Contrariando



a hipótese central do trabalho, a não observância de diferenças significativas em relação a temperatura medida no solo entre os mecanismos ativos mobilizadores de solo é creditado ao manejo do sistema ser o mesmo bem como a não diferença na massa seca das culturas de inverno. Isso contrapõe os dados encontrados por Silva (2006) e Furlani et al. (2008) que verificaram diferenças na temperatura do solo em função do preparo e/ou cobertura do solo, sendo que, sempre o sistema plantio direto apresentou menor amplitude térmica em relação aos demais preparos (convencional ou escarificado). Também verificaram que, independentemente do tipo de preparo do solo, não houveram diferenças na temperatura do solo quando as plantas proporcionaram mais de 50 % de cobertura. Kaiser et al. (2009) encontrou maior amplitude térmica em solo com compactação adicional. Por isso, mais estudos devem ser realizados nessa área, visto que, são poucos os trabalhos que abordam o assunto.

Houve variação temporal da umidade do solo durante o ciclo da cultura, principalmente devido ao fluxo de água e aos ciclos de umedecimento e secagem do solo, dependentes de fatores como precipitação e estiagem. Campos et al. (1994) verificaram que a cobertura do solo tem grande influência sobre a umidade do solo, sendo esta uma possível causa para não ter sido verificado diferenças dentro de uma mesma época de avaliação.

Os atributos densidade e macroporosidade do solo diferiram apenas na camada 0,00-0,05 m para ambos os tipos de sulcadores. Neste caso, os maiores valores de densidade do solo foram observados para a condição com tráfego, na qual se observou os menores valores de macroporosidade do solo. Corroborando com os resultados encontrados, Silva (2003), em um LATOSSOLO VERMELHO, no Cerrado, relata aumento da densidade e diminuição da macroporosidade na camada superficial em locais de tráfego de máquinas, quando utilizada semeadora adubadora em sistema plantio direto.

Na condição de tráfego utilizando órgão sulcador tipo disco, observou-se a menor produtividade, sendo 34 % inferior quando comparado com a condição sem tráfego. Em contrapartida, observou-se que na condição onde foi realizada a semeadura com órgão sulcador tipo haste não houve influência do tráfego na produtividade do milho. Quando comparadas as médias das produtividades de grãos de milho, considerando apenas os mecanismos sulcadores não foram observadas diferenças significativas. Em LATOSSOLO VERMELHO, Silva (2003), testou sulcador tipo haste e disco duplo e também não encontrou diferenças entre a produtividade média de grãos na cultura de milho.

A temperatura e umidade do solo, durante o desenvolvimento da cultura do milho não foram alteradas em função do tipo de órgão sulcador (haste ou disco) e nem pela presença ou ausência de tráfego dos rodados na linha de semeadura. Entretanto, a densidade do solo, macroporosidade e a produtividade de grãos foram alteradas, resultando em menores produtividades nas áreas de tráfego com semeadura apenas com o disco de corte.

## Referências

- CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A.; NICOLODI, R. Avaliação temporal da umidade do solo como consequência do tipo e percentagem de cobertura vegetal. **Ci. Rural**, v. 24, n. 3, p.459-463, 1994.
- FURLANI, C.E.A.; GAMERO, C.A.; LEVIEN, R.; SILVA, R.P.; CORTEZ, J.W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 32, n. 1, p. 375-380, 2008.
- KAISER, D.R.; STRECK, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; SILVA, V.R.; FERREIRA, F.; KUNZ, M. Temperatura do solo afetada por diferentes estados de compactação. **Anais XIX RBMCSA-SBCS**, 2009.
- SILVA, P.R.A. **Mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho no sistema de plantio direto**. 2003, 95f. Dissertação, UNESP, Botucatu, SP, 2003.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação de temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Rev. Bras. De ciênc. Solo**, 30:391-399, 2006.

SIQUEIRA, R. Plantabilidade em milho: semeadoras-adubadoras para sistema plantio direto com qualidade. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 27, 2008, Londrina. **Anais Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 2008.

## PRODUTIVIDADE DA ÁGUA SOB CENÁRIOS DE MUDANÇA DE USO DA TERRA

Ana Paula Schwantes<sup>1</sup>, Quirijn de Jong van Lier<sup>1</sup>, Markus Pahlow<sup>2</sup>, Maarten Krol<sup>3</sup>, Klaus Reichardt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo, Doutoranda, Piracicaba - SP, *anapschw@gmail.com*; <sup>2</sup>University of Canterbury;

<sup>3</sup>University of Twente.

**Palavras-chave:** modelo hidrológico SWAP; cerrado; uso da água.

A disponibilidade limitada de água durante o período de crescimento das culturas em áreas sem irrigação é o principal fator de estresse que reduz a produtividade agrícola, e é uma preocupação em países menos avançados tecnologicamente. O estresse por falta de água afeta o desenvolvimento da cultura, a fotossíntese e a produtividade da água. Em algumas ocasiões, a produtividade pode ser significativamente reduzida ou totalmente perdida devido a limitações no suprimento de água em diferentes estádios da cultura (BOYER et al., 2004). Muitos estudos na limitação de produtividade pela água têm sido conduzidos, e o modelo hidrológico SWAP (Soil-Water-Atmosphere-Plant), descrito por Kroes et al. (2008), é um dos modelos utilizados para simular o crescimento de culturas, os componentes do balanço hídrico e os processos dependentes dele. Este estudo tem por objetivo contribuir para a melhoria de um sistema de produção no Cerrado, utilizando o modelo SWAP para avaliar a influência de alguns cenários de manejo de irrigação e de parâmetros hidráulicos do solo na produtividade da terra e da água.

Foram coletados dados de produtividade de soja, climáticos e do solo em dois locais no Cerrado: Ipiranga do Norte - MT e Primavera do Leste - MT, safras 2007/08 a 2013/2014. O modelo SWAP foi calibrado e avaliado utilizando 50 % das datas de semeadura para cada etapa, em áreas sem irrigação. SWAP é um modelo unidimensional de fluxo de água vertical no solo que simula a dinâmica da água no solo resultando no balanço hídrico, o crescimento da cultura, a matéria seca acumulada e a produtividade de grãos. Os parâmetros hidráulicos do solo foram estimados de acordo com as funções de pedotransferência de Tomasella et al. (2000). A capacidade de campo foi definida através do critério de drenagem de fluxo inferior de  $0,001 \text{ m d}^{-1}$ , na profundidade de 0,6 m. Foram utilizadas quatro estratégias de irrigação: (i) sem irrigação, (ii) irrigação sem déficit (até 100 % da capacidade de campo), (iii) irrigação com déficit (75 % e 50 % da capacidade de campo) e irrigação suplementar (25 % da capacidade de campo), utilizando irrigação por aspersão em pivô central.

Estudos sobre a influência do sistema de manejo sobre os solos brasileiros mostram que o teor de matéria orgânica e de umidade do solo pode aumentar ou diminuir, conforme o uso em sistema de plantio direto ou em plantio convencional. Em solos do sul do país, Ferreira et al. (2016) relatam aumentos na matéria orgânica de 2,2 % a 4,6 % em plantio direto de longa duração, enquanto que em solos de Cerrado, os aumentos ficam em torno de 2,5 % (BATLLE-BAYER et al., 2010). Deste modo, foram simulados cinco cenários para os parâmetros hidráulicos do solo: (i) cenário atual, (ii) incremento de 2 % e (iii) 4 % no teor de água no solo saturado ( $\theta_s$ ,  $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) e na condutividade hidráulica saturada ( $K_s$ ,  $\text{m d}^{-1}$ ), (iv) diminuição de 2 % e (v) 4 % destes mesmos valores. As estratégias de irrigação foram combinadas aos cenários hidráulicos do solo para gerar os resultados de produtividade. A produtividade da água foi calculada dividindo-se a produtividade pela evapotranspiração da cultura.

Para os cenários de mudança das propriedades hidráulicas do solo houve diferenças na produtividade média da cultura de soja e na produtividade da água, em comparação com o cenário

atual. Para o cenário de aumento de 2 % ocorreu um aumento na produtividade, em relação ao cenário atual, de 1,6 % ( $4,6 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-2}$ ) e 0,7 % ( $2,0 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-2}$ ) em Ipiranga do Norte e Primavera do Leste, respectivamente; para 4 %, foi de 2,8 % ( $8,2 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-2}$ ) e 1,1 % ( $3,2 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-2}$ ). Para o cenário de diminuição de 2 % ocorreu um decréscimo de 1,1 % ( $3,1 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-2}$ ) e 0,6 % ( $1,8 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-2}$ ) na produtividade para Ipiranga do Norte e Primavera do Leste, em relação ao cenário atual; e no cenário de diminuição de 4 %, um decréscimo de 2,4 % ( $7,1 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-2}$ ) e 1,8 % ( $5,3 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-2}$ ).

Observou-se que a magnitude das diferenças no solo de Primavera do Leste, que possui 59 % de argila e 31 % de areia, foi menor quando comparado ao solo de Ipiranga do Norte, com 46 % de argila e 44 % de areia. Isso pode ser explicado pela maior microporosidade no solo de Primavera do Leste e uma maior capacidade deste solo em manter a umidade por um período maior, sendo o modelo SWAP sensível a esta variável.

Em relação à produtividade da água, para o cenário de aumento de 2 %, ocorreu um aumento na produtividade da água de 1,7 % ( $0,010 \text{ kg m}^{-3}$ ) e 0,5 % ( $0,004 \text{ kg m}^{-3}$ ) em Ipiranga do Norte e Primavera do Leste, respectivamente; para 4 %, foi de 2,9 % ( $0,019 \text{ kg m}^{-3}$ ) e 1,2 % ( $0,009 \text{ kg m}^{-3}$ ). Para o cenário de diminuição de 2 %, ocorreu um decréscimo de 1,2 % ( $0,008 \text{ kg m}^{-3}$ ) e 0,6 % ( $0,004 \text{ kg m}^{-3}$ ) na produtividade para Ipiranga do Norte e Primavera do Leste, em relação ao cenário atual; e no cenário de diminuição de 4 %, um decréscimo de 2,3 % ( $0,016 \text{ kg m}^{-3}$ ) e 1,5 % ( $0,011 \text{ kg m}^{-3}$ ).

O modelo SWAP não sugeriu a prática da irrigação em nenhum dos cenários propostos neste estudo. Isso se deve ao fato de os períodos simulados ocorrerem dentro da estação chuvosa, que pode acumular até  $1700 \text{ mm ano}^{-1}$  em Primavera do Leste e  $1670 \text{ mm ano}^{-1}$  em Ipiranga do Norte. Em nenhum momento dentro da estação chuvosa, o potencial de água no solo tingiu valores abaixo do potencial estabelecido para o início da irrigação, nos dois locais.

O modelo SWAP foi sensível às diferenças nas propriedades hidráulicas do solo. A produtividade da água aumentou ou diminuiu em relação ao cenário atual conforme as variações para mais e para menos no teor de água do solo saturado.

## Referências

- BATLLE-BAYER, L.; BATJES, N.H.; BINDRABAN, P.S. Changes in organic carbon stocks upon land use conversion in the Brazilian Cerrado: A review. *Agric. Ecosyst. Environ.*, n. 137, p. 47-58, 2010.
- BOYER, J.S.; WESTGATE, M.E. Grain yields with limited water. *J. Exp. Bot.*, n. 407, p. 2385-2394, 2004.
- FIGUEIREDO, C.C.; RAMOS, M.L.G.; TOSTES, R. Propriedades físicas e matéria orgânica de um latossolo vermelho sob sistemas de manejo e Cerrado nativo. *Biosci. J.*, n. 3, p. 24-30, 2008.
- KROES, J.G.; VAN DAM, J.C.; GROENENDIJK, P.; HENDRIKS, R.F.A.; JACOBS, C.M.J. **SWAP Version 3.2. Theory Description and User Manual**. Alterra Report 1649, Wageningen: Alterra, 2008. 262 p. ISSN 1566-7197.
- TOMASELLA, J.; HODNETT, M.G.; ROSSATTO, L. Pedotransfer functions for the estimation of soil water retention in Brazilian soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, n. 1, p. 327-338, 2000.

## ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO APÓS QUATRO CICLOS DE PLANTAS DE COBERTURA E HORTALIÇAS SOB PLANTIO DIRETO

José Carlos Mazetto Júnior<sup>1</sup>, José Luiz Rodrigues Torres<sup>2</sup>, Gabriel Valeriano Alves Borges<sup>2</sup>,  
Rogério Luiz Barbian Junior<sup>2</sup>, André Luis Benaventana Leal Junior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia, Mestrando, Uberlândia - MG, [jcmazettojr@hotmail.com](mailto:jcmazettojr@hotmail.com);

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba.

**Palavras-chave:** compactação; densidade de solo; macro e microporosidade.

No sistema de semeadura direta a qualidade estrutural do solo é modificada à medida que os cultivos se sucedem, pois o não revolvimento, a rotação de culturas e o contínuo aporte de resíduos na superfície do solo, que associados aos benefícios proporcionados pelas raízes das plantas, alteram os atributos físicos e químicos do solo. Alguns desses atributos físicos têm sido utilizados com frequência como indicadores de mudanças na qualidade do solo, dentre eles a densidade do solo (Ds), agregação, resistência à penetração (RP), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total e estabilidade de agregados são os mais utilizados. O monitoramento destes atributos antes e depois de iniciadas as atividades numa área agrícola são ferramentas imprescindíveis ao planejamento das atividades a serem adotadas, pois estes parâmetros variam de acordo com o manejo do solo e que avaliados continuamente permitem monitorar a eficiência sistema de manejo adotado. A umidade do solo na capacidade de campo é considerada ideal para a determinação da RP, pois é a condição em que é obtida melhor correlação com a DS e o crescimento radicular, sendo a sua influência maior em solos mais argilosos. Em geral, valores de RP em torno de 2,5 MPa são considerados baixos, ao passo que valores em torno de 3,5 a 6,5 MPa, são considerados como capazes de causar problemas para o desenvolvimento radicular de Fabáceas e Poáceas (TORRES; SARAIVA, 1999). Entretanto vários autores aceitam que 2,0 MPa de RP no solo é o limite crítico para o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas (SILVA et al., 2008). O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações ocorridas nos atributos físicos de um LATOSSOLO VERMELHO cultivados com hortaliças após três safras agrícolas, sob plantio direto. O estudo foi conduzido no município de Uberaba-MG, localizado entre as coordenadas 19°39'19" Sul e 47°57'27" Oeste e altitude aproximada de 795 metros, em uma área onde foi cultivado quatro ciclos de plantas de cobertura antecedendo um cultivo de soja e três de hortaliças, sob plantio direto. O solo do local foi caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura média. A precipitação, temperatura e umidade relativa do ar média anual são de 1.600 mm, 22,6 °C e 68 %, respectivamente. O clima é classificado como Aw, tropical quente, segundo Köppen, com inverno frio e seco. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4 x 4), com 4 coberturas: 1 - Crotalária juncea (CJ) (*Crotalaria juncea* L.); 2 - Braquiária (B) (*Urochloa brizantha* cv. Marandu); 3 - Milheto ADR 500 (M) (*Pennisetum glaucum* L.); 4 - Mistura crotalária + milheto (C+M), em 4 profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m) para densidade do solo, umidade volumétrica do solo (Uv), macroporosidade, microporosidade e Porosidade total (PT). Para resistência mecânica penetração avaliou-se seis profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 e 0,30-0,40; 0,40-0,50 m, 0,50-0,60 m), com 3 repetições, em parcelas de 4,0 x 5,0 m. Foi feito o preparo convencional com aração e gradagens, antes de plantar as coberturas que antecedeu o cultivo da soja. O plantio das mesmas coberturas foi realizado sempre antecedendo o

cultivo das hortaliças, nas mesmas parcelas. Para avaliar a RP utilizou-se um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar, com ângulo de ponteira cônica de 30°. Os dados de campo foram obtidos em números de impactos ( $\text{dm}^{-1}$ ), transformados em  $\text{kgf cm}^{-2}$  através da equação  $R (\text{kgf cm}^{-2}) = 5,6 + 6,98 N$ . Os valores foram multiplicados pela constante 0,098 e transformados em MPa (ARSHAD et al., 1996). A Ds foi determinada pelo método do anel volumétrico. A avaliação da Uv foi realizada no momento da avaliação da RP e nas mesmas profundidades. A distribuição de poros por tamanho foi determinada em amostras com estrutura indeformada. A Ma, PT e Mi foram determinadas segundo Embrapa (1997). Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SISVAR. Aplicou-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo t de Student ( $p < 0,05$ ). Analisando os valores de Ma, Mi, PT, RP, Ds e Uv observou-se que somente ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para o parâmetro RP nas áreas com cobertura de M, CJ e B, onde os maiores valores foram observados nas profundidades entre 0,10 - 0,20 cm. Observa-se que na área onde continha a cobertura de M, a RP atingiu 5,30 MPa, estando este valor bem acima do limite considerado crítico para o desenvolvimento normal das plantas (TORRES; SARAIVA, 1999; SILVA et al., 2008). A área onde continha a mistura C + M apresentou menores valores de RP, que provavelmente se deve a mistura dos sistemas radicular fasciculado e pivotante das plantas utilizadas, que deram melhor estruturação e resistência ao solo. As poucas alterações ocorridas nos atributos avaliados podem ser justificadas pelo curto período de implantação do sistema de plantio direto na área, de apenas quatro ciclos de cultivo. Segundo Lago et al. (2012) após 3 a 4 anos da implantação do sistema de plantio direto são comuns os solos apresentarem maiores valores de Ds e Mi na camada superficial e menores valores de Ma e PT, quando comparados com os solos em sistema convencional. Estes autores afirmam que isto ocorre devido ao arranjo natural do solo não mobilizado e pela pressão provocada pelo trânsito de máquinas e implementos agrícolas mais pesados. A Ds apresentou correlações negativas e significativas com as outras variáveis (RP, UV, Ma, Mi e PT ( $p < 0,01$ ), três anos após a implantação do sistema de plantio direto. A Ma se correlacionou ( $p < 0,01$ ) com Mi e Uv, enquanto que Mi com PT, RP e Uv, além de PT com Uv e RP com Uv. Estas correlações comprovam que algumas variáveis são influenciadas pelas outras. As correlações significativas ( $p < 0,05$ ) e negativas da Ds com os outros parâmetros avaliados evidenciam a importância deste atributo como indicador de qualidade do solo, pois é um componente sensível as alterações causadas pelo manejo. Mesmo assim, os valores obtidos para Ds neste estudo, ainda estão abaixo do limite crítico para o desenvolvimento das culturas de  $1,60 \text{ kg dm}^{-3}$ , estabelecido por Silva e Rosolem (2005). A Ds se correlacionou negativamente com todos os outros parâmetros avaliados e mostrou ser um bom indicador da qualidade do solo. Os valores de RP registrados na área indicam que já está ocorrendo restrição ao desenvolvimento radicular das plantas.

## Referências

- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J., eds. **Methods for assessing soil quality**. S. Sc. Soc. of Am. Jour., p.123-141, 1996.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Rio de Janeiro). **Manual de Métodos de análise de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- LAGO, W.N.M.; LACERDA, M.P.C.; NEUMANN, M.R.B. Indicadores de qualidade dos solos na microbacia do Ribeirão Extrema, DF: **R. Br. Eng. Agríc. Amb.**, v. 16, p. 721-729, 2012.
- SILVA, R.H.; ROSELEM, C.A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **R. Br. Ci. S.**, v. 25, p. 253-260, 2005.

SILVA, G.J.; VALADÃO JÚNIOR, D.D.; BIANCHINI, A.; AZEVEDO, E.C.; MAIA, J.C.S. Variação de atributos físico-hídricos em Latossolo Vermelho do cerrado Mato-grossense sob diferentes formas de uso. **R. Br. Ci. S.**, v. 32, p. 2135-2143, 2008

TORRES, E.; SARAIVA, O.F. **Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Circular Técnica, 23).1999. 58p.



## EFEITO DO MANEJO DO SOLO NA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SUCESSÃO AO MILHO SAFRINHA

Monica Carolina Sustakowski, Edleusa Pereira Seidel, Ana Paula Heck Schneider,  
Claudinéia Borba Rodrigues, Karine Laiara Lerner

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Graduada, Marechal Cândido Rondon - PR,  
*monica\_sustakowski@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; cobertura vegetal; manejo.

Segundo Silva (2007), o uso indiscriminado das práticas de preparo convencional do solo causou excessiva desagregação física do solo, preparo superficial e a formação de camadas impermeáveis ocasionando uma baixa produtividade agrícola. Isso porque o desempenho produtivo das culturas está associado, entre outros fatores, ao estado físico do solo.

Diante disso, com base em estudos de Camara e Klein (2005), em sistema plantio direto, a escarificação tem sido indicada como opção para o rompimento de camadas compactadas de solo, pois favorece o desenvolvimento radicular das plantas, incrementa a rugosidade superficial, eleva a taxa de infiltração e a capacidade de armazenamento de água no solo, resultando em maior disponibilidade de água às culturas.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o percentual de cobertura do solo, os componentes de produção e a produtividade da soja, em sucessão a cultura do milho safrinha consorciado com braquiária, e com diferentes manejos.

O trabalho foi desenvolvido no município de Quatro Pontes – PR em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas. A parcela principal foi constituída de milho safrinha consorciado com braquiária em dois sistemas de colheita: silagem e grãos secos. As subparcelas foram compostas por três manejos: plantio direto sem escarificação, plantio direto com uso de escarificador Terrus de 7 hastes com distância entre hastes de 65 cm e profundidade de trabalho entre 30 e 35 cm, e com escarificador Fox de 5 hastes com distância entre hastes de 50 cm e profundidade de trabalho entre 18 e 26 cm.

A população de plantas de soja foi avaliada mediante contagem do número de plantas ao longo de 8 m nas quatro linhas centrais de cada subparcela. Nesse mesmo período realizou-se o levantamento da cobertura vegetal a partir da contagem dos pontos com solo descoberto em cada subparcela em intervalos de 0,10 m.

Para determinação dos componentes de produção da soja foram amostradas dez plantas por subparcelada. Para a determinação da altura de plantas utilizou-se uma trena tomando como parâmetro o nível do solo à última inserção de trifólio. O número de vagens e o número de grãos por planta foram determinados através de contagem e a massa de mil grãos foi estimada por meio da pesagem de oito subamostras de cem grãos.

Para a avaliação da produtividade da cultura foi realizada a colheita de cada tratamento separadamente, a trilha com uma bateadeira de cereais estacionária, e o peso determinado em balança. Os resultados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância, e as médias, ao teste de Tukey para comparação múltipla de médias, a 5 %.

A análise estatística demonstrou que houve efeito significativo isolado ( $p < 0,05$ ), para os fatores estudados, e não houve efeito para a interação. Os dois sistemas de colheita do milho promoveram

diferenças significativas na porcentagem de cobertura do solo com palhada. Na área onde o milho foi destinado a produção de grãos secos houve uma cobertura do solo com palhada de 74 % enquanto que na área onde o milho foi colhido para silagem a cobertura do solo foi de 63 %.

Uma menor cobertura na área destinada à produção de silagem era esperada, pois na silagem é necessária a colheita da parte aérea da planta, fazendo com que o percentual de restos culturais que permanecem sobre o solo seja reduzido. Esta redução na cobertura poderia ser ainda menor se o milho não estivesse consorciado com braquiária.

Os dois sistemas de colheita do milho não influenciaram a população de plantas de soja, altura de plantas, número de vagens e grãos por planta, peso de mil grãos e a produtividade da soja em sucessão. A produtividade da soja na área em que o milho foi colhido como grãos secos foi 4.114 kg ha<sup>-1</sup>, e o colhido para silagem foi de 3.624 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, uma diferença de 490 kg ha<sup>-1</sup>, todavia foram estatisticamente iguais.

O sistema de manejo adotado após a colheita do milho influenciou na porcentagem de cobertura do solo. A maior cobertura foi observada no sistema de plantio direto com 79 % da área coberta. Enquanto que na área escarificada, em média, a cobertura foi de 63 % e não diferiram estatisticamente entre si. A ação dos escarificadores pode incorporar a palhada no sulco; ou mesmo, transforma-la em frações menores que rapidamente serão degradadas, diminuindo assim a sua permanência no solo.

A população de plantas apresentou diferenças significativas, onde o plantio direto apresentou maior população com 330.749 plantas ha<sup>-1</sup>. A redução da população de plantas nas áreas escarificadas provavelmente está associada ao menor contato entre o solo e a semente durante a semeadura. Além disso, houve menor cobertura de solo que pode afetar a temperatura do solo, que fica mais exposto à incidência dos raios solares, e consequentemente acaba afetando a umidade do solo.

Não houve efeito significativo dos sistemas de manejo para altura de plantas, número de vagens e grãos por planta, e massa de mil grãos. Desta forma, é possível considerar que as modificações nas características do solo como resultado da escarificação do solo nem sempre refletirão em incremento no desenvolvimento e produção das culturas.

Não houve incremento na produtividade da soja em função da escarificação e do cultivo, o que estar ligada a características da cultura que, devido a condições climáticas favoráveis, acabou não respondendo a efeitos da estrutura do solo.

Isso demonstra que as modificações nos atributos físicos do solo ocasionadas pelos sistemas de manejo, não foram afetadas de forma suficiente para interferir na produtividade da cultura da soja, indicando que a qualidade física do solo nas áreas sem escarificação não se apresentou prejudicial à produtividade da cultura. O mesmo foi verificado em trabalho realizado por Girardello et al. (2014) que ao avaliar a eficiência de escarificadores na redução da resistência a penetração e no incremento da produtividade de grãos na cultura da soja não encontrou incremento da produtividade em razão da escarificação, independentemente do escarificador investigado.

Assim, devido ao fato de a escarificação não ter propiciado incrementos na produtividade da soja superiores ao plantio direto fica evidente que, neste caso, a escarificação tornou-se desnecessária.

O milho colhido como silagem reduziu a cobertura do solo, entretanto não afetou os componentes de produção e a produtividade da soja em sucessão.

O uso dos escarificadores acarretou redução na cobertura do solo e na população de plantas quando comparadas ao plantio direto, e não houve diferenças entre os dois escarificadores.

O revolvimento do solo não afetou os componentes de produção e a produtividade da soja em sucessão, portanto, não justifica seu uso.

## Referências

CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 29, n. 1, p. 789-796, 2005.

GIRARDELLO, V. C; AMADO, T. J. C; SANTI, A. L; CHERUBIN, M. R; KUNZ, J; TEIXEIRA, T. de G. Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**. v.38, n.4, p.1234-1244, 2014.

SILVA, M. A. de A. e. **Desenvolvimento radicular das culturas de feijão, soja e milho, sob diferentes manejos de solo, irrigados por pivô central**. Unesp, Botucatu, 140p, 2007.

## ESTABILIDADE DE AGREGADOS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO APÓS LONGO TEMPO DE MANEJO

Adalberto Alves Pereira<sup>1</sup>, Edivaldo Lopes Thomaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste e Universidade Estadual de Ponta Grossa, Professor, Doutorando, Guarapuava - PR, *adalbertoalvespereira@yahoo.com.br*; <sup>2</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste.

**Palavras-chave:** agregados; macroagregados; manejo do solo.

Agregados são componentes da estrutura do solo e, portanto, de suma importância na manutenção da porosidade e aeração do solo, no crescimento das plantas e da população microbiana, na infiltração de água e no controle dos processos erosivos (OADES, 1984).

A estabilidade de agregados representa a capacidade que as partículas têm de resistir aos processos de desagregação mecânica. A formação destes agregados ocorre mediante a atuação de processos físicos, químicos e biológicos no solo.

A agregação do solo pode sofrer alterações permanentes ou temporárias, demonstrando variação provocada por adaptações naturais ou práticas de manejo de solo. O sistema plantio direto (SPD), ao manter os resíduos vegetais na superfície, tende a aumentar os teores de matéria orgânica do solo (MO), melhorando a agregação das partículas em relação ao preparo convencional (SALTON et al., 2008).

Entretanto, poucos experimentos de longa duração têm buscado avaliar a influência do SPD na agregação do solo, desta forma, este estudo objetiva avaliar a estabilidade de agregados em SPD sob diferentes tempos de manejo em ambiente subtropical úmido.

Este trabalho foi desenvolvido em quatro áreas agrícolas cultivadas sob sistema de plantio direto com diferentes tempos de manejo (6, 17, 24 e 38 anos) e uma área de floresta (controle – sem manejo) localizadas na região Centro-Sul do Paraná, microrregião de Guarapuava.

O relevo da região varia de suave ondulado a ondulado, favorecendo o uso atual com lavouras temporárias. Os solos predominantes são os LATOSSOLOS BRUNOS com textura argilosa (MAACK, 2002).

O clima é classificado como Cfb, caracterizado por verões amenos, temperatura média no mês mais quente inferior a 22 °C, temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C, com geadas severas e sem estação seca definida, sendo a precipitação pluvial anual média entre 1.600 e 2.000 mm.

A determinação do percentual de agregados foi realizada por via úmida. Para isto, foram coletadas amostras em cinco pontos (escolhidos aleatoriamente) no topo do solo (0,0-0,1 m) em cada área. Na sequência, as amostras foram secas ao ar por 72 horas, pesadas e então submetidas ao peneiramento submerso em água para avaliação da estabilidade de seus agregados. Utilizaram-se peneiras com 15 cm de diâmetro e malhas de 4,0; 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 mm.

Depois de realizado o peneiramento, os agregados foram colocados em beakers numerados e secos em estufa a 105 °C durante 24 horas. Após secos estes foram novamente pesados, para determinação do percentual de agregados.

Após peneiramento das amostras, foi realizada a correção do teor de areia. A estabilidade de agregados foi determinada através do diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG) e índice de estabilidade de agregados (IEA).

A estimativa do DMP foi realizada conforme a equação  $DMP = \sum (Cmm \times P)$ , onde: DMP: Diâmetro médio ponderado (mm); Cmm: Centro de classes de tamanhos dos agregados; p: Proporção do peso de cada fração de agregados em relação ao peso total da amostra.

Para estimativa do DMG aplicou-se a equação  $DMG = \exp (\sum PAi \cdot \ln.DMCi / \sum PTAi)$ , em que: DMG: Diâmetro Médio Geométrico (mm); PAi: Peso de agregado de cada classe (g);  $\ln.DMCi$ : Logaritmo natural do diâmetro médio da classe; PTAi: Peso Total da Amostra (g).

O índice de estabilidade de agregados foi estimado utilizando-se a equação  $IEA = (Ps - wp_{0,25-areia}) / (Ps - areia) \times 100$ , onde: IEA: Índice de estabilidade de agregados (%); Ps: massa da amostra seca (g);  $wp_{0,25}$ : é a massa dos agregados da classe < 0,25 mm (g).

Os indicadores de agregação não apresentaram diferença significativa entre as diferentes áreas avaliadas. Quando se avalia o IEA por classe de macroagregado (4-8 mm; 2-4 mm, 1-2 mm, 0,5-1 mm, 0,25-0,5 mm) observa-se que as classes de 4-8 mm e 2-4 mm são as que sofrem maior efeito e melhor representam a degradação do SPD após longo período de manejo.

A classe de 0,25-0,5 mm apesar de não apresentar diferença significativa entre as áreas, foi a que apresentou a maior correlação com o tempo de manejo, demonstrando a complexidade do processo de agregação do solo.

O fato dos indicadores de agregação da massa total de solo não demonstrarem diferença entre os diferentes tempos de manejo, pode estar associado à metodologia, que homogeneiza as amostras, funcionando como um sistema caixa preta (*black bloc*), não demonstrando como os diferentes tamanhos de agregados respondem à desagregação.

As classes de 4-8 mm e 2-4 mm apresentaram redução de material não desagregado superior a 50 % entre a área Pd38 e Ft. Estas classes apresentaram também decaimento da estabilidade superior a 1 % por ano de manejo sendo cerca de duas vezes superior ao valor das classes de 1-2 mm e 0,5-1 mm, e cerca de cinco vezes superior à perda de estabilidade da classe de 0,25-0,5 mm.

Os macroagregados são estabilizados na maior parte por MO na fração lábil. O carbono orgânico do solo associado com macroagregados é normalmente perdido mais rapidamente do que aqueles associados com microagregados devido a um efeito protetor mais baixo de processos biofísicos e químicos (JASTROW; MILLER, 1998). Por ter ciclo rápido, esta fração é a mais sensível ao manejo do solo (FRANZLUEBBERS; STUEDEMANN, 2002).

Outro fator, que pode contribuir para redução do IEA em macroagregados após longo período de manejo está associado ao fato de raízes e hifas ao se decomporem, funcionarem como núcleos de microagregados (OADES, 1984).

Estes núcleos são revestidos por mucilagens resultantes da decomposição e ficam encrustados com argilas, resultando num microagregado dentro do macroagregado (OADES, 1984; SIX et al., 2004).

O espaço vazio deixado pela decomposição de hifas e raízes funciona como um duto para o aumento no fluxo de energia (água, ar, calor) intra agregados, com este aumento no fluxo de energia, amplia-se a mineralização da MO.

O menor teor de MO diminui a estabilidade dos macroagregados, ocorrendo à liberação dos microagregados formados dentro dos macroagregados.

O IEA das classes de macroagregado foi mais eficaz na determinação de diferenças entre as áreas avaliadas, com todas as classes apresentando redução com o tempo de manejo, com os maiores efeitos sendo apresentados nas maiores classes (> 2 mm).

Concluimos que, mesmo o sistema de plantio direto sendo considerado um sistema

conservacionista, e apresentando vantagens em relação a outros sistemas de manejo, este apresenta esgotamento das propriedades físicas após longo período de manejo ( $\geq 17$  anos), evidenciado pela redução da estabilidade dos macroagregados.

Agradecemos a Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária pela disponibilização de áreas experimentais e a CAPES pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor durante parte de realização deste trabalho.

## Referências

- FRANZLUEBBERS, A.J., STEINER, J.L. Climatic influences on soil organic carbon storage with no tillage. p. 71-86. In: KIMBLE, J.M., LAL, R., FOLLETT, R.F. (Editors) **Agricultural Practices and Policies for Carbon Sequestration in Soil**, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 2002.
- JASTROW, J.D.; MILLER, R.M. Soil aggregate stabilization and carbon sequestration: Feedbacks through organomineral associations. In: LAL, R; KIMBLE, J.M; FOLLETT, R.F.; STEWART, B.A.; eds. **Soil Processes and the Carbon Cycle**. Boca Raton (FL): CRC Press, 1998. p.207–223.
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 3.ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 438 p.
- OADES, J.M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. **Plant Soil**, v.76, p.319-337, 1984.
- SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRICIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1121, 2008.
- SIX, J.; BOSSUYT, H.; GRYZE, S.; DENEFF, K. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. **Soil Tillage Res.**, v.79, p.7-31, 2004.

## ATIVIDADE DA ENZIMA FOSFATASE ÁCIDA EM DIFERENTES MANEJOS DE SOLO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Deisi Navroski<sup>1</sup>, Arnaldo Colozzi Filho<sup>2</sup>, Adônis Moreira<sup>3</sup>, Luciana Grange<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Mestranda no programa de Pós-graduação em Agronomia, Londrina - PR, *deisinavroski@gmail.com*; <sup>2</sup>Instituto Agrônômico do Paraná; <sup>3</sup>Embrapa Soja;

<sup>4</sup>Universidade Federal do Paraná.

**Palavras-chave:** enzimas; indicador bioquímico; sistema de manejo.

No cenário agrícola atual, a adoção de práticas agrícolas racionais de manejo do solo e da água, surgem como um apelo para manter a sustentabilidade dos agroecossistemas. Diante disso, estudos baseados nas características físicas, químicas e biológicas do solo são necessários como indicativos do seu estado de conservação. Dentre os indicadores biológicos, compostos metabólicos liberados pelos organismos, tais como as enzimas, são estudadas como indicadores sensíveis da qualidade do solo por ter participação essencial nos ciclos biogeoquímicos, desempenhando funções catalizadoras de várias reações que resultam na decomposição de resíduos orgânicos e ciclagem de nutrientes.

A atividade enzimática no solo tem origem a partir de enzimas produzidas por microrganismos, macrorganismos, raízes e animais (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). A maior parte das enzimas no solo são produzidas por microrganismos, e quando excretadas, ou após a morte celular são denominadas enzimas extracelulares e podem permanecer ativas no solo provocando alterações no ciclo do carbono (C) e de outros nutrientes minerais.

Das enzimas extracelulares, as fosfatases (ácida e alcalina) possuem relação com o ciclo do fósforo (P) por catalisar a hidrólise de ésteres e anidridos de fosfato (BALOTA et al., 2013), sendo responsáveis pela mineralização do P orgânico (DICK, 1994), disponibilizando fontes inorgânicas de P para as plantas. A fosfatase ácida (FAC), geralmente, é mais estudada, pois grande parte dos solos utilizados para agricultura nas condições tropicais e subtropicais são ácidos (BALOTA et al., 2013).

As práticas adotadas em diferentes sistemas de manejo do solo afetam a comunidade microbiana, e demonstram grande influência sobre a sua atividade enzimática (DENG; TABATABAI, 1997). Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade da enzima fosfatase ácida em solos cultivados sob diferentes sistemas de manejo.

Amostras de solo foram coletadas em agosto de 2013, durante o período de entressafra nos municípios da região oeste do Paraná. Os manejos avaliados foram: sistema agropastoril (SA), pastagem (PA), cultivo mínimo (CM) e plantio convencional (PC), nos municípios de Francisco Alves, Marechal Cândido Rondon, Palotina e Margarida, respectivamente. Para fins comparativos, uma área de floresta primária (FP) foi amostrada em Palotina. As áreas de coleta foram divididas em 4 transectos paralelos que foram percorridos em ziguezague coletando-se 5 a 10 subamostras na profundidade de 0-20 cm para formar uma amostra composta. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como Cfa (Clima Subtropical Úmido) com médias de temperatura de 20 °C, precipitação de 1800 mm e umidade de 70 a 80 %. O delineamento experimental utilizado foi como sendo inteiramente casualizado, com quatro repetições.

No laboratório, o solo foi peneirado em malha de 4 mm, determinou-se a umidade pelo método gravimétrico e em seguida armazenado. A atividade da FAC foi determinada de acordo com Tabatabai



(1994), cujas amostras foram incubadas em substrato p- nitrofenil fosfato de sódio, usando tampão universal modificado (MUB) (pH 5,5). O produto formado foi o p-nitrofenol, e posteriormente quantificado por espectrofotometria em comprimento de onda de 400nm.

O carbono orgânico total (COT) foi determinado pelo método de Walkley- Black, e a partir desse resultado, calculou-se a matéria orgânica do solo (MOS) multiplicando-se o COT pelo fator de Van Bemmelen (1,72).

Os dados foram testados para homocedasticidade e normalidade dos resíduos e submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste F. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade usando o *software* R (versão 3.3.0- 2016).

A atividade da FAC foi maior na área de FP (5,11 mg p-nitrofenol g<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>) e diferiu estatisticamente dos manejos de solo avaliados. Na floresta a densidade e diversidade de plantas é alta, com isso há um grande desenvolvimento de raízes no solo, por consequência a atividade biológica é intensa, o que pode explicar a maior atividade da fosfatase ácida observada. Segundo Tabatabai (1994), os microrganismos e as raízes das plantas são os principais responsáveis pela produção das fosfatases ácidas. Além disso, trata-se de um ambiente em equilíbrio dinâmico, cujo balanço entre características interespecíficas do solo favorecem a manutenção e regulação da produção dos compostos metabólicos, como enzimas.

Dos sistemas de manejo, o PC apresentou 2,98 mg p-nitrofenol g<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>, e foi significativamente superior aos demais manejos. Esse resultado difere dos que são comumente encontrados na literatura, onde geralmente o PC apresenta valores baixos para atividade da FAC. Contudo, a alta atividade da FAC neste trabalho, pode ter ocorrido em virtude da mobilização de solo incorporar resíduos vegetais estimulado a atividade microbiológica na camada de 0-20 cm. Além disso, o histórico da área demonstra que há consecutivas adubações orgânicas com resíduos animais, o que favorece a biota do solo, e uma decorrência deste estímulo pode ser o aumento na atividade da FAC.

A MOS apresentou valores médios nos manejos de PC (28,8 g kg<sup>-1</sup>), PA (26,0 g kg<sup>-1</sup>) e FP (24,5 g kg<sup>-1</sup>) que não diferiram estatisticamente entre si. Já os manejos de CM (14,5 g kg<sup>-1</sup>) e SA (9,5 g kg<sup>-1</sup>) apresentaram os menores valores para MOS. A MOS além de estimular os microrganismos e ser fonte nutrientes, pode proteger e manter as enzimas do solo em suas formas ativas, pela formação de complexos enzima-compostos húmicos (DENG; TABATABAI, 1997). Isso foi evidenciado neste trabalho, pois houve relação positiva entre o maior teor de MOS e maior atividade da FAC na área de PC.

A atividade da FAC nos manejos SA (1,57 mg p-nitrofenol g<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>), PA (1,25 mg p-nitrofenol g<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>) e CM (0,87 mg p-nitrofenol g<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>) não diferiram estatisticamente. Segundo Dick (1994), o tipo de vegetação, por meio da quantidade e qualidade de seu material orgânico influencia na atividade enzimática do solo. Neste trabalho, a falta de vegetação, mesmo com ausência ou mínimo revolvimento do solo, foi determinante para baixa atividade da FAC. Além disso, o volume de palhada acumulado no solo, nas áreas de CM e AS não foi suficiente para garantir uma boa cobertura que pode ter influenciado a atividade enzimática, por agir diretamente na principal fonte de FAC que é a microbiota do solo.

A baixa atividade da FAC nos sistemas conservacionistas (CM e SA) é atribuída ao fato da amostragem ser realizada no período de entressafra, diminuindo a produção de enzimas pela ausência de rizosfera e raízes de plantas.

Os sistemas de manejo do solo influenciam a atividade da fosfatase ácida, podendo resultar em alterações na disponibilidade de P e produtividade das culturas.

## Referências

- BALOTA, E.L.; NOGUEIRA, M.A.; MENDES, I.C.; HUNGRIA, M.; FAGOTTI, D.S.L; MELO, G.M.P. SOUZA, R.C.; MELO, W.J.. Enzimas e seu papel na Qualidade do Solo. In: ARAÚJO, A.P.; ALVES, B.J.R. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo - Volume VIII**. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. p. 222-271.
- DENG, S.P.; TABATABAI, M.A. **Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils- III. Phosphatases and arylsulfatase**. Biology and Fertility of Soils, v.24, p.141-146, 1997.
- DICK, R.P. Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p.107-124.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 183-191p.
- TABATABAI, M. A. Enzymes. In: WEAVER, R. W.; AUGLE, S.; BOTTOMLY, P. J.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A.; WOLLUM, A. (Eds.). **Methods of Soil Analysis: Microbial and Biochemical Properties**. Madison: Soil Science Society of America, 1994, p. 775-833.

## IMPACTO DO DESMATAMENTO E USO DO SOLO AGRÍCOLA NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E HÍDRICOS EM LATOSSOLO

Róbson Ilha<sup>1</sup>, Afranio Almir Righes<sup>2</sup>, Raone Puntel Bernardi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria e Centro Universitário Franciscano, Doutorando, Santa Maria - RS, [ilha.robson@gmail.com](mailto:ilha.robson@gmail.com); <sup>2</sup>Centro Universitário Franciscano.

**Palavras-chave:** taxa de infiltração; degradação do solo; parâmetros físicos.

A adoção do sistema plantio direto contribuiu na redução da erosão hídrica no Brasil, entretanto constata-se que os problemas de erosão e de infiltração de água no solo não foram solucionados. Isso ocorre devido a elevada intensidade das chuvas aliada a degradação da estrutura física do solo pelo intensivo uso agrícola ao longo dos anos.

O sistema plantio direto reduz a erosão hídrica ocasionada pelo impacto das gotas da chuva, e há diversas contestações quanto à redução da erosão provocada pelo escoamento superficial. Em relevos de topografia ondulada, como em muitas áreas do Estado do Rio Grande do Sul, a dinâmica dos processos erosivos é diferente, e a energia do escoamento superficial passa a ter maior importância nas perdas de solo e água nessas áreas, situação que tem sido negligenciada pelos agricultores. As perdas de nutrientes e matéria orgânica no sedimento do escoamento superficial em sistema plantio direto são maiores do que ocorrem no mesmo solo em sistema de cultivo convencional (DENARDIN; KOCHHANN; RIGHES, 2005).

A qualidade física do solo é fundamental no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis. Solos desestruturados e compactados geralmente apresentam valores altos de densidade do solo e baixos de macroporosidade em função do uso e manejo incorreto. Dessa forma a caracterização física e hídrica dos solos utilizados para a agricultura é importante para mensurar o impacto da ação antrópica, como subsidio para a tomada de ações mitigatórias.

O objetivo desse estudo foi caracterizar atributos físicos do solo relacionados a infiltração de água e determinar a taxa básica de infiltração de água em Latossolo com diferentes sistemas de uso agrícola.

O estudo foi desenvolvido na localidade de São José, do município de Jóia - RS. O solo pertencente à unidade de mapeamento Santo Ângelo, classificado como LATOSSOLO VERMELHO distroférico típico. Foram utilizados três tratamentos sendo eles: T1 - em condições de mata nativa; T2 - em condições de plantio direto por 20 anos; e T3 - com 40 anos de uso agrícola, sendo os 20 primeiros em sistema convencional, e os últimos 20 anos em plantio direto. O sistema de rotação de culturas mais utilizado na região é a sucessão aveia-soja.

A taxa de infiltração básica de água no solo foi determinada "*in loco*" pelo método de anéis duplos de MUNTZ (BERNARDO et al., 2006), com seis repetições em cada tratamento. As características físicas foram determinadas nas camadas de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m de profundidade, com 4 repetições. As propriedades físicas analisadas foram densidade do solo, densidade de partícula, porosidade total, microporosidade e macroporosidade seguindo metodologia descrita por Embrapa (1997).

Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de hipótese a 5 % de probabilidade de erro. Quando houve rejeição da hipótese nula os resultados foram comparados pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5 %.

O menor valor de densidade do solo ocorreu em solo com floresta nativa, com  $1,05 \text{ g cm}^{-3}$  na camada de 0-0,10 m de profundidade. Analisando a variação da densidade do solo na profundidade de 0-0,10 m em relação a camada de 0,10-0,20 m de profundidade nos diferentes tratamentos constatou-se diferença estatística significativa. Na lavoura com 20 anos de uso agrícola a densidade média foi de  $1,64 \text{ g cm}^{-3}$  e na lavoura de 40 anos de uso agrícola o valor médio de densidade foi de  $1,58 \text{ g cm}^{-3}$ . Analisando os dados apresentados, pode-se inferir que a ação antrópica de cultivo agrícola aumentou a densidade do solo tendo como consequência a redução da porosidade total.

Com relação à densidade de partículas nos diferentes usos do solo constatou-se que os valores variaram de 2,47 a  $2,66 \text{ g cm}^{-3}$ . O menor valor ocorreu em solo de floresta nativa na superfície, devido à alta concentração de matéria orgânica nessa camada, reduzindo relativamente a concentração de minerais.

Analisando a variação da porosidade total no solo nos diferentes tratamentos, percebe-se que os valores médios da porosidade total do solo com floresta nativa é 15,86 % maior que o solo cultivado com 20 anos e 13,32 % maior que o solo cultivado com 40 anos de uso agrícola. Considerando que o solo de 20 anos foi utilizado somente o sistema plantio direto e o solo de 40 anos de uso agrícola foram utilizados 20 anos no sistema convencional (uma aração e duas gradagens) e por mais 20 anos no sistema plantio direto, a redução da porosidade total pode-se atribuir a oxidação da matéria orgânica pelo intensivo cultivo desse solo. Segundo Stone e Silveira (2001) avaliando um LATOSSOLO VERMELHO Perférico, constataram que o não revolvimento da camada superficial no sistema plantio direto ocasionou maior valor de densidade do solo e menores de porosidade total e macroporosidade na camada superficial, comparado com o sistema convencional.

Analisando o comportamento da taxa de infiltração básica em relação ao uso do solo, constata-se que nas condições dos tratamentos T1, T2 e T3 as taxas médias de infiltração foram respectivamente: 217,1; 6,9 e 6,1  $\text{mm h}^{-1}$ . Pelos dados constata-se drástica redução da taxa de infiltração básica de água no solo pelo sistema de uso do solo. No tratamento com 20 anos de cultivo em sistema plantio direto os valores não diferem do tratamento lavoura convencional e plantio direto por 40 anos. Esse comportamento pode ser atribuído principalmente as alterações ocorridas na estrutura do solo pelo cultivo, pela redução do percentual da matéria orgânica, reduzindo a macroporosidade do solo, com efeito direto na taxa de infiltração básica.

A intensidade do uso agrícola com o passar do tempo reduz a taxa de infiltração de água em Latossolo tendo como consequência o aumento da enxurrada com possíveis problemas ambientais, como inundações e deficiência hídrica do solo e mananciais em período de estiagem. O desmatamento e o intensivo cultivo do solo na unidade e mapeamento Santo Ângelo por 20 anos e 40 anos reduziu a taxa de infiltração básica de água no solo em 3146 % e 3559 % respectivamente.

O intensivo uso agrícola nas áreas com 20 e 40 anos de uso provoca alterações nos atributos físicos, aumentando a densidade do solo, microporosidade com consequente redução da porosidade total e macroporosidade.

Esses dados indicam que somente a adoção do plantio direto na palha não é o suficiente para controlar as perdas de água, e consequentemente de solo em áreas de relevo ondulado. Evidenciando a importância da adoção de um conjunto de práticas que impliquem na maximização da infiltração de água no solo, e redução do escoamento superficial.

Agradecemos ao agricultor Zeni Bernardi por disponibilizar as áreas do estudo.

## Referências

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2ed. Rio de Janeiro, 1997.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

DENARDIN J. E., KOCHHANN, R. A. e RIGHES, A. A. Mulching Vertical: técnica de manejo de enxurradas em Sistema Plantio Direto. **Revista Plantio Direto** n.14 p37-39. 2005.

STONE, L. F. ; SILVEIRA, P. M. Efeito do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p. 395-401, 2001.

## COMPACTAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Carolina dos Santos Batista Bonini, Guilherme Constantino Meireles, Aline Magalhaes, Cleiton Alexandre Silveira do Nascimento, Auro Takao Sakamoto Akira Filho

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Professora Assistente Doutora, Dracena - SP, [carolbonini@dracena.unesp.br](mailto:carolbonini@dracena.unesp.br).

**Palavras-chave:** resistência mecânica a penetração; teor de água no solo; sustentabilidade.

O sistema integração lavoura-pecuária-floresta tem a característica de integrar componentes tanto a cultura de gramínea junto a animais herbívoros. A implantação deste sistema visa a sustentabilidade, procurando explorar o máximo da área, além de diminuir os impactos sobre as propriedades do solo. Segundo Carvalho et al. (2005) as benesses da integração lavoura pecuária (ILP) têm sido associadas invariavelmente à redução de custos, aumento da eficiência do uso da terra, melhoria dos atributos físicos e químicos do solo, redução de pragas e doenças, aumento de liquidez e de renda. Contudo é questionável o fato dos animais causarem prejuízos nas características físicas do solo pelo efeito do pisoteio, pois o animal em si não compacta o solo, tudo depende da taxa de lotação empregada, da densidade animal no caso de lotação rotacionada, e da massa de forragem existente na pastagem, a qual se interpõe entre o casco do animal e a superfície do solo. A compactação do solo causada pelo pisoteio animal tem sido apontada como uma das principais causas da degradação de áreas cultivadas em sistema de integração lavoura-pecuária (ALBUQUERQUE; SANGOI; ENDER, 2001). A compactação do solo tem por característica reduzir a porosidade do solo, principalmente a macroporosidade, com isso a densidade do solo aumenta e a resistência mecânica a penetração também aumenta. A resistência mecânica à penetração, propriedade que mede a compactação do solo, pode ser utilizada para avaliar os impactos causados pelo uso e manejo do solo. Com isso, o objetivo deste trabalho foi estudar o teor de água no solo e a resistência mecânica a penetração de um LATOSSOLO VERMELHO em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta desde 2012. O estudo foi conduzido na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Polo Regional de Andradina, no município de Andradina - SP, a 379 metros de altitude, latitude 20°55'S e longitude 51°23'W. O clima predominante na região é o Aw. O experimento foi instalado em uma área de 27 hectares de solo LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (EMBRAPA, 2013). Os tratamentos foram: sistema de integração lavoura-pecuária (ILP); sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com árvores de eucalipto plantadas em linha simples, com distância entre linhas de 17 a 21 metros, e distância entre plantas de 2 metros, com densidade de 200 árvores por hectare (ILPF 1); sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com árvores de eucalipto plantadas em linha triplas, com distância entre linhas de 3 metros, e distância entre plantas de 2 metros, com densidade de 500 árvores por hectare (ILPF 2); e, plantio exclusivo de eucaliptos (2 x 3 m). O delineamento foi em blocos com quatro repetições, totalizando 16 parcelas experimentais. A análise química do solo para a caracterização inicial da área foi realizada em maio de 2012 de acordo com a metodologia descrita por Raij e Quaggio (1983). Em julho de 2012 o solo foi preparado com a aplicação de calcário (1,2 t ha<sup>-1</sup>) e gesso agrícola (700 kg ha<sup>-1</sup>) com base na análise de solo (P resina = 3 mg dm<sup>-3</sup>; M.O. = 15 g dm<sup>-3</sup>; K = 1,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 19 mmol<sub>c</sub>

$\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{SB} = 13,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{CTC} = 32,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $\text{V} \% = 42$ ). Posteriormente o eucalipto (clone I-224), foi plantado e adubado com  $350 \text{ kg ha}^{-1}$  da fórmula 04-30-16 e adubação de cobertura, em volta da coroa das mudas, com  $37 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  de Zn e  $2 \text{ kg ha}^{-1}$  de B. Em dezembro de 2012 foi realizada a semeadura da soja cultivar BMX, com  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  do fertilizante 4-30-16. Aos 45 dias após o plantio foi efetuada adubação de cobertura aplicando  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  da fórmula 00-20-20. A colheita foi realizada em maio de 2013. Em dezembro de 2013 foi realizada a semeadura do milho (híbrido DKB 390) juntamente com o capim *Urochloa brizantha* (sin. *Brachiaria brizantha*) cv. Marandu e adubação de  $310 \text{ kg ha}^{-1}$  de 8-28-16. Aos 20 dias após a emergência do milho foi realizada a adubação de cobertura com  $92 \text{ kg ha}^{-1}$  de N via uréia. A colheita do milho ocorreu em março de 2014, permanecendo o capim para estabelecimento da pastagem. As avaliações realizadas foram a resistência do solo à penetração será utilizado penetrológ, modelo Falker, Automação Agrícola e o teor de água no solo pelo método clássico de pesagem (EMBRAPA, 1997), no momento da realização da resistência do solo à penetração, em três camadas do solo: 0-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m. As amostras foram coletadas no período de janeiro/fevereiro no anos de 2016 em locais de amostragem em diferentes distâncias (0, 2, 4, 6, 8 e 10 m), sendo o ponto zero a linha de eucalipto nos tratamentos ILPF e bosque e no ILP a curva de nível central do piquete. Os resultados foram analisados efetuando-se a análise de variância, correlação simples a 5 % de probabilidade para a comparação de médias. Para a resistência a penetração, somente na camada de 0,05-0,10 m houve diferença estatística para os tratamentos. A distância de amostragem não interferiu nos valores obtidos para este atributo. No tratamento ILP o valor encontrado foi maior que o considerado ideal por Canarache (1991) que afirma que acima de 2 MPa as plantas sofrem limitação ao crescimento das raízes das plantas. As análises foram realizadas após um ano da introdução dos animais nas áreas com ILP e ILPF 1L e 3L, mas em todos os tratamentos verificou-se que não houve compactação pelo pisoteio animal. Resultados estes que discordam de Albuquerque, Sangoi e Ender (2001). Para todas as camadas estudadas o teor de água no solo diferiu estatisticamente para as distâncias estudadas e para os tratamentos somente na camada de 0,10-0,20 m. Os valores encontrados ( $0,07\text{-}0,10 \text{ g g}^{-1}$ ) mostram que este solo (textura média a arenosa) no momento da realização da resistência a penetração estava próximo à capacidade de campo que é o recomendado. Para os tratamentos somente na camada mais profunda teve diferença entre os tratamentos, sendo o bosque de eucaliptos o mais úmido em relação aos demais tratamentos. Já para as distâncias estudadas, quanto mais perto das linhas de eucalipto, menor a teor de água do solo. Nas faixas de 2 até 10 m a teor de água manteve semelhante. Esse comportamento pode ser devido as áreas próximas da linha do eucalipto ter o capim marandu e o eucalipto utilizando do mesmo volume de água disponível e nas áreas mais distantes somente o capim. Conclui-se que os tratamentos não estão influenciando a resistência do solo na camada de 0-0,05 m e o teor de água no solo nas camadas mais superficiais. Os valores obtidos de resistência à penetração estão abaixo do considerado crítico para o desenvolvimento das plantas e os teores de água no solo estão próximos à capacidade de campo.

## Referências

- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeito da integração lavoura pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, n. 25, p.717-723, 2001.
- CANARACHE A Factors and indices regarding excessive compactness of Agricultural soil. **Soil Tillage Res.**, n.19, p. 145-165 1991.



CARVALHO, P. C. DE F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C.L; CEPIK, C. T.C.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R; SULC, R. M.; PELISSARI, A. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (Org.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas-RS, p.7-44, 2005.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2ª ed. Rio de Janeiro, 1997, 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

RAIJ, B.V.; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análises de solo para fins de fertilidade**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81).

## DISTRIBUIÇÃO DE RAIZ NA CULTURA DE SOJA EM FUNÇÃO DO MANEJO DO SOLO E DA GESSAGEM

Esmael Lopes dos Santos<sup>1</sup>, Leonan Felipe Ferreira Maronezzi<sup>1</sup>, Julio Cesar Franchini<sup>2</sup>,  
Henrique Debiasi<sup>2</sup>, Douglas Henrique Tonsic<sup>1</sup>

Centro Universitário Filadélfia, Professor, Londrina - PR, [esmael.santos@unifil.br](mailto:esmael.santos@unifil.br);

<sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

**Palavras-chave:** compactação; escarificação; comprimento de raiz.

Na agricultura brasileira a cultura da soja (*Glycine max*) tem sido uma das principais culturas devida sua importância econômica e alimentar. No sistema produtivo da cultura da soja, o manejo do solo predominante é o sistema plantio direto (SPD). Este sistema proporciona boas condições de conservação e de manejo do solo e da água, porém, tráfego intensivo de máquinas pesadas em momentos não adequados de umidade do solo, aliado a quantidade e qualidade da palhada existente oriunda de inadequado planejamento de culturas, muitas vezes acarreta em uma compactação do solo, principalmente em camadas com profundidades de 0,1 a 0,2 m (BEULTER; CENTURIOM, 2003).

O adensamento das camadas do solo limita o desenvolvimento radicular da planta, conseqüentemente, uma menor área de solo será explorada, diminuindo absorção de água e nutrientes em períodos de seca intensa isto será extremamente prejudicial ao desenvolvimento da planta (HAKANSSON et al., 1998) conseqüentemente refletindo em perdas de produtividade.

A escarificação do solo pode ser uma das alternativas para diminuir o grau de compactação, aumentando a porosidade do solo e diminuindo a sua densidade. Porém em sua maioria, seu efeito é efêmero e, após um ou dois anos, o solo pode voltar ao seu estado original de compactação. Também conhecidas como facas e facões, as hastes sulcadoras são utilizadas na semeadura, e, tem por função além da abertura do sulco de plantio ainda realizar o rompimento da camada superficial compactada (NICOLASSO et al., 2008).

O gesso agrícola pode ser uma alternativa para a estruturação do solo, devido seu efeito floculante. Assim, pode proporcionar melhorias nos atributos físicos, promovendo a reagregação das argilas dispersas em água. A utilização do gesso, quando associada à escarificação pode promover uma reestruturação mais rápida do solo, já que esta prática promove a desestruturação das camadas (ROSA JUNIOR et al., 2006).

Neste sentido a recuperação física do solo, em especial na compactação, não pode ocorrer apenas com auxílios mecânicos (ROSA JUNIOR et al., 2006), portanto a hipótese deste trabalho é que a associação de métodos para superar a compactação, contribua para uma melhor distribuição de raízes no perfil do solo, além de estruturar e manter a estruturação do solo. Desta forma o presente trabalho teve por objetivo avaliar a distribuição do sistema radicular da cultura de soja semeada com haste sulcadora no SPD em função da escarificação e gessagem.

O experimento foi instalado em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico muito argiloso, no município de Londrina - PR. O delineamento experimental foi constituído em esquema fatorial 2 x 2 x 2, sendo fator A: SPD e SPD escarificado, fator B: aplicação de gesso agrícola, e fator C: haste sulcadora. A escarificação seguida da aplicação do gesso foram efetuadas em maio de 2014, sendo a dose de gesso calculada conforme a porcentagem da argila, que neste caso foi de 3,5 Mg ha<sup>-1</sup>. A

semeadura da cultura da soja, foi realizada em 13/11/2015, com adubação de 350 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-14-08. Os tratos culturais foram efetuados conforme as indicações técnicas para a cultura.

No estágio R2 da cultura da soja, foi realizada a avaliação do sistema radicular através da amostragem em monólitos divididos nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,40, 0,40-0,60 m. Os monólitos foram coletados em uma largura de 0,3 m iniciada em relação a linha de semeadura e distanciando 0,15 para cada direção da entrelinha, com espessura de 0,07 m. Posteriormente, as raízes foram lavadas com auxílio de peneira com malha de 3 mm e água corrente para limpeza do solo aderido. Após a drenagem do excesso de água, as raízes foram separadas dos nódulos e colocadas em álcool 70 % e acondicionadas sob refrigeração. Para digitalização em Scanner HP 3400 foram selecionadas as raízes mais representativas dentro de cada amostra. As raízes foram distribuídas uniformemente e separadas com classe de diâmetros sobre uma placa de vidro; o comprimento (cm) de cada subamostra foram quantificados pelo *software* SAFIRA posteriormente, as raízes foram colocadas em beckers e levadas a estufa à 60° até atingir peso constante para determinação da matéria seca.

Para calcular o comprimento das raízes foi utilizado a seguinte formula:  $\text{Comprimento (cm cm}^3) = ((\text{soma do comprimento digitalizado} \times \text{massa total}) / \text{massa seca da raiz digitalizada}) \times \text{área de coleta (m}^3)$

Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F,  $p < 0,05$ ). Havendo interação significativa entre os fatores estudados (manejo do solo x gessagem x haste sulcadora), a comparação entre as médias nos desdobramentos foram feitas por meio do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2008).

Não houve interação significativa na camada 0-0,05 m, entre os fatores estudados. No entanto, houve interação significativa na camada 0,05-0,10 m em que o efeito da utilização da haste sulcadora, proporcionou maior comprimento de raiz, quando houve escarificação. Nesta mesma camada, o gesso não influenciou no comprimento de raiz, e não houve diferença estatística na utilização da haste sulcadora no SPD. Nas camadas de 0,1-0,20 m houve somente efeito da utilização da haste sulcadora no tratamento escarificado, proporcionando um aumento no comprimento de raiz.

A escarificação assim como a utilização de haste sulcadora, diminuíram o grau de compactação do solo existente nas camadas 0,1-0,2 m, aumentando a porosidade e diminuindo a sua densidade, o que contribuiu para o maior comprimento de raiz nas camadas superficiais (NICOLASSO et al., 2008).

Houve um interação entre os três fatores estudados na camada 0,20 – 0,40 m, com valores superiores apresentados no SPD com gesso onde não houve revolvimento pela escarificação e haste sulcadora. Neste caso, o gesso proporcionou maior comprimento de raiz em até três vezes mais, em relação aos outros tratamentos. Neste caso, a gessagem atuou com um condicionador das estruturas do solo, favorecendo a agregação e reduzindo a resistência mecânica do solo à penetração, desta forma proporcionando ambiente favorável ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas de soja (ROSA JUNIOR et al., 2006).

A camada 0,40 – 0,60 m, não apresentou interação entre os fatores estudados. Neste caso os resultados obtidos são esperados, devido a diminuição dos efeitos dos tratamentos propostos nestas profundidades. A gessagem proporcionou maior comprimento de raiz, independente do sistemas de manejo do solo. A escarificação e a utilização da haste sulcadora proporcionaram maior comprimento de raiz nas camadas 0,0-0,20 m.

## Referências

- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.38, n.5, jun. 2003.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p.36-41, 2008.
- HAKANSSON, I.; STENBERG, M.; RYDBERG, T. Long-term experiments with different depths of mouldboard plowghing in Sweden. **Soil and Tillage Research**, v.46, n.8, 1998.
- NICOLOSSO, R. S.; AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M. E.; GIRARDELLO, V. C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, v. 32, n. 4, p. 1723-1734, 2008.
- ROSA JUNIOR, E. J.; MARTINS, R. M. G.; ROSA, Y. B. J.; CREMON, C. **Calcário e gesso como condicionantes físico e químicos de um solo de cerrado sob três sistemas de manejo**. UFMS, 2006.

## ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO OESTE DO PARÁ

Jéssica Conceição Nunes Silva<sup>1</sup>, José Augusto Amorim Silva do Sacramento<sup>2</sup>,  
Arystides Resende Silva<sup>3</sup>, Carlos Alberto Costa Veloso<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa, Mestranda, Viçosa - MG, *jessica.nunes@ufv.br*;

<sup>2</sup>Universidade Federal do Oeste do Pará; <sup>3</sup>Embrapa Amazônia Oriental.

**Palavras-chave:** sustentabilidades; conservação; Amazônia.

Os sistemas de integração lavoura pecuária floresta (iLPF) são sistemas alternativos que combinam atividades agrícolas, pecuárias e florestais na mesma área, realizando consorciações, sucessões e rotações de culturas (ASSIS et al., 2015). Tais sistemas têm o potencial de aumentar a fertilidade dos solos, melhorando os atributos físicos como a porosidade total, densidade e redução da erosão, aumento da biodiversidade, sequestro de carbono e ajuda no ciclo do nitrogênio (CORDEIRO et al., 2015). Neste contexto, objetivou-se avaliar neste trabalho as alterações promovidas em alguns atributos físicos do solo, tais como: densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp) e porosidade total dos solos (Pt) nos diferentes sistemas de uso do solo, a saber: plantio de espécies florestais de mogno africano (AMA) e cumaru (ACU), área de agricultura (AA) e área de pasto (AP), comparativamente à condição de vegetação natural do bioma amazônico (MN) após 6 anos, em experimento instalado sobre um LATOSSOLO AMARELO textura argilosa.

A área experimental localiza-se na Fazenda Nossa Senhora Aparecida situada no município de Belterra, Pará, Brasil. O clima da região é classificado como Am segundo classificação de Köppen, o solo é classificado como LATOSSOLO AMARELO textura argilosa com vegetação predominante do tipo Ombrófila densa de terra firme (RODRIGUES, 2011). Foram realizadas coletas de amostras de solo deformadas e torrões nas profundidades, 0,0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m, com cinco repetições. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com uso de parcelas subdivididas. A densidade do solo foi determinada pelo método do torrão parafinado, opção adotada em função da excessiva quantidade de argila no solo. A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico; a porosidade total foi obtida pela relação da densidade do solo e densidade de partículas, seguindo método compilado e descrito em Embrapa (2011). A porosidade total (Pt) foi determinada utilizando valores da densidade do solo (ds) e da densidade da partícula (dp), utilizando a fórmula  $Pt: (1 - ds/dp) \times 100$ . Onde: Pt é a porosidade total em %, Ds é a densidade do solo em  $Mg\ m^{-3}$  e dp é a densidade da partícula em  $Mg\ m^{-3}$ . Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade utilizando o software ASSISTAT Versão 7.6 beta.

Os valores de Ds foram significativos quanto às áreas de manejo avaliadas ( $p < 0,01$ ) e não significativos para as diferentes profundidades ( $p > 0,05$ ). Entre as camadas avaliadas a MN apresentou o menor valor de densidade do solo na camada de 0,00-0,10 m com alcance dos seguintes valores: para MN ( $1,23\ Mg\ m^{-3}$ ), seguida da ACU com ( $1,36\ Mg\ m^{-3}$ ), AMA com ( $1,48\ Mg\ m^{-3}$ ), AP com ( $1,48\ Mg\ m^{-3}$ ) e a AA com ( $1,65\ Mg\ m^{-3}$ ). Os valores observados podem estar relacionados ao incremento de matéria orgânica na área de MN e nos sistemas florestais analisados ACU e AMA, assim como o potencial que as raízes das espécies florestais possuem em descompactar os solos. A matéria orgânica possui a

capacidade de melhorar os atributos físicos do solo, proporcionado aumento da aeração, porosidade e agregação, diminuindo, assim, a densidade do solo (BRAIDA, 2011). Observa-se que as áreas de AA e AP possuem maiores valores de densidade em camadas mais profundas do solo. Fato este, que pode ser atribuído ao início de um processos de degradação destas áreas de exploração.

Os valores de Dp foram significativos para as diferentes áreas de manejo avaliadas ( $p < 0,01$ ), não havendo diferenças significativas para as profundidades ( $p > 0,05$ ). Entre as camadas avaliadas a MN foi a área que apresentou os menores valores de Dp, com os respectivos valores ao longo das três profundidades de  $2,04 \text{ Mg m}^{-3}$ ,  $2,14 \text{ Mg m}^{-3}$  e  $2,06 \text{ Mg m}^{-3}$ , seguido da ACU com  $2,59 \text{ Mg m}^{-3}$ ,  $2,19 \text{ Mg m}^{-3}$  e  $2,30 \text{ Mg m}^{-3}$ , resultados concordantes com estudos propostos por Mota et al. (2015). Esses resultados podem estar relacionados à quantidade de matéria orgânica presentes nesses sistemas (SILVA et al., 2015). Os sistemas que apresentaram os maiores valores de densidade de partículas respectivamente nas três profundidades (0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 m) foram: AP  $2,66 \text{ Mg m}^{-3}$ , AA  $2,86 \text{ Mg m}^{-3}$  e AA  $2,73 \text{ Mg m}^{-3}$ . Entre as camadas avaliadas observa-se que com o aumento da profundidade as AA e MN apresentam maiores valores de Pt. Já a AP possui uma redução desses valores ao longo das profundidades.

Os sistemas iLPF apresentam melhores resultados para o atributo densidade do solo, quando comparados à sistemas tradicionais de uso, reforçando a importância do uso de sistemas alternativos de produção sustentáveis para melhorar a qualidade física do solo nos sistemas de produção. As áreas com as espécies florestais mogno e cumaru diminuíram a densidade do solo na profundidade de 0,20-0,40 m. As áreas de pasto e agrícola apresentaram os maiores valores de densidade do solo em todas as profundidades.

## Referências

- ASSIS, P. C. R. et al. Atributos físicos do solo em sistemas de integração Lavoura- Pecuária-Floresta. **R. Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental**. v.4, p. 309-316, 2015.
- BRAIDA, J. A.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J.C.; REICHERT, J. M. Matéria orgânica e seus efeitos na físicas do solo. **Tópicos Ci. Solo**. v.7, p. 221-278, 2011.
- CORDEIRO, L. A.; VILELA, L.; MARCHÃO, R.; KLUTHCOUSKI, J.; JÚNIOR, G. B. M. Integração Lavoura-pecuária e integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Estratégias para intensificação sustentável do Uso do Solo. **Caderno de Ci. Tecnologia**. v.32, p.15-43, 2015.
- MOTA, J. C. A.; ALENCAR, T. L.; JUNIOR, R. N. A. Alterações físicas de um cambissolo cultivado com bananeira irrigada na Chapada do Apodi, Ceará. **R. Bras. Ci Solo**. v.39, p.1015-1024, 2015.
- RODRIGUES, T. E. **Caracterização dos solos da área do planalto de Belterra, município de Santarém, Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2011. 54 p.

## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES DO PLANALTO SUL CATARINENSE EM DIFERENTES USOS DO SOLO

Maria Sueli Heberle Mafra<sup>1</sup>, Tassio Dresch Rech<sup>2</sup>, Saulo Tadeu Branco Ramos<sup>1</sup>, Ana Emília Siegloch<sup>1</sup>, Willian Galdino Lunardi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Planalto Catarinense, Professora, Lages - SC, *mshmafra@gmail.com*; <sup>2</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; <sup>3</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina.

**Palavras-chave:** nascentes; nitrato; coliformes fecais.

A água, o solo e a floresta estão intimamente ligados com a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola e a saúde pública. O tipo de uso, assim como, o manejo e a conservação do solo e das florestas afetam diretamente a qualidade dos recursos hídricos (DONADIO et al., 2005), especialmente nas áreas de nascentes. Entende-se por nascente o afloramento do lençol freático que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo (poço ou lago), ou cursos d'água (riachos e rios).

Nas propriedades agrícolas, estes locais de afloramento do lençol freático são as principais fontes para dessedentação de animais e para consumo humano. Para o consumo humano a água deve apresentar potabilidade. O padrão de potabilidade vigente no Brasil é estabelecido pela Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano no país (UMBUZEIRO, 2012).

O objetivo deste estudo foi caracterizar e analisar os efeitos de diferentes usos do solo e manejos florestais nas águas de nascentes no meio rural no Planalto Sul Catarinense a partir de dois indicadores químicos e biológicos, Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e coliformes (totais e fecais), respectivamente.

A presente pesquisa é um trabalho exploratório e piloto, visa gerar uma análise mais geral da qualidade das águas das nascentes. Foram selecionadas 56 propriedades rurais familiares de cinco municípios do Planalto Sul Catarinense (Lages, Paineira, Otacílio Costa, São José do Cerrito e Bocaina do Sul). Foram selecionados quatro diferentes usos de solo: floresta nativa, campo nativo, floresta comercial (pínus) e lavoura convencional. Foi realizada a caracterização das áreas quanto ao tipo de fonte (lêntico e lótico), topografia, uso e manejo das nascentes e das áreas de contribuição (microbacia hidrográfica).

As amostras de água das nascentes foram coletadas em garrafas limpas de polietileno de dois litros, as quais foram armazenadas refrigeradas até a realização das análises de  $\text{NO}_3^-$ , coletou-se ainda em frascos de vidro auto-clavado 100 mL de água para análise microbiológica para analisar a presença/ausência de coliformes totais e fecais.

As análises de  $\text{NO}_3^-$  foram realizadas com uso de Kit Spectroquant® Nitrat test da MERCK e a leitura foi realizada em Espectro fotômetro Spectroquant®. As análises microbiológicas foram realizadas com o uso do Kit Readycult® Coliforms MERCK 100 Presence/Absence Test for Detection and Identification of Coliform Bacteria and Escherichia coli in Finished Waters. Trata-se de meio de cultura que determina a presença ou ausência de bactérias coliformes e E. coli na água amostrada. Uma dose do kit é adicionada a cada amostra de 100 ml de água, imediatamente após a coleta, seguido por incubação à temperatura de  $36 \pm 1^\circ\text{C}$  durante  $24 \pm 1$  hora. Na presença de bactérias de coliformes o conteúdo da amostra muda da cor amarela para azul ligeiramente esverdeada. Adicionalmente, na presença de E. coli, o meio emite uma fluorescência azul brilhante quando submetido a uma luz ultravioleta (UV) de comprimento de onda (366 nm).



O uso do solo e manejo da vegetação das áreas de contribuição das nascentes ficaram assim distribuídas: 20 nascentes em floresta nativa, 17 em campo nativo, 11 em área de lavoura convencional e 8 em área de reflorestamento comercial (pinus). Observou-se que em 70 % das nascentes havia presença de gado, evidenciado pelos bovinos ou dejetos destes próximo das nascentes.

A metade (50 %) das nascentes caracterizadas tinham caráter lântico, ou seja, são águas paradas, com pouco fluxo e renovação, as demais variaram de intermediárias (28 %) para lólicas (22 %). Este caráter afeta a dinâmica de concentração e acúmulo de elementos contaminantes. Somente 10 (17 %) eram adequadamente protegidas, com sistema de proteção tipo “caxambu”, onde a nascente fica totalmente fechada, com saída da água pelos tubos que levam a água até os locais apropriados de consumo, longe da nascente. As demais nascentes, 33 % tinham proteção feita com caixas ou manilhas de concreto, porém insuficiente para garantir a qualidade da água, devido à precariedade das condições externas como tampas podres, presença de animais domésticos e fontes contaminantes próximas. A metade das nascentes não dispunham de nenhum tipo de proteção ou manejo, formada por uma poça ou lagoa de água, assoreadas por enxurradas, com presença de algas, macrófitas, material orgânico e cor barrenta ou turva. Algumas dessas nascentes abastecem um número grande de famílias, incluindo escolas e animais de todas as espécies.

Na análise para presença de coliformes, em 91 % das nascentes observou-se presença de coliformes totais. Das nascentes situadas nas florestas nativas, 90 % tinha coliformes fecais, no campo nativo, 88 %; no reflorestamento comercial (pinus), 75 %, e nas lavouras, 45 %. A maior quantidade de nascentes contaminadas na floresta nativa e no campo nativo se deve a maior presença destes nestes tipos de uso do solo. Em geral 78 % das nascentes tinham indícios de contaminação por dejetos provenientes de animais de sangue quente e são consideradas inadequadas para consumo humano devido aos riscos de transmissão de diversas doenças infecciosas (BRASIL, 2005; 2011).

Os teores de nitrato na água estavam abaixo dos valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução No 357 do CONAMA/2005 e da Portaria Nº 2.914, do MS/2011 que estabeleceram o limite de 10 mg L<sup>-1</sup> (BRASIL, 2005; 2011). Observou-se que a média geral foi de 0,4 mg L<sup>-1</sup>, com mínimos < 0,2 e máximo de 2,66 mg L<sup>-1</sup>. Nos diferentes usos do solo nas áreas de contribuição das nascentes, as médias foram semelhantes, entre 0,40 a 0,46 mg L<sup>-1</sup> de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, e seus desvios padrões variaram de 0,42 a 0,90. Os baixos teores desse elemento são reflexo da preservação das florestas nativas e do manejo não intensivo de áreas agrícolas e de pecuária, especialmente a montante da área de contribuição das nascentes. A presença de nitrogênio na água geralmente é consequência de uso intensivo de fertilizantes. Embora houvesse nascentes com presença de lavouras, a principal cultura era soja, onde o uso de fertilizantes nitrogenados é mínimo ou nulo.

A presença de animais, mesmo em sistema de pecuária extensiva parece ser a principal responsável pela alta persistência de coliformes fecais, o que indica a presença de contaminação microbiológica e consequente risco para a saúde do trabalhador rural e seus familiares. Este fato merece planejamento para o seu controle e vigilância e a conscientização da população rural.

## Referências

BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914** de 12 de dezembro de 2011.

DONADIO, NMM; GALBIATTI, JA; PAULA, RC Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005.

UMBUZEIRO, G A **Guia de potabilidade para substâncias químicas**; São Paulo: Limiar, 2012.

## O USO DAS GEOTECNOLOGIAS COMO AUXÍLIO ÀS PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS NOS CANAVIAIS

Cláudio Augusto Bonora Vidrih Ferreira, Nádia Horiye Ferreira, Edson Luís Piroli,  
José Tadeu Garcia Tommaselli

Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Mestrando,  
Presidente Prudente - SP, [cabvidrih@vidrih.com.br](mailto:cabvidrih@vidrih.com.br).

**Palavras-chave:** geotecnologias; fragilidade do terreno; cana-de-açúcar.

A atividade sucroalcooleira representa um importante segmento econômico do país que apresenta projeções positivas na produção de açúcar e etanol para os próximos anos. Segundo dados do Ministério da Agricultura, o Brasil deve alcançar taxa média de aumento da produção de açúcar em 3,25 % até 2018/19. Já o etanol, impulsionado pelo aumento da demanda interna, deverá atingir em 2019 uma produção mais que o dobro da registrada em 2008 (BRASIL, 2016).

Esta crescente expansão da cultura da cana-de-açúcar no território nacional, observada nas últimas décadas, foi acompanhada por alterações nos seus sistemas de produção. Nesse sentido, a eliminação das queimadas e a adoção do corte e colheita mecanizada, proporcionaram mudanças tecnológicas significativas no setor, face às exigências ambientais e, principalmente, na busca por uma maior otimização do processo produtivo e aumento de produtividade da cultura para viabilizar a redução de custos em escala (SÃO PAULO, 2016).

Contudo, não se pode olvidar que o aumento da eficiência das frentes de corte e o maior rendimento operacional, aumentaram os riscos à conservação do solo e água, podendo promover perdas de solo incompatíveis com os níveis de tolerância e, conseqüentemente, o seu transporte e acúmulo no leito dos rios. A exemplo disso, pode-se citar o acréscimo expressivo de autuações por parte da Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo que, dentro de suas atribuições, identifica em casos extremos, a presença de empresas do setor sucroalcooleiro realizando a eliminação total dos terraços em áreas de plantio, sem a devida validação pelos órgãos competentes e sem o respaldo de resultados de pesquisa consolidados (SÃO PAULO, 2016).

Não obstante, no interior paulista diversos proprietários rurais que arrendaram suas terras às usinas, a longo prazo, se deparam com a falta de sustentabilidade do sistema atual de produção da cana-de-açúcar, já que a retirada das curvas de nível tem favorecido o agravamento dos processos erosivos, o assoreamento dos cursos d'água, além de gerar impactos à fauna e flora.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi a utilização de tecnologias de geoprocessamento (aplicativo SIG – Sistema de Informação Geográfica) como auxílio na elaboração de mapa síntese de fragilidade do terreno com o intuito de identificar as áreas que necessitam de práticas conservacionistas específicas. O recorte espacial da pesquisa foi a microbacia do Córrego Água do Sales, afluente da margem direita do Rio Bauru, no município de Pederneiras, Estado de São Paulo. Destaca-se que quase a totalidade desta microbacia foi dedicada, historicamente, ao cultivo da cana-de-açúcar.

Assim, em plataforma SIG foi possível a preparação do banco de dados, a manipulação e a sobreposição das informações. Por meio de ferramentas de geoprocessamento, além da delimitação da microbacia, foram extraídos os dados altimétricos da carta topográfica do IGC – Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - denominada Fazenda Santa Célia (Folha SF-22-Z-B-II-3-NO-B),

na escala 1:10.000. Dessa forma, com base nas informações altimétricas extraídas foram elaborados os *rasters* de curvatura e declividade do terreno.

Em relação ao mapa de curvatura elaborado, os valores numéricos apresentam as diferentes condições de relevo. A classificação das vertentes em relação ao perfil foi analisada de acordo com o seu valor. Valeriano e Junior (2003) afirmam que, de modo geral, vertentes retilíneas possuem valores de curvatura nulo, extremamente raros na natureza, ou próximos de zero. Vertentes côncavas possuem valores positivos e as convexas, negativos. Neste estudo foram classificadas como vertentes nulas os intervalos de curvaturas entre -0,06 e 0,006, côncavas os intervalos de 0,006 a 3,48 e convexas os intervalos de -3,62 a -0,06. Para elaboração do mapa síntese de fragilidade do terreno as vertentes com altas tendências às formas côncavas e convexas foram categorizadas hierarquicamente como “fragilidade muito forte” (peso cinco) e “fragilidade forte” (peso quatro), respectivamente. As vertentes próximas das retilíneas foram categorizadas como “fragilidade baixa” (peso dois).

Seguindo os mesmos procedimentos metodológicos de extração de dados altimétricos e preparação dos *rasters*, foi elaborado o mapa de declividade do terreno. As classes de declividade do terreno adotadas foram: 0 a 6 %, 6 a 12 %, 12 a 30 % e acima de 30 %. Essa classificação utiliza intervalos consagrados nos estudos de capacidade de uso/aptidão agrícola, associados com aqueles conhecidos como valores limites críticos da geotecnia, indicativos, respectivamente, do vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamentos/deslizamentos e inundações frequentes (GUERRA; CUNHA, 1966). Assim, as classes de declividade foram respectivamente categorizadas de um a cinco conforme proposta por Ross (1994).

Dessa forma, com a finalidade de elaborar o mapa de fragilidade do terreno, aplicou-se o método booleano de combinação de mapas, por meio de álgebra de campo, também denominado de sobreposição ponderada. Os mapas combinados foram o de curvatura e o de declividade. Foram atribuídos percentuais iguais de influência para cada um dos mapas combinados.

Conforme o mapa síntese de fragilidade, na microbacia objeto deste estudo, 50 % da área total enquadra-se como de fragilidade média, seguidas de 25,81 % de fragilidade baixa e 24,19 % de fragilidade forte. Estas categorias se distribuem em mosaicos por toda a microbacia.

As regiões categorizadas como fragilidade forte aos processos erosivos e de perda do solo coincidem com os pontos de maior declividade, associados às curvaturas côncavas do terreno. Foi observado que há uma nítida concentração da categoria de fragilidade forte nas vertentes marginais ao curso hídrico (APP e áreas adjacentes). Vale destacar que as declividades predominantes são dos intervalos de 0 a 6 % e de 6 % a 12 % representando respectivamente 54,15 % e 43,31 % da área total. Além disso, há uma predominância de vertentes categorizadas como côncavas, representando 49,40 % da área total do terreno.

Diante de todo exposto, nota-se a importância das geotecnologias como auxílio ao planejamento adequado do manejo do solo visando o equilíbrio entre a eficiência produtiva, econômica e as práticas conservacionistas em regiões de maiores suscetibilidades erosivas. Neste caso, a elaboração do mapa de fragilidade do solo demonstrou ser um produto de apoio às tomadas de decisões que permitam uma produtividade da cana-de-açúcar, compatível com a capacidade de uso do solo e conciliada às técnicas mais apropriadas às especificidades do terreno. Apesar de não terem sido considerados, outros fatores como informações pedológicas, geomorfológicas, climáticas, de cobertura da terra e de manejo agrícola podem contribuir para resultados mais confiáveis.

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Culturas: cana-de-açúcar**. 2016. Disponível em: Acesso em: 28 ago. 2016.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**/ Antonio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha (organizadores). Rio de Janeiro/RJ: Bertrand Brasil, 1966, 372 p.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. n.8, p.63-74. 1994

SÃO PAULO (Estado). **Boletim de Recomendações Gerais para Conservação do Solo na Cultura da Cana-de-açúcar**. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto Agronômico. Campinas, 2016.

VALERIANO, M. M.; JÚNIOR, O. A. C. Geoprocessamento de Modelos Digitais de Elevação para Mapeamento da Curvatura Horizontal em Microbacias. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 4, No 1 (2003) 17-29.

## RESISTÊNCIA TÊNSIL E FRIABILIDADE DE AGREGADOS DO SOLO EM FUNÇÃO DO MANEJO E GESSAGEM

Smaylla El Kadri Ceccatto<sup>1</sup>, Douglas Henrique Tonsic<sup>2</sup>, Leonan Fellipe Ferreira Maronezzi<sup>2</sup>,  
Henrique Debiasi<sup>2</sup>, Esmael Lopes dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Mestranda, Londrina - PR, [smayllaekadri@hotmail.com](mailto:smayllaekadri@hotmail.com);

<sup>2</sup>Centro Universitário Filadélfia.

**Palavras-chave:** compactação; manejo; haste sulcadora.

Nos últimos anos vem se utilizando o sistema de plantio direto como uma alternativa viável para o manejo sustentável do solo, este sistema caracteriza-se pelo não revolvimento do solo com o intuito de preservar e melhorar a sua qualidade física. Contudo em consequência do atual estágio do plantio direto é evidente alguns problemas inerentes a sua utilização, onde se destaca a compactação do solo na camada superficial, que ocorre devido à ausência de revolvimento do solo e ao tráfego de máquinas e implementos agrícolas, principalmente em solos com elevados teores de argila.

O rompimento da área compactada pode ser atribuído à utilização da escarificação e/ou haste sulcadora, apesar de positivo a redução da densidade através deste processo é de curta duração, em consequência da desestruturação do solo ocasionada pela mobilização, e menor resistência dos agregados a cargas aplicadas (NICOLOSO et al., 2008). Também conhecidas como facas e facões, as hastes sulcadora são utilizadas na semeadura, e, tem por função além da abertura do sulco de plantio ainda realizar o rompimento da camada superficial compactada (CAVICHOLI, 2014).

Aliado a escarificação, o gesso é um componente que pode interferir nas propriedades físicas do solo, influenciando na estabilidade estrutural dos agregados. A reagregação ocorre devido a substituição de um íon mais floculante no caso o alumínio, por um íon menos floculante, o cálcio, pois os efeitos floculantes do cálcio em camadas subsuperficiais compactadas reduz os valores de densidade (ROSA JUNIOR et al., 2006).

As alterações que ocorrem na estrutura do solo em função do seu uso podem ser avaliadas por meio de um conjunto de atributos específicos como o teor de carbono orgânico, a estabilidade dos agregados e a densidade do solo, assim como a resistência tênsil (RT) e a friabilidade (FR) de agregados (TORMENA et al., 2008). Diante disso, a hipótese do trabalho é que o sistema de manejo do solo aliado a gessagem, modifique a RT e a FR dos agregados. O objetivo do trabalho foi avaliar a RT FR de agregados do solo em diferentes sistemas de preparo com aplicação de gesso agrícola.

O experimento foi instalado em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico muito argiloso, no município de Londrina - PR. O delineamento experimental foi constituído em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 x 2, sendo fator A: sistema de manejo do solo (SPD e SPD escarificado), fator B: aplicação de gesso agrícola (com e sem gesso), e fator C: utilização da haste sulcadora (com e sem haste), dispostos em blocos ao acaso com três repetições. A semeadura da cultura da soja, foi realizada em 13/11/2015, com adubação de 350 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-14-08. Os tratos culturais foram efetuados conforme as indicações técnicas para a cultura.

Para a determinação da RT, coletou-se, com o auxílio de uma pá, monólitos de solo de dimensões (30 x 15 x 10 cm) na parede de trincheiras em cada parcela, nas camadas de 0-0,2 m, e 0,2-0,4 m. Após a realização dos testes, todos os agregados de uma amostra (monólito) foram reunidos e secos

em estufa a 105 °C para determinação da umidade residual. Nos mesmos pontos e camadas, foram coletadas amostras deformadas de solo para determinação do teor de carbono orgânico do solo, por meio do método da combustão seca em analisador elementar de C.

Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F,  $p < 0,05$ ). Havendo interação significativa entre os fatores estudados (manejo do solo x gessagem x haste sulcadora), a comparação entre as médias nos desdobramentos foram feitas por meio do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Não houve interação significativa (teste F,  $p < 0,05$ ) entre sistema de manejo (SPD e SPD escarificado) e a utilização do gesso agrícola na variável FR dos agregados quando avaliado nas camadas 0-0,2 m, e 0,2-0,4 m.

A utilização de haste sulcadora apresentou interação significativa no sistema de manejo SPD escarificado somente na camada 0-0,2 m. Na ausência da haste sulcadora houve maior valor de FR dos agregados (0,76) quando comparado com a utilização da haste (0,60). Vale ressaltar que a escarificação do SPD foi realizada a mais de 2 anos, e conforme Nicoloso et al. (2008), o efeito da escarificação é efêmero e, após um ou dois anos, o solo pode voltar ao seu estado original de compactação dependendo das práticas de manejo.

Embora maiores valores de FR sejam desejável para a germinação das sementes, o crescimento das plântulas e o estabelecimento das culturas, uma FR excessivamente alta indica instabilidade estrutural, o que representa menor capacidade de resistir a forças que tendem a ocasionar a ruptura dos agregados.

De maneira similar ao observado para a FR, não houve efeito significativo da interação sistema de manejo x gessagem para a variável RT dos agregados, na camada 0,0-0,2 m. No entanto, houve diferença estatística para o manejo SPD escarificado na camada 0,2-0,4 m, com maiores valores de RT quando utilizado o gesso (137,04) comparado com o tratamento sem gesso (107,75).

A utilização da haste sulcadoras proporcionou menores valores de RT nas camadas estudadas. No entanto, houve diferença estatística somente no SPD, sendo que a utilização da haste apresentou média de 130,71 enquanto que o tratamento sem haste resultou na média de 140,3.

Os maiores valores de RT no SPD sem a utilização da haste podem ser justificados em função da maior densidade do solo. Resultados similares foram obtidos por Bavoso et al. (2010), em estudo conduzido em um LATOSSOLO BRUNO argiloso submetido a diferentes sistemas de produção e preparo do solo Independentemente da camada avaliada, os sistemas de culturas não influenciaram significativamente a RT, concordando com os dados obtidos por Tormena et al. (2008). Maiores valores de RT indicam maior estabilidade estrutural do solo em resposta à aplicação de forças que tendem a causar ruptura dos agregados e, conseqüentemente, a degradação da qualidade estrutural do solo, como a pressão de rodados de máquinas agrícolas.

A pratica da gessagem não alterou a RT e a FR dos agregados do solo, no entanto, a utilização da haste sulcadora proporcionou redução nos valores de RT e FR. Entre os sistemas de manejo SPD e SPD escarificado a RT e a FR mantiveram valores semelhantes.

## Referências

BAVOSO, M. A.; GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; PAULETTI, V. Preparo do solo em áreas de produção de grãos, silagem e pastejo: efeito na resistência tênsil e friabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p. 227-234, 2010.

CAVICHIOLO, F. A. **Velocidade de semeadura e profundidade da haste em sistema plantio direto de milho e soja**. 2014. 65f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, 2014.

NICOLOSO, R. S.; AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M. E.; GIRARDELLO, V. C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, v. 32, n. 4, p. 1723-1734, 2008.

ROSA JUNIOR, E. J.; MARTINS, R. M. G.; ROSA, Y. B. J.; CREMON, C. **Calcário e gesso como condicionantes físico e químicos de um solo de cerrado sob três sistemas de manejo**. UFMS, 2006.

TORMENA, C. A.; ARAÚJO, M. A.; FIDALSKI, J.; IMHOFF, S.; SILVA, A. P. Quantificação da resistência tênsil e da friabilidade de um Latossolo Vermelho distroférico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 943-952, 2008.



## ESTRUTURA E QUALIDADE FÍSICA DO SOLO INFLUENCIADA POR MANEJOS NA ENTRELINHA DA CULTURA DO MILHO

Ivan Gabriel Ruiz Scarabeli, Cássio Antonio Tormena, Henrique Sasso Favilla,  
Camila Jorge Bernabé Ferreira, Hélio Henrique Soares Franco

Universidade Estadual de Maringá, Mestrando, Maringá - PR, [ivan.scarabeli@hotmail.com](mailto:ivan.scarabeli@hotmail.com).

**Palavras-chave:** condutividade hidráulica saturada; braquiária; sistema de plantio direto.

O sistema de plantio direto (SPD) se estabeleceu como uma inovação de conceitos e técnicas de manejo, contribuindo para o aumento na produção agrícola brasileira. O SPD consiste na semeadura com o mínimo revolvimento de solo, além de demandar o estabelecimento de um sistema de rotação de culturas e a manutenção da cobertura permanente do solo com resíduos culturais. A cobertura protege o solo contra o impacto direto das gotas das chuvas, controlando o escoamento superficial e a erosão hídrica, evitando prejuízos às lavouras e reduzindo os danos ambientais. Apesar das vantagens proporcionadas pelo SPD, o tráfego de máquinas cada vez maiores e pesadas pode resultar na compactação da camada superficial do solo, com reflexos em propriedades e processos físicos relacionados com a fluxo de água e ar no solo e com o crescimento das raízes das culturas.

Diferentes propriedades físicas do solo são utilizadas para a caracterização da compactação do solo, destacando a densidade do solo ( $D_s$ ), a porosidade (PT) e a condutividade hidráulica do solo saturado ( $K_{sat}$ ). Estas propriedades estão intimamente ligadas à estrutura do solo como atestam Gonçalves e Libardi (2012) que sustentam que um maior grau de agregação do solo influencia a  $K_{sat}$ . Reynolds (2002) propôs alguns parâmetros relacionados com a estrutura e qualidade física do solo como indicadores do armazenamento de água e de ar o solo. Diante do exposto a hipótese do trabalho é de que a condição de manejo da entrelinha do milho influencia a estrutura e a qualidade física do solo. O objetivo deste trabalho foi medir a  $K_{sat}$ , a  $D_s$ , a PT, a porosidade do solo livre de água ( $P_{ar}$ ), o teor de água na capacidade de campo (CC), e os indicadores porosidade no domínio dos macroporos e capacidade e armazenamento de água e ar.

O estudo foi desenvolvido em área agrícola localizada no município de Floresta - PR. O clima predominante, de acordo a classificação de Köppen, é o Cfa (subtropical úmido mesotérmico). O solo foi identificado como LATOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2013). A análise granulométrica do solo indicou  $785 \text{ g kg}^{-1}$  de argila,  $140 \text{ g kg}^{-1}$  de areia e  $75 \text{ g kg}^{-1}$  de silte para camada de 0-10 cm, classificado como classe textural muito argilosa. A área é cultivada sob plantio direto sendo que no verão é realizado o cultivo da soja (*Glycine max*) e no inverno, das culturas aveia (*Avena spp.*) e milho (*Zea mays*) com ou sem consórcio com braquiária (*Brachiaria ruzizienses*), em sistema de rotação. Para o estudo, foram selecionadas três transeções de 30 metros de comprimento em entrelinhas da cultura do milho de milho de segunda safra, cultivado sob espaçamento de 0,90 cm entre linhas, compondo os seguintes tratamentos: 1) Entrelinha da cultura do milho; 2) entrelinha da cultura do milho com plantio simultâneo de braquiária na entrelinha e 3) Entrelinha do milho com tráfego de colhedora. Em cada transeção foram feitas dez medições de condutividade hidráulica do solo saturado, utilizando a metodologia de campo descrita por Bagarello et al. (2004). Esta consiste na inserção de um cilindro de PVC com diâmetro de 14 cm numa profundidade de 8 cm no solo. Adicionou-se um volume de 330 ml de água no interior do mesmo e quantificou o tempo necessário para infiltração de todo

conteúdo de água no solo. Ao lado de cada cilindro de PVC foi coletada uma amostra indeformada na profundidade de 0,0-5,0 cm, as quais foram utilizadas para a determinação do teor de água do solo. No laboratório, as amostras foram pesadas para a obtenção da umidade do solo no campo. Em seguida foram saturadas e equilibradas nos  $\Psi$  -1, -6 e -10 kPa utilizando uma mesa de tensão. Ao final, as amostras foram secas em estufa a 105 °C por 24 horas para a obtenção da massa de água e de sólidos. A Ds foi obtida por meio da razão entre massa de sólidos e o volume da amostra. A PT foi obtida pela razão entre o volume de água e o volume da amostra enquanto que Par foi estimada pela diferença entre PT e a umidade volumétrica no  $\Psi$  = -10 kPa, assumida como sendo CC. Determinou-se a POMAC, CC/PT, CATSOLO/PT conforme Reynolds (2002). A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk e, na ausência de normalidade procedeu-se a transformação dos dados por meio da função logarítmica. As comparações das propriedades físicas entre as posições de amostragem foram feitas utilizando o intervalo de confiança da média ( $p < 0,05$ ) conforme Payton et al. (2000). Quando não há sobreposição dos limites superior e inferior do intervalo de confiança, considera-se que há diferença significativa entre os tratamentos. Foi realizada a correlação de Pearson entre as propriedades estudadas.

Os resultados indicaram que a PT e a Par foram maiores e a Ds foi menor na entrelinha com braquiária em comparação com o solo na entrelinha trafegada pela colhedora. As melhores condições físicas do solo na entrelinha com *Brachiaria* deve-se ao seu sistema radicular agressivo e fino que promove aumento de macroporos biológicos. O marcante efeito do tráfego em reduzir o volume de poros e outras propriedades associadas está relacionado com a compressão do solo exercida pelos pneus. A análise de correlação da Ksat com a PT, Par e Ds foram significativas ( $p < 0,05$ ) com coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,45, 0,61 e -0,51, respectivamente, indicando que um aumento na PT e Par está associado a uma diminuição da Ds e podem acarretar em um aumento da Ksat. A CC foi maior na entrelinha trafegada quando comparada à entrelinha com braquiária, devido à diminuição da macroporosidade do solo pela influência do tráfego de máquinas. Estes resultados são consistentes com aqueles relativos à POMAC que apresentou maior média na entrelinha com braquiária comparada à entrelinha de tráfego. A análise de correlação da Ksat com CC e POMAC foram significativas ( $p < 0,05$ ) com coeficientes de correlação ( $r$ ) de -0,6, e 0,4, respectivamente, indicando que com a diminuição da CC e aumento da POMAC ocorre um aumento na Ksat.

Os indicadores de capacidade de armazenamento de água (CC/PT) e de ar (CATSOLO/PT) foram significativamente diferentes entre a entrelinha com braquiária e a entrelinha trafegada. Na primeira observou-se valor médio para a CC/PT de 0,61 e de CATSOLO/PT de 0,39 muito próximos aos valores ideais propostos por Reynolds (2002) de 0,66 e 0,34. Já na entrelinha com tráfego observaram-se valores de 0,81 para o CC/PT e 0,19 pra CATSOLO/PT, sugerindo que o tráfego de máquinas proporcionou perda da funcionalidade física do solo. A análise de correlação entre Ksat e CC/PT e CATSOLO/PT foram significativas ( $p < 0,05$ ) com coeficientes de correlação ( $r$ ) de -0,61, e 0,61, respectivamente, ou seja, com a diminuição da CC/PT e aumento da CATSOLO/PT ocorre um aumento na Ksat. Os resultados deste estudo permitem concluir que os diferentes condições de manejo na entrelinha da cultura do milho influenciam a qualidade física do solo, com melhorias com a introdução da *Brachiaria* e perdas associadas com o tráfego da colhedora. A Ksat medida em campo utilizando a metodologia descrita por Bagarello (2004) foi sensível para detectar o efeito dos tratamentos na condição física do solo.

## Referências

BAGARELLO, V., IOVINO, M., ELRICK, D., A simplified falling-head technique for rapid determination of fieldsaturated hydraulic conductivity. **Soil Science Society of America Journal**, v.68, p.66–73, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: 2013. 353p.

GONÇALVES, A. D. M. A.; LIBARDI, P. L. Análise da determinação da condutividade hidráulica no solo pelo método do perfil instantâneo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.1174-1184, 2013.

PAYTON, M.E.; MILLER, A.E. & RAUN, W.R. Testing statistical hypotheses using standard error bars and confidence intervals. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, v.31, p.547-551, 2000.

REYNOLDS, W.D.; BOWMAN, B.T.; DRURY, C.F.; TAN, C.S. & LU, X. Indicators of good soil physical quality: Density and storage parameters. **Geoderma**, v.110, p.131-146, 2002.

## AVALIAÇÃO DE UM NITOSSOLO ATRAVÉS DO ÍNDICE S E DE GRÁFICOS DE CONTROLE

Maria Herminia Ferreira Tavares<sup>1</sup>, João Fernando Apel Miguel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Professora, Cascavel - PR, *mhstavar@gmail.com*;

<sup>2</sup>Bunge Alimentos.

**Palavras-chave:** controle estatístico; índice de qualidade do solo; propriedades químicas.

Diferentes metodologias têm sido implementadas de forma a avaliar os parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo que afetam o desenvolvimento das plantas. Uma destas metodologias é o índice S, definido como a inclinação da reta tangente à curva característica de retenção de água no solo, no seu ponto de inflexão. O valor de referência para o índice S, de acordo com Dexter (2004,) é  $S = 0,035$ , sendo correlacionado com a densidade do solo, porosidade total e macro porosidade. Já de acordo com Andrade e Stone (2009), o valor limítrofe de  $S = 0,045$  mostrou-se adequado para a distinção entre solos de boa qualidade estrutural e aqueles que tendem a se degradar, enquanto valores de  $S \leq 0,25$  indicaram solos com completa degradação física.

Outra ferramenta com grande potencial de aplicação ao setor agrícola, o Controle Estatístico de Processos (CEP) é um conjunto de técnicas, capazes de avaliar qualquer processo (MONTGOMERY, 2009), com o objetivo de eliminar a variabilidade ou reduzi-la ao mínimo. Um processo que esteja operando apenas sob causas aleatórias é classificado como estando em controle estatístico. Já um processo no qual as fontes de variabilidade sejam não naturais ao processo é classificado como fora de controle

O CEP pode ser implementado através de cartas de controle: gráficos onde são colocados os dados ao longo do tempo. Uma carta de controle tem uma linha central média (LC) que é a média da estatística que está sendo controlada, a partir da qual se estabelece o Limite Superior de Controle (LSC) e o Limite Inferior de Controle (LIC), mostrando a dispersão do processo.

Milan e Fernandes (2002) aplicaram o CEP em operações agrícolas de preparo do solo para a cultura de milho, mostrando que o controle levou à diminuição da variabilidade, com obtenção de resultados mais próximos aos valores exigidos pelas normas técnicas.

Justi, Vilas Boas e Sampaio (2010) determinaram os índices de uniformidade de Christiansen e de capacidade do processo para um sistema de irrigação por aspersão. Concluíram que o índice de capacidade está diretamente relacionado com o índice de uniformidade de irrigação, mostrando que o índice de capacidade do processo é capaz de identificar se a irrigação está sob controle.

Por outro lado, em propriedades de agricultura familiar da Região Sudoeste do Paraná é comum encontrar-se áreas de viticultura, cultivadas para se auferir uma renda adicional. Em tais plantações, usualmente o correto manejo do solo é negligenciado, devido ao custo do maquinário requerido.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o índice S e aplicar o CEP a propriedades químicas, para um Nitossolo sob viticultura irrigada por gotejamento, em uma propriedade de agricultura familiar, em Salto do Lontra, Sudoeste do Paraná. A altitude média do local é 450 m, com um clima subtropical (Cfa), com temperatura média de 18 °C durante os meses mais frios e acima de 22 °C durante o mês mais quente.

Foram coletadas 20 amostras de solo para análises químicas. Já a curva de retenção de água no

solo foi obtida com amostras indeformadas, com porosidade total igual a  $0,63 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , em câmara de Richards, sob tensões de 6 kPa, 10 kPa, 30 kPa e 1500 kPa. Os dados de retenção foram ajustados com o programa de regressão não linear MINPACK.LM, o qual emprega o algoritmo de Levenberg-Marquardt.

As propriedades químicas foram determinadas com as seguintes metodologias: pH ( $\text{CaCl}_2$  0,01 mol  $\text{L}^{-1}$ ), H + Al (pH SMP), fósforo (Mehlich 1), potássio, cobre, zinco e manganês (Mehlich 1), cálcio, magnésio e alumínio (KCl 1,0 mol  $\text{L}^{-1}$ ).

O CEP foi empregado para verificar quais propriedades químicas estavam sob controle. De acordo com Montgomery (2009), se o processo se desvia moderadamente da normalidade, os limites de controle podem ser inadequados. No programa R (R CORE TEAM, 2014), o p-valor mostra se as características das amostras seguiam uma distribuição normal.

O teste de normalidade de Shapiro e Wilk foi aplicado aos dados, mostrando que os dados para alumínio e cobre não seguiam uma distribuição normal, tendo sido transformados através de função de raiz quadrada.

O alumínio tem efeitos tóxicos sobre as raízes e pode diminuir a absorção de fósforo, cálcio, magnésio e potássio. Assim, o nível de saturação por alumínio deve ser monitorado pelo produtor a fim de determinar a qualidade do solo. As análises mostraram que os valores estavam sob CEP, com níveis muito baixos, sendo seus efeitos sobre o desenvolvimento das plantas desprezíveis.

Com dados normalmente distribuídos e com um valor médio de 4,9 para o pH, o solo não se enquadrou em nenhum dos intervalos ótimos para a absorção de nutrientes.

As propriedades químicas que se apresentaram dentro dos limites das cartas de controle foram fósforo, cálcio e alumínio, enquanto as demais mostravam uma distribuição errática ao longo do tempo.

Os valores do índice S ficaram abaixo do valor crítico de  $S = 0,035$ , indicando boa condição física do solo.

Os valores de pH estavam abaixo de 6,0, o que pode levar à redução na absorção de vários nutrientes.

## Referências

- ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. Índice S como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro. **Rev. bras. eng. agric. ambient.** v. 13, n. 4, p. 382–388, 2009.
- DEXTER, A. R. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects of root growth. **Geoderma.** v. 120, n. 3, p. 201–214, 2004.
- JUSTI, A. L.Ç.; VILAS BOAS, M. A.; SAMPAIO, S. C. Índice de capacidade do processo na avaliação da irrigação por aspersão. **Eng. Agric.** v. 30, n. 2, p. 264–270, 2010.
- MILAN, M.; FERNANDES, R. A. T. Qualidade das operações de preparo de solo por controle estatístico de processo. **Sci. Agric.** vol. 59, n.2, p. 261–266, 2002.
- MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** Rio de Janeiro, LTC, 2009. 513p.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing.** Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2014.

## EFEITO DOS DIFERENTES SISTEMAS DE USO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SANTARÉM - PA

Paulo Henrique da Silva Gomes, Bruno Fróes Campos, José Augusto Amorim Silva do Sacramento

Universidade Federal do Oeste do Pará, Graduando, Pesquisador, Santarém - PA, [paulopehaga@gmail.com](mailto:paulopehaga@gmail.com).

**Palavras-chave:** atributos; manejo; sustentabilidade.

Qualquer modificação no solo pode alterar diretamente sua estrutura e sua atividade biológica e, conseqüentemente, sua fertilidade, com reflexos nos agroecossistemas. Assim, a retirada da cobertura vegetal original para a implantação de atividades diversas, aliada às práticas de manejo inadequadas, provocam o rompimento do equilíbrio entre o solo e o meio (CAMPOS, 2001).

Desse modo, o solo que é mantido em seu estado natural, sob vegetação nativa, apresenta características físicas, como densidade, porosidade, agregação e permeabilidade consideradas adequadas (WENDLING et al., 2012). Tais atributos são importantes nas avaliações da extensão da degradação ou melhoria do solo e para conduzir a sustentabilidade dos sistemas de manejo.

Diante do exposto e considerando os múltiplos usos do solo, este trabalho justifica-se pela importância de avaliar como os diferentes usos podem alterar os atributos físicos do solo. Tais informações possibilitam a realização de previsões de respostas dos atributos físicos do solo em função de determinadas práticas realizadas, tornando possível, a adoção de práticas de manejo ou a correção das que, eventualmente, estejam inadequadas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos diferentes usos do solo sobre alguns de seus atributos físicos.

Os procedimentos de coleta em campo e análise em laboratório, ocorreram no Campus Tapajós da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, Pará, localizado nas coordenadas 2° 24'52" S e 54°42'36" W. O clima, segundo Köppen (1948), tipo Am (equatorial quente e úmido), com temperaturas entre 22 °C e 31 °C, e índices pluviométricos em torno de 2000 mm anuais.

A área 1 é destinada a cultivos diversos, e atualmente ocupada por gramíneas tipo pastagem. A área 2 é caracterizada por pouca vegetação, que distanciam-se entre si de maneira aleatória. A área 3 caracteriza-se por vegetação de floresta secundária, com predomínio de vegetação arbustiva e arbórea.

As amostras foram coletadas em cada área de estudo, com cinco repetições, na profundidade de 0,00 – 0,20 m. Utilizou-se trado holandês e coletor de Uhland para amostras deformadas e indeformadas, respectivamente. Posteriormente as amostras coletadas foram acondicionadas em sacos previamente identificados e conduzidas para o laboratório de solos da UFOPA, onde foram secas ao ar (TFSA) e passadas em peneira com malha de 2,0 mm de diâmetro.

Para a determinação da granulometria (método da pipeta), densidade do solo e da partícula, porosidade total e teor de umidade do solo, seguiu-se métodos compilados e descritos pela EMBRAPA (2011).

As amostras indeformadas foram acondicionadas em latas com peso conhecido, em seguida colocadas em estufa a 105 °C pelo período de 24 horas para obtenção da massa seca. Obteve-se a densidade do solo em  $\text{g m}^{-3}$ , através do método do anel volumétrico, medindo este, 5,0 x 5,2 cm, com volume total de 102,1  $\text{cm}^3$ , conforme a equação:  $D_s = M_s / V_T$ , onde  $M_s$  é a massa de solo seco em estufa e  $V_T$  é o volume total do solo.



Para a determinação da densidade de partícula, pesou-se 20 g de solo de amostras deformadas e submeteu-se ao procedimento de secagem a 105 °C pelo período de 12 horas. Esta foi obtida a partir da determinação do volume de álcool necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico, contendo solo seco em estufa, conforme a equação:  $D_p = M_s / 50 - b$ , onde  $M_s$  é a massa da amostra seca a 105 °C, 50 é o volume total da bureta e  $b$  é o volume de álcool gasto.

A porosidade total foi obtida através do princípio da determinação do volume total do solo ocupado por água e ar, aplicando-se a equação:  $PT = 1 - D_s / D_p$ , onde  $D_s$  é a densidade do solo e  $D_p$  é a densidade de partícula.

A Umidade do solo foi obtida através da equação:  $M_{su} - M_{ss} / M_{ss} \times 100$ , onde  $M_{su}$  é a massa Úmida e  $M_{ss}$  é a massa seca em estufa.

As três áreas apresentaram porcentagens superiores a 70 % da fração areia, caracterizando um solo de textura arenosa. Para determinação do pH em  $H_2O$  e KCl foi utilizado o potenciômetro e eletrodo combinado imerso em suspensão solo/líquido ( $H_2O$ , KCl), na proporção 1:2,5 segundo (EMBRAPA, 2011). Na análise estatística foi utilizado o *software* Assistat versão 7.7 beta (2011) (SILVA E AZEVEDO, 2009), para análise de variância (ANOVA), e classificação pelo teste de tukey a 5 %, para experimentos de blocos ao acaso (DBC).

O menor valor de  $D_s$  (1,28 g cm<sup>3</sup>), ocorreu na área de floresta secundária, menor que o índice crítico ao desenvolvimento radicular para solos arenosos (1,75 g cm<sup>3</sup>) (CORSINI: FERRAUDO, 1999). Na área sob cultivo a  $D_s$  foi (1,47 g cm<sup>3</sup>), e na área sob solo exposto (1,45 g cm<sup>3</sup>). Os valores de  $D_p$  não apresentaram diferenças significativas, com valores de 2,54 g cm<sup>3</sup> para solos sem vegetação e 2,65 g cm<sup>3</sup> para solos sob cultivo.

Na área sob cultivo e solo exposto verificou-se a redução da PT do solo 39,54 %, e 41,04 %, respectivamente, quando comparada à área de floresta secundária (48,63 %).

Quanto ao teor de Umidade, o solo da área sob floresta secundária apresentou-se mais úmido (75 %) que o solo da área de cultivo (58 %) e área sem cobertura (51 %).

Os valores de pH ( $H_2O$ ) apresentou-se significativo para a área de cultivo 6,26; solo exposto 4,65 e floresta secundária 5,48. Os valores de pH em KCl apresentados foram 5,63 para área sob cultivo; 3,82 para solo exposto e 4,77 para floresta secundária. Os valores de  $\Delta pH$  mostraram-se negativos, indicando predominância de cargas negativas no solo.

Os diferentes usos de solo alteram seus atributos físicos. As áreas de cultivo e solo exposto apresentaram redução na qualidade física do solo em relação à floresta secundária. A ação antrópica nessas áreas favorece a compactação da camada superficial, com o aumento da densidade do solo e redução da porosidade total.

## Referências

CAMPOS, J.J. **Avaliação de atributos do solo sob diferentes sistemas de manejo e uso**. 2011, 61 f. Dissertação (Mestre em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Pós-Graduação em Agricultura Tropical, Cuiabá, 2011.

CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.289-298, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2. ed. Revisada. Rio de Janeiro, 2011.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

WENDLING, B.; VINHAL-FREITAS, I.C; OLIVEIRA, R.C.; BARATA, M.M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em florestas de pinus, pastagem e plantio direto. **Bioschi. J.**, Uberlândia, v. 28, p. 356-265, 2012.

SILVA, F. DE A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the *software* assistat-statistical attendance. In: **World congress on computers in agriculture**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

## CAPACIDADE DE SUPORTE DE CARGA DE DIFERENTES SOLOS LOCALIZADOS NO MUNICÍPIO DE LAVRAS - MG

Geslin Mars, Patriciani Estela Cipriano, Matias Siueia Júnior, Rodrigo Fonseca da Silva, Moacir de Souza Dias Junior

Universidade Federal de Lavras, Mestrando, Lavras - MG, *gemars21@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** compactação; umidade; pressão de pré-consolidação.

O conhecimento do estado de compactação do solo é de fundamental importância para a minimização das implicações causadas pela exploração do uso dos solos agrícolas. Neste contexto, o entendimento do comportamento compressivo do solo utilizando a pressão de pré-consolidação adquire grande importância, do ponto de vista físico, para a tomada de decisão do manejo mais adequado do solo.

Um dos ensaios mais usados para estudar a compactação do solo em laboratório é o ensaio de Proctor normal. Proctor (1933) observou aumento na densidade com aumento da umidade, até atingir um valor máximo e em seguida diminuía ao continuar a elevação do teor de umidade do solo. Este ensaio não apresenta as reais situações de trafegabilidade das máquinas agrícolas no campo, pois emprega amostras sem estrutura preservada. Contudo, deve-se enfatizar que para cada tipo de solo, a uma determinada pressão, o grau de compactação dependerá principalmente da umidade (SOANE, 1970).

Dias Junior e Pierce (1996), recomendam a pressão de pré-consolidação ( $\sigma_p$ ) como estimativa da capacidade de suporte de carga dos solos agrícolas. A pressão de pré-consolidação representa a maior pressão a que o solo foi submetido no passado (CASAGRANDE, 1936), sendo, portanto, um indicativo de sua história de tensão (DIAS JUNIOR, 1994). Assim, ela indica a condição máxima de pressão de tráfego do solo, para que não ocorra compactação adicional, a qual é função da umidade.

Diversos pesquisadores vêm estudando a capacidade de suporte de carga do solo como tomada de decisão para o uso da tração de máquinas, em que a compactação deve ser mantida abaixo dos níveis críticos ao desenvolvimento da cultura. Neste sentido, esta pesquisa teve por objetivo o estudo comparativo de diferentes solos da região de Lavras quanto a susceptibilidade à compactação, por meio de modelo de capacidade de suporte de cargas.

O presente estudo foi realizado na área do Campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras - MG, coordenadas 21° 14' 43" Sul e 44° 59' 59" Oeste, e altitude de 919 m, tendo um clima subtropical, do tipo Cwa segundo a classificação climática de Köppen. As amostras indeformadas foram obtidas com amostrador de Uhland em diferentes classes de solo: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico (CXbd); ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAd); NITOSSOLO VERMELHO distroférico (NVdf); LATOSSOLO VERMELHO distroférico (LVdf).

Para a realização do ensaio do Proctor normal, foi usada uma amostra passada em peneira de 4,76 mm, para a determinação da curva de compactação. Após a realização de cada ensaio foram retiradas amostras para determinar a umidade pelo método padrão da estufa, a 105 °C, por 24 horas.

As amostras indeformadas depois de preparadas foram saturadas e/ou secas ao ar no laboratório até que se atingissem as umidades desejadas para os ensaios de compressão uniaxial, em geral entre 0,05 e 0,5 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>. Os ensaios de compressão uniaxial foram conduzidos em consolidômetros de

ar comprimido (Terraload Consolidation Device S-450, Durham Geo Slope Indicator, USA), sendo aplicadas, sequencialmente e sem descompressão, pressões de 25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1600 kPa até que 90 % da deformação máxima fosse atingida. Após o descarregamento das pressões, as amostras foram levadas à estufa para secagem (105-110 °C por 48 horas), sendo posteriormente pesadas para determinação da umidade e da densidade do solo. As pressões de pré-consolidação e umidades assim obtidas foram ajustadas à equação  $\sigma_p = 10^{(a + b\theta)}$ , em que:  $\sigma_p$  é a pressão de pré-consolidação (kPa);  $\theta$  é a umidade do solo com base em volume ( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ); e “a” e “b” são os coeficientes linear e angular, respectivamente, de ajuste da regressão.

Os resultados das análises das características físicas do solo foram submetidos à análise de variância, e a comparação das médias das profundidades, ao teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Foram observados nos modelos de capacidade de suporte de carga das quatro classes de solos, que os valores de “a”, que representa o intercepto da regressão linearizada, variaram de 2,70 a 2,85 no horizonte A e de 2,68 a 2,79 no horizonte B, e os de “b”, o coeficiente angular da regressão linear, variaram de 1,59 a 3,0 no horizonte A e de 1,10 a 2,0 no horizonte B, sendo que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para todas as classes de solo e horizontes foi significativo variando de 0,53 a 0,91.

Considerando o comportamento das curvas dentro dos solos, os valores da umidade crítica de compactação e a densidade do solo máxima obtida não apresentaram diferença significativa entre os horizontes do LVdf e NVdf, possivelmente, por serem solos que apresentaram maior teor de argila e o LVdf com maiores teores de MO. Houve diferença estatisticamente significativa entre os horizontes a e b do PVAd e CXbd. Com a mesma umidade, os horizontes B de ambos os solos apresentaram maior capacidade de suporte de carga, isso pode ser provocado pelo tipo de estrutura em blocos desses solos, pois é uma estrutura que consegue suportar mais carga.

Observando as curvas da densidade de solo em função da umidade ótima de compactação, as quais apresentaram o coeficiente de determinação variando de 0,07 a 0,99, foram significativos para os horizontes A e B do PVAd, CXbd, e NVdf à exceção do LVdf que não foi significativo no horizonte B. Analisando os valores obtidos da  $D_s \text{ max}$  para as diferentes classes do solo, pode se verificar que os maiores valores foram obtidos no horizonte A do PVAd e o horizonte B do CXbd, fato que está associado ao maior teor de areia encontrado nessas camadas. A umidade crítica de compactação cresceu na ordem: CXbd < NVdf < PVAd < NVdf < PVAd.

O horizonte B do PVAd e CXbd apresentaram maior capacidade de suporte de carga. Os maiores valores da  $D_s \text{ max}$  foram encontrados no horizonte A do LVdf e o horizonte B do CXbd.

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro a pesquisa e pelas bolsas de estudos concedidas.

## Referências

- CASAGRANDE, A. The determination of the pre-consolidation load and its practical significance. In: **CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING**, 1936, Cambridge. Proceedings. Cambridge, ICSMFE, 1936. v.3. p.60-64.
- DIAS JUNIOR, M. S. **Notas de aulas de física do solo**. Lavras, UFLA, 1996. 168p.
- DIAS JÚNIOR, M.S. **Compression of Three Soils Under Long-Term Tillage and Wheel Traffic**. East Lansing, Michigan State University, 1994. 114 p. (Tese de PhD).

PROCTOR, R. R. Fundamental principles of soil compaction, **Engen. News Rec.**, v.5, p.286-9, 1933.

SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. & CAMARGO, O.A. Influência da compactação nas propriedades físicas de dois Latossolos. **R. Bras. Ci. Solo**, v.10, p.91-95, 1986.

SOANE, B. D. The effects of traffic and implements on soil compaction. **J. Prof. Int. Agric. Engen.**, v.25, p.115-26, 1970.

## EFEITO DO USO E MANEJO DO SOLO NO GRAU DE COMPACTAÇÃO

Rodrigo Warmling, Franciani Rodrigues da Silva

Universidade do Sul de Santa Catarina, Estudante, Tubarão - SC, *Rodrigodigo22@outlook.com*.

**Palavras-chave:** uso do solo; física do solo; degradação.

Uma das principais causas da degradação em áreas cultivadas é a compactação do solo causada pelo intenso tráfego de máquinas e implementos agrícolas e pelo pisoteio animal em áreas de integração lavoura-pecuária. Em solos compactados, a densidade do solo aumenta e a porosidade e a permeabilidade diminuem (REICHERT et al., 2007). Essas alterações afetam a retenção, o movimento e a disponibilidade de água (REICHERT et al., 2011), com isso, os mecanismos que governam o fluxo de nutrientes no solo e sua absorção pelas plantas são afetados. A compactação também afeta direta e indiretamente o crescimento das raízes, devido ao aumento da resistência à penetração (SILVA et al., 2014). Todavia, é importante ressaltar que a magnitude dos efeitos da compactação do solo é determinada principalmente pela classe textural do solo, pelos sistemas de rotação de culturas utilizados, condição de umidade do solo em que são realizadas as operações de campo e pelo tempo de uso dos diferentes sistemas de manejo.

Dentre os sistemas de uso e manejo do solo, os sistemas conservacionistas tendem a ser mais persistentes em sistemas conservacionistas, como no plantio direto, pois nesse sistema as raízes exploram menor volume de solo ficando mais susceptíveis às variações climáticas. Além disso, os revolvimentos ocasionados pelo preparo reduzem, anualmente, os efeitos da compactação na camada arável. Comparativamente a esses sistemas de manejo, o uso do solo com mata nativa ou cultivo florestal sem entrada frequente de máquinas e equipamentos tendem a terem menor grau de compactação, devido principalmente à ausência de ação antrópica, maiores teores de matéria orgânica e influência de raízes mais profunda.

Dentre as determinações, o grau de compactação tem sido utilizado para caracterizar a relação entre compactação e crescimento das culturas. Esta variável é obtida pela divisão da densidade do solo que está sendo cultivado pela densidade do solo máxima obtida no ensaio de Proctor Normal (HÅKANSSON; LIPIEC, 2000). Esta relação é útil na caracterização da compactação e da resposta das culturas em diferentes tipos de solos, principalmente devido à facilidade de medição para indicar mudanças nos atributos físicos como macroporosidade, permeabilidade ao ar e resistência à penetração do solo.

Apesar do grande número de estudos relacionando níveis de compactação em solos, há carência de trabalhos com Cambissolos, os quais ocorrem com frequência no sul do Brasil. Nesse sentido, o objetivo deste estudos foi investigar o grau de compactação de Cambissolo em diferentes sistemas de uso e manejo.

As áreas utilizadas neste experimento localizam-se na localidade de Alto Braço Perimbó, no município de Ituporanga - SC. O solo das áreas é um Cambissolo de textura argilosa, relevo suave ondulado e substrato basalto. Foram utilizadas quatro áreas sob distintas formas de uso e manejo do solo, sendo elas: área de mata nativa; área com culturas anuais sob cultivo convencional; área com pastagem onde se realiza a criação de bovinos de leite e corte; e área com eucalipto, implantado a três anos. As áreas estão localizadas próxima uma das outras, não havendo grandes mudanças quanto ao

relevo ou profundidade do sólio. As amostras foram coletadas de modo deformadas e indeformadas em três profundidades (0-0,01 m, 0,01- 0,02 m e 0,02-0,04 m). As amostras deformadas foram utilizadas para determinação da umidade ótima de compactação pelo teste de Proctor. Já amostras indeformadas de solo também foram coletadas usando-se anéis volumétricos com 100 cm<sup>3</sup> utilizadas na determinação da densidade do solo. Com os dados da densidade máxima obtidos pelo teste de Proctor e com a densidade obtida no campo determinou-se o grau de compactação de diferentes tipos de uso e manejo do solo.

A densidade máxima de compactação na mata variou de 1,65 a 1,79 Mg m<sup>-3</sup>, na pastagem de 1,73 a 1,68 Mg m<sup>-3</sup>, no eucalipto de 1,79 a 1,63 Mg m<sup>-3</sup> e na lavoura foi 1,71 cm<sup>3</sup> a 1,60 cm<sup>3</sup>). Em todas as camadas dos sistemas de uso e manejo do solo, as densidades máximas ultrapassaram o valor 1,45 Mg m<sup>-3</sup>, o qual é considerado valor crítico por Reinert e Reichert (2001) para solos argilosos.

O solo com mata nativa teve a menor densidade máxima de compactação, quando comparado com a lavoura, a pastagem e a área com eucalipto nas camadas de 0-0,01 e 0,01-0,02 m. Fato que explica a mata possuir o menor valor da densidade máxima de compactação é devido o seu provável maior teor de matéria orgânica e ausência de ação antrópica. Segundo Braida et al. (2006) a susceptibilidade à compactação, avaliada pelo ensaio de Proctor, torna-se menor no solo com mais matéria orgânica. Afirmaram também que, para um mesmo nível de energia, quanto maior o teor de matéria orgânica do solo, menor é a densidade máxima obtida para um mesmo nível de energia de compactação. Isso se deve principalmente ao efeito amortecedor da matéria orgânica e da palha presente na superfície do solo, a qual absorve parte da energia de compactação produzida pelo trânsito de máquinas e dos animais que transitam sobre os solos (BAYER et al. 2009).

Na camada de 0,02-0,04 m a mata teve a maior densidade máxima de compactação (1,79 g cm<sup>-3</sup>) comparado aos demais sistemas (média 1,64 g cm<sup>-3</sup>).

Em relação a umidade ótima de compactação, nas camadas de 0-0,01 e 0,01-0,02 m a umidade ótima para compactar o solo ficou próximo de 0,33 g g<sup>-1</sup> nas áreas com pastagem, eucalipto e lavoura, exceção foi mata que ficou com umidade ótima próximo a 0,36 g g<sup>-1</sup>. Na camada abaixo (0,02-0,04 m) a pastagem foi o sistema que teve maior umidade ótima de compactação (0,48 g g<sup>-1</sup>) comparado aos demais sistemas (média 0,34 g g<sup>-1</sup>).

O grau de compactação na mata variou de 79 % a 61 %, na lavoura de 92 % a 89 %, na pastagem de 71 % a 78 % e na área com eucalipto de 41 % a 62 % nas camadas avaliadas. Segundo Lindstron e Voorhees (1994) quando o grau de compactação é menor que 80 % pode afetar a produtividade das culturas devido, principalmente, à redução da capacidade de armazenagem de água no solo. Suzuki et al. (2007) constataram que o grau de compactação ótimo para a cultura da soja foi de 86 %. Em solo arenoso de clima temperado Carter (1990) constatou que o grau de compactação de 81 % não restringiu a produtividade de trigo e de cevada.

## Referências

- CARTER, M.R. Relative measures of soil bulk density to characterize compaction in tillage studies on fine sandy loams. **Canadian Journal of Soil Science**, v.70, p.425-433, 1990.
- BRAIDA, J.A.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M. Matéria orgânica e seu efeito na física do solo. In: FILHO, O. K.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. (Org.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. VII, p. 222-227, 2011.
- HAKANSSON, I.; LIPIEC, J. A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure

and compaction. **Soil Till. Res.**, v.53, p.71-85, 2000.

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos Ciência Solo**, v.5 p.49-134, 2007.

LINDSTRON, M.J.; VOORHEES, W.B. Response of temperate crop soil compaction. In: SOANE, B.D. & van Ouwierkerk, C. **Soil compaction in crop production**. London, Elsevier, 1994. p.265-286. (Developments in Agricultural Engineering, 2).

SILVA F.R, ALBURQUERQUE J.A, COSTA A. crescimento inicial da cultura da soja em latossolo bruno com diferentes graus de compactação. **R. Bras. Ci. Solo**, v.38, p.1731-1739, 2014.

SUZUKI, L.E.A.S. et al. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.8, p. 1.159-1.167, 2007.



## APLICAÇÃO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO NA AVALIAÇÃO DA EROSÃO HÍDRICA NO SOLO

Paulo Siqueira Junior, Marx Leandro Naves da Silva, Wellington de Lima, Pedro Velloso Gomes Batista, Paula Capita Siqueira

Universidade Federal de Lavras, Mestrando Programa de Pós-graduação em Tecnologias, Lavras - MG, pauloagconsult@gmail.com.

**Palavras-chave:** VANT; modelos digitais de elevação; erosão hídrica.

O uso e manejo incorreto do solo pelo homem ao longo dos anos vem deixando resultados desastrosos como grandes áreas improdutivas ou degradadas pela erosão hídrica (PIMENTEL, 2001). Segundo Pimentel (2006) as perdas de solo por erosão hídrica representam um fator adverso a produtividade de ecossistemas antropizados ou naturais e representa hoje uma severa ameaça à produtividade de base agrícola e ao equilíbrio de ecossistemas naturais. A conservação dos recursos solo, água e floresta, portanto, é de suma importância para o equilíbrio ambiental e segurança alimentar das populações humanas.

Neste contexto faz-se necessário a utilização de tecnologias que auxiliem a tomada de decisões na definição de estratégias e técnicas voltadas a estabilização de processos erosivos e monitoramento dos mesmos, para tanto, a interpretação de dados provenientes de sensores remotos como imagens aéreas e modelos digitais de elevação combinados a técnicas de geoprocessamento apresentam-se como ótimas ferramentas para aquisição e análise das informações necessárias a tomada de decisões, tanto no que se refere as estratégias e técnicas mais adequadas a cada situação quanto a interpretação e modelagem da dinâmica de processos erosivos.

Dados como modelos digitais de elevação e imagens aéreas provenientes da aerofotogrametria tradicional e Light Detection and Ranging (LIDAR), têm sido utilizadas com sucesso para estudos de processos erosivos de macro-escala e observações de longo prazo (JAMES et al., 2007). Já para estudos de processos erosivos em áreas menores, aproximadamente 1 km<sup>2</sup>, e com a necessidade de uma alta resolução espacial e temporal, a utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT) como plataforma para sensores remotos, tem sido crescente, e quando combinada a técnicas de topografia e geodésia possibilitam a aquisição de dados altimétricos e imagens de alta resolução e acurácia (CASTILLO et al., 2012).

O objetivo deste estudo foi avaliar a utilização do método DEMs of Difference proposto por (WILLIAMS, 2012) entre dois modelos digitais de elevação (MDE) de uma área com erosão hídrica acelerada obtidos em datas diferentes, denominados MDE1 (data) e MDE2 (data) obtidos por fotogrametria com VANT para obtenção de um novo modelo que representa a quantificação da remoção e deposição de solo ocorrida no intervalo de tempo entre o primeiro e o segundo levantamento.

O experimento foi realizado em uma área de 0,4 ha no interior do campus da Universidade Federal de Lavras município de Lavras-MG, foram realizados dois voos autônomos em diferentes datas (18/05/2016 e 10/05/2016) em uma área sob processos erosivos intensos para obtenção dos modelos digitais de elevação. Para ambos foram utilizados o mesmo plano de voo autônomo com altura de voo de 25 m em relação ao solo em linhas uniformes espaçadas de 15 m entre si e fotografias a 12 m em cada linha, a câmera nos dois voos foi mantida em posição ortogonal (Nadir = 0°), para o planejamento da trajetória do voo autônomo foi utilizado o aplicativo Pix4D Capture onde

os parâmetros selecionados foram altura de voo de 25 m e sobreposição entre imagens de 80 % do, a realização do voo autônomo foi utilizado o aplicativo Litch, foram instalados dezesseis marcos de lona que foram georreferenciados utilizando o receptor geodésico GNSS para serem inseridos como pontos de controle terrestre no processamento e avaliação da acurácia do alinhamento das imagens.

O processamento das imagens e obtenção dos modelos digitais de elevação foram realizados utilizando o *software* Agisoft PhotoScan versão 1.2.4 seguindo o fluxo de trabalho alinhamento, inserção de pontos de controle, otimização, adensamento de nuvem de pontos, classificação da nuvem de pontos em pontos de solo e outras classes e geração dos modelos digitais de elevação do tipo raster com GSD de 1 cm, os relatório de ajuste e processamento para obtenção do MDE1 apresentou os seguintes parâmetros de precisão: precisão horizontal 0,02 m, vertical 0,03 m e total 0,042 m. Já o relatório de ajuste e processamento para obtenção do MDE2 apresentou os seguintes parâmetros de precisão: horizontal 0,01 m, vertical 0,032 m e total 0,035 m. Foi calculada a média das precisões verticais dos dois fluxos de trabalho para ser utilizado como limiar de incerteza vertical no cálculo do volume de perdas ou deposição de solo.

Os modelos digitais de elevação foram importados para o *software* ArcGIS 10.3 e foi realizada a subtração dos valores do MDE2 pelos valores do MDE1 utilizando a ferramenta Raster Calculator obtendo um novo modelo denominado ZDIF, o modelo obtido ZDIF foi reclassificado utilizando também a ferramenta Raster Calculator onde os valores superiores ao limiar de incerteza vertical, -0,04 a +0,04, foram mantidos e os valores inferiores ao limiar transformados em zero obtendo um novo modelo denominado ZDIF\_reclass. Para o cálculo do volume de cada célula modelo ZDIF\_reclass foi multiplicado pelo valor da área de cada célula, 1 cm<sup>2</sup> utilizando a ferramenta Raster Calculator obtendo o um novo raster denominado DoD onde os valores negativos representam o volume de remoção de solo e valores positivos volume de deposição de solo.

Os valores de ZDIF variaram entre -0,49 m a +0,25 m, o volume total de remoção de solo calculado a partir do DoD foi de 304,9 m<sup>3</sup> e o volume total de solo depositado dentro dos limites da área monitorada foi de 17,37 m.

A aplicação de fotogrametria com veículos aéreos não tripulados na obtenção de séries temporais de modelos digitais de elevação e estudos da dinâmica de processos erosivos em pequenas áreas se mostrou bastante promissora devido aos resultados de precisão horizontal e vertical e alta resolução espacial dos modelos digitais de elevação.

Agradecemos às agências financiadoras FAPEMIG, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro e pelas bolsas concedidas.

## Referências

- CASTILLO, C.; PÉREZ, R.; JAMES, M. R.; QUINTON, J. N.; TAGUAS, E. V.; GÓMEZ, J. A. Comparing the accuracy of several field methods for measuring gully erosion. **Soil Sci. Soc. Am. J**, v.76, p.1319-1332, 2012.
- PIMENTEL, D. Soil erosion: a food and environmental threat, **Environment, Development and Sustainability** v.8, p.119-137, 2006.
- PIMENTEL, D. The limitations of biomass energy, in **Encyclopedia of Physical Science and Technology**, San Diego, Academic Press, p. 159-171. 2001.
- JAMES, L.A.; WATSON, D.G.; HANSEN, W.F. Using LiDAR data to map gullies and headwater streams under forest canopy: South Carolina, USA. **Catena** v.71, p.132-144, 2007.
- WILLIAMS, R.D. **DEMs of Difference**. British Society for Geomorphology, Geomorphological Techniques, Chap. 2, Sec. 3.2 (2012). 2012.

## CARBONO E NITROGÊNIO DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NA MESORREGIÃO CENTRAL MINEIRA

Igor Costa de Freitas<sup>1</sup>, Nayara Christina Almeida Araújo<sup>1</sup>, Leidivan Almeida Frazão<sup>1</sup>,  
Márcia Vitória Santos<sup>2</sup>, Taynan Aquilles Marinho Lessa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Mestrando em Produção Vegetal, Montes Claros - MG, [freitasicde@gmail.com](mailto:freitasicde@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

**Palavras-chave:** integração lavoura-pecuária-floresta; pastagem; matéria orgânica do solo.

A matéria orgânica representa um importante indicador de qualidade, sendo utilizado para determinação da sustentabilidade de diferentes sistemas de manejo do solo, contribuindo também para a mitigação das mudanças climáticas. De acordo com Stockmanna et al. (2013), a matéria orgânica do solo (MOS) geralmente apresenta 58 % de carbono, constituindo-se um relevante reservatório deste elemento.

A conversão de florestas nativas para sistemas agrícolas pode ocasionar reduções significativas nos estoques de carbono. No entanto, a utilização de sistemas que promovem aumento nos teores de MOS resulta em melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) têm sido apresentados como alternativa potencial de recuperação da qualidade do solo, já que contribuem com o aumento da biodiversidade local, favorecendo a sustentabilidade dos recursos naturais. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os estoques de carbono e nitrogênio do solo sob áreas de pastagens, sistema de iLPF e vegetação nativa.

O ensaio foi realizado na Fazenda Experimental do Moura, em Curvelo - MG (18° 44' 52,03" S e 44° 26' 53,56" O). Segundo Köppen, o clima da região é do tipo tropical de savana, com estação seca e chuvosa bem definidas. A temperatura média anual é 22 °C, com precipitação anual de 1.200 mm. O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO de textura argilosa.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, constituído por 4 tratamentos e 4 repetições, sendo eles: pastagem de baixa produtividade (PD), pastagem bem manejada com 13 meses de implantação (PAST), sistema de iLPF com 13 meses de implantação e uma área de Cerradão (VN), usada como referência. A PD é formada por *Brachiaria decumbens*, destinada à pecuária de leite e corte, não havendo manejo e adubação de manutenção. Possui solo exposto e infestação por plantas daninhas. A PAST é composta pela forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. O Sistema de iLPF foi implantado com eucalipto Urograndis clone 144 (híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) no espaçamento 12 x 3. Implantou-se nas entrelinhas *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em consórcio com milho (híbrido SHS 7920). Os tratamentos PAST e iLPF foram implantados em dezembro de 2014.

As unidades experimentais do sistema iLPF compreenderam 12 m de largura por 18 m de comprimento, sendo compostas por duas fileiras simples de eucalipto. Para a PD e a PAST estabeleceu-se 10 m de largura por 24 m de comprimento. Foram abertas 4 trincheiras por tratamento, onde foram coletadas amostras para análise da densidade aparente, carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) do solo nas camadas 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade.

A densidade aparente do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico. Para análise de

COT e NT, as amostras foram secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm, moídas em moinho de bolas e passadas por peneiras com malha de 0,150 mm. Posteriormente, determinou-se o teor via combustão à seco, em analisador elementar LECO TruSpec. Calculou-se, também, o estoque de carbono (EstC) e nitrogênio (EstN), multiplicando-se o teor de COT ou NT pela densidade aparente e pela profundidade analisada. Realizou-se a correção dos EstC e EstN para uma mesma massa de solo.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico R, versão 3.3.0.

A VN apresentou maior teor de COT ( $p < 0,05$ ) em todas as profundidades avaliadas. Os tratamentos PD, PAST e iLPF não se diferenciaram estatisticamente, exceto na profundidade de 5-10 cm, sendo a PD semelhante à PAST e inferior ao iLPF. Os maiores aportes de biomassa vegetal ocasionados pela deposição de serapilheira e pelo alto volume de raízes, aliados ao não revolvimento do solo na VN, resultam em elevados teores de COT, sendo geralmente superiores a sistemas agrícolas em monocultivo ou integrados (HICKMANN et al., 2012; SILVA et al., 2011).

A recente implantação dos sistemas PAST e iLPF pode ter sido insuficiente para promover melhoria nos teores de COT. Necessita-se, dessa forma, que seja realizado o monitoramento das áreas em estudo por maior período para comprovação da eficiência destes em relação ao atributo avaliado. Segundo Wendling et al. (2012), a conversão de áreas naturais com vegetação de cerrado para pastagens do gênero *Brachiaria* aumenta os teores de COT do solo, pois as gramíneas possuem elevada capacidade fotossintética, favorecendo altas taxas de produção e renovação de biomassa aérea e radicular. Estudos realizados por Rezende et al. (2015), demonstram que a utilização de pastagens pode contribuir para o aumento dos teores de COT ao longo do tempo.

O teor de NT foi superior ( $p < 0,05$ ) na VN em todas as profundidades estudadas. Na camada de 0-5 cm, o sistema de iLPF apresentou maior teor de NT comparativamente à PD, porém não se diferenciou da PAST. Nas profundidades de 5-10 e 10-20 cm os sistemas PD, PAST e iLPF apresentaram teores de NT semelhantes. Já na profundidade de 20-30 cm, observou-se teor de NT inferior no iLPF em relação à PAST. No entanto, o iLPF não se diferenciou da PAST, sendo este sistema estatisticamente igual à PD. Os maiores teores de NT observados na VN estão diretamente relacionados aos elevados teores de COT também encontrados neste tratamento (RANGEL; SILVA, 2007).

Os EstC e EstN do solo foram estatisticamente superiores na VN. O EstC e o EstN apresentaram, respectivamente, comportamento estatístico semelhante ao COT e NT do solo, exceto para o EstN na camada de 0-5 cm, onde o sistema iLPF obteve média superior à PAST. O somatório dos EstC e EstN presentes na profundidade de 0-30 cm apresentaram-se superiores na VN, tendo os demais sistemas médias iguais ( $p < 0,05$ ). Constata-se, portanto, a necessidade de estudos para avaliação dos sistemas analisados ao longo dos anos, possibilitando, a partir das variáveis utilizadas, avaliar a qualidade do solo e propor alternativas sustentáveis à produção agrícola e florestal, como a utilização dos sistemas agrossilvipastoris.

Agradecimentos ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – PROCAD CAPES e ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP pela importante contribuição para o desenvolvimento do trabalho.

## Referências

HICKMANN, C.; COSTA, L.M. da; SCHAEFER, C.E.G.R; FERNANDES, R.B.A.; ANDRADE; C. DE L.T. Atributos Físico-Hídricos e Carbono Orgânico de um Argissolo Após 23 Anos de Diferentes Manejos. **Revista Caatinga**, v.25, p.128-136, 2012.

RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A. Estoques de Carbono e Nitrogênio e Frações Orgânicas de Latossolo Submetido a Diferentes Sistemas de Uso e Manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.31, p.1609-1623, 2007.

RESENDE, T.M.; ROSOLEN, V.; BERNOUX, M.; BRITO, J.L.S.; BORGES, E.N.; ALMEIDA, F.P. Atributos Físicos e Carbono Orgânico em Solo sob Cerrado Convertido para Pastagem e Sistema Misto. **Soc. & Nat.**, v.27, p.501-514, 2015.

SILVA, R.F. da; GUIMARÃES, M. de F.; AQUINO, A.M. de; MERCANTE, F.M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura pecuária. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.46, p.1277-1283, 2011.

STOCKMANNA, U.; ADAMS, M.A.; CRAWFORDA, J.W.; FIELDA, D.J.; HENAKAARCHCHI, N.; JENKINS, M.; MINASNYA, B.; MCBRATNEYA, A.B.; COURCELLES, V. de R. de; SINGHA, K.; WHEELER, I.; ABBOTT, L.; ANGERS, D.A.; BALDOCK, J.; BIRDE, M.; BROOKES, P.C.; CHENUG, C.; JASTROWH, J.D.; LAL, R.; LEHMANNJ, J.; O'DONNELL, A.G.; PARTON, W.J.; WHITEHEAD, D.; ZIMMERMANN, M. The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.164, p.80-99, 2013.

WENDLING, B; VINHAL-FREITAS, I.C.; OLIVEIRA, R.C. de; BABATA, M.M.; BORGES, E.N. Densidade, Agregação e Porosidade do Solo em Áreas de Conversão do Cerrado em Floresta de Pinus, Pastagem e Plantio Direto. **Biosci. J.**, v.28, p.256-265, 2012.

## EROSÃO HÍDRICA EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO EM FUNÇÃO DO PERÍODO DE AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO

Jefferson Schick<sup>1</sup>, Ildegardis Bertol<sup>2</sup>, Fabrício Tondello Barbosa<sup>3</sup>, Romeu de Souza Werner<sup>2</sup>,  
Cleverson Luiz Techaika<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Campus Canoinhas, Professor, Canoinhas - SC, [jefferson.schick@ifsc.edu.br](mailto:jefferson.schick@ifsc.edu.br); <sup>2</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina;

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa.

**Palavras-chave:** perdas de solo; experimento de longa duração; preparo conservacionista.

A erosão hídrica é o principal fator de degradação do solo em nível mundial, decorrente especialmente das perdas de água, sedimentos, nutrientes, matéria orgânica e de pesticidas no material erodido. Em Santa Catarina, este problema é influenciado pela elevada erosividade das chuvas; pelo uso de solos considerados marginais para o cultivo; pelo relevo em geral ondulado; pela adoção de sistemas de manejo do solo não conservacionista; e pela ausência de práticas conservacionistas. Isto ocorre principalmente devido à desinformação dos agricultores e de órgãos de fomento à agricultura quanto à assistência técnica e devido à escassez de dados de pesquisa de erosão do solo adequadamente conduzida.

O conhecimento do fator cobertura e manejo do solo, especialmente quanto à capacidade que este fator tem de causar ou controlar a erosão hídrica, é de fundamental importância para o planejamento conservacionista da propriedade agrícola. Assim, estudos de erosão do solo são importantes para a viabilização do planejamento conservacionista de maneira segura. Embora os estudos que avaliem o efeito de manejo do solo na erosão hídrica sejam comuns, grande parte desses estudos é de curta duração, ou mal conduzidos metodologicamente, impossibilitando a obtenção de resultados conclusivos, e até, o aproveitamento de tais resultados.

Com este trabalho objetivou-se avaliar as perdas de solo ocorridas em diferentes sistemas de manejo em um experimento de longa duração.

O trabalho foi desenvolvido em Lages - SC, com dados obtidos durante os anos de 1993 a 2012. A pesquisa foi realizada em um solo classificado como CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico léptico representativo do estado de SC, em condição de chuva natural. O experimento constava de quatro tratamentos distribuídos em oito parcelas experimentais, com duas repetições em parcelas com dimensões de 3,5 x 22,1 m (77,35 m<sup>2</sup> por parcela). As parcelas eram isoladas por chapas galvanizadas cravadas 10 cm no solo. Na parte inferior de cada parcela experimental estava instalado um sistema coletor de enxurrada, composto de uma calha para receber o material erodido da parcela. Esta calha era ligada por um cano de PVC a tanques de sedimentação, situados 6 m abaixo. O preparo do solo e/ou a semeadura das culturas foi realizado no sentido longitudinal ao declive, como a seguir descritos: a) preparo convencional (PC) com uma aração+duas gradagens; b) preparo reduzido (PR) com uma escarificação+uma gradagem; c) semeadura direta (SD) sem preparo algum; d) solo sem cultivo (SC) com uma aração+duas gradagens na mesma época de preparo do solo dos demais tratamentos, onde a superfície era mantida permanentemente livre de vegetação e desprovida de crosta superficial. A coleta e o processamento das amostras de enxurrada para a quantificação de perdas de solo foram realizados conforme Cogo (1978). As perdas de solo foram ajustadas para o declive de 0,09 m m<sup>-1</sup>. Culturas, períodos de cultivo e tratos culturais complementares, encontram-se descritos em Schick (2014).



Durante o período experimental foram quantificadas as perdas de solo provenientes de 991 chuvas erosivas. Os resultados anuais referem-se às perdas anuais dos anos agrícola dos períodos considerados, englobando os cultivos de primavera/verão e outono/inverno. Visando observar o efeito do período de avaliação nas perdas médias anuais de solo, calcularam-se, inicialmente, as perdas médias considerando-se apenas os dados do primeiro ano de avaliação. Posteriormente, os dados do primeiro e do segundo ano, depois, os dados do primeiro, segundo e terceiro anos, e assim sucessivamente, até calcularem-se de todos os dados da série histórica estudada. Os dados acumulados de perdas de solo foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ) e, a eles, ajustaram-se os modelos logarítmico,  $y = a \ln(x) + b$ , e polinomial,  $y = a + a_1x + a_2x^2$ ; “y” é a média anual de perda de solo (PS), “a, a1, a2” são os coeficientes de regressão e “x” o número de anos considerados.

O tratamento SC, caracterizado pelo preparo intenso do solo e pela ausência de cobertura vegetal, apresentou as maiores taxas de erosão, com perdas de solo médias anuais crescentes ao longo do período avaliado. Isso demonstrou que a suscetibilidade à erosão e consequente degradação do solo continuaram aumentando ao longo do período avaliado, neste tratamento. No 20º ano de avaliação, o SC apresentou a perda média de solo de  $85,3 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Entretanto, a equação logarítmica ajustada para o tratamento SC ( $PS = 20,869 \ln(x) + 21,171$ ; com  $R^2 = 0,875 - p \leq 0,05$ ), mostrou que o incremento na taxa anual de erosão hídrica tendeu a ser menor após o 11º ano.

O tratamento PC, em que o solo teve o mesmo preparo do SC, mas com cultivo, mostrou comportamento semelhante ao tratamento SC no que se refere ao aumento nas perdas de solo do início da pesquisa até o 11º ano de avaliação. Entretanto, contrariamente ao SC, o modelo testado ajustou-se na forma polinomial aos resultados ( $PS = -0,0294x^2 + 0,8446x + 0,9634$ ; com  $R^2 = 0,892 - p \leq 0,05$ ), significando que, no tratamento PC, a perda média anual de solo diminuiu após o 11º ano. Isso ocorreu possivelmente em função da recuperação da estrutura do solo devido ao aporte de resíduos culturais promovidos dos cultivos.

Os tratamentos PR e SD, caracterizados respectivamente pela mínima e nenhuma mobilização do solo e pela elevada cobertura superficial, apresentaram as menores perdas de solo ao final da pesquisa, com 2 e  $0,82 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente. De forma semelhante ao tratamento PC, no PR e na SD o ajuste do modelo polinomial aos dados resultou em  $PS = -0,013x^2 + 0,2692x + 1,3928$  ( $R^2 = 0,602 - p \leq 0,05$ ) e em  $PS = -0,0042x^2 + 0,0874x + 0,6288$  ( $R^2 = 0,416 - p \leq 0,05$ ), respectivamente. Isso indica que, em ambos os tratamentos, as taxas de perdas de solo aumentaram até o 6º ano de avaliação, dadas às modificações originadas no solo pelo cultivo. Entretanto, após esse ano, diminuíram, possivelmente pela melhoria da estrutura do solo, e tenderam a estabilizar após o 15º ano de avaliação.

Nas condições do estudo, o período de avaliação dos dados de perdas de solo por erosão hídrica influenciou os resultados de forma distinta para os diferentes sistemas de manejo do solo avaliados. Os resultados de perdas de solo variaram amplamente ao longo do período considerado. Nos tratamentos SC e PC houve elevado incremento de perdas de solo até o 11º ano de avaliação, enquanto, nos tratamentos PR e SD esse incremento ocorreu até o 6º ano, estabilizando-se os valores após o 15º ano.

## Referências

COGO N.P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas de erosão em condições de chuva natural. I. Sugestões gerais, medição dos volumes, amostragem e quantificação de solo e água da enxurrada (1ª aproximação). In: Anais do 2º **Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo**; 1978; Passo Fundo. Passo Fundo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; p.75-98. 1978.



SCHICK J. **Fatores R e K da USLE e perdas de solo e água em sistemas de manejo sobre um Cambissolo Húmico em Lages, SC.** Tese - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2014.

WISCHMEIER W.H., SMITH D.D. **Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning.** Washington, DC: USDA; 1978. (Agriculture Handbook, 537).

## PRODUTIVIDADE DO ARROZ SOB DIFERENTES MANEJOS DA ÁGUA

Jaqueline Trombetta da Silva<sup>1</sup>, Rogério Oliveira de Sousa<sup>1</sup>, Walkyria Bueno Scivittaro<sup>2</sup>,  
José Maria Barbat Parfitt<sup>2</sup>, Pâmela Andrades Timm<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Doutoranda, Pelotas - RS, [jak\\_trombetta@hotmail.com](mailto:jak_trombetta@hotmail.com);

<sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*; déficit hídrico; fase fenológica.

A busca pela racionalização do uso da água na agricultura é um desafio da atualidade e neste contexto a irrigação do arroz merece atenção especial. O cultivo do arroz está inserido entre as principais culturas que mais utilizam água para a irrigação, estima-se que o arroz cultivado em terras baixas utiliza aproximadamente 34 a 43 % do total mundial da água de irrigação (BOUMAN, 2007). No RS, principal produtor do grão no Brasil, as áreas de produção são, em sua grande maioria, irrigadas por inundação contínua, caracterizando um sistema com elevada demanda hídrica e baixa eficiência de irrigação. Além disso, a disponibilidade de água para o cultivo do arroz irrigado em algumas regiões do Estado já é limitada.

Nesse sentido, promover uma gestão racional e econômica do uso da água pela irrigação é fundamental. Para tal, manejos que promovem economia de água e que produzem mais arroz com menos água vêm sendo estudados. Manejos da irrigação, como a inundação contínua com fornecimento de água intermitente e a inundação intermitente são alguns destes.

No entanto, a adoção de métodos alternativos à irrigação contínua, como a irrigação por inundação intermitente, ainda requer o conhecimento aprofundado da relação entre a magnitude do déficit hídrico no solo e a fase fenológica da cultura, uma vez que as plantas de arroz podem ser mais ou menos tolerantes ao estresse hídrico dependendo da fase fenológica onde o mesmo ocorre.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes manejos de irrigação, um intermitente com tensão de água no solo de até 40 kPa e outro contínua, em diferentes fases fenológicas da cultura do arroz, sobre a produtividade de grãos.

O experimento foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, na safra 2015/2016. Utilizou-se a cultivar de arroz Puitá INTA-CL. O ciclo da cultura foi dividido em períodos, dentro de dois subperíodos de desenvolvimento da planta, compreendendo os seguintes estádios de desenvolvimento/fase fenológica: vegetativo (V4 à R0), reprodutivo (R1 à R4+10 dias) e maturação (R4+10 dias à R7). Os manejos de água utilizados foram: inundação contínua (com lâmina de água de 7,5 cm, o que implica em tensão de água no solo de 0 kPa) e inundação intermitente, com tensão de água no solo de até 40 kPa.

O experimento foi realizado em estrutura experimental de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Cada parcela teve dimensões de 3,8 x 3,3 m. A análise estatística foi realizada em forma de fatorial, com o fator fase fenológica na parcela e o fator manejo da água na subparcela, sendo analisada a variância e o teste de médias realizados no *software* "R".

O arroz foi semeado em dezesseis de novembro e todos os tratamentos culturais seguiram as recomendações técnicas para a cultura de arroz irrigado. Os estádios de desenvolvimento do arroz, foram acompanhados baseando-se na escala de Counce et al. (2000), a diferenciação da panícula (R1) em Steinmetz et al. (2010) e a iniciação da panícula (R0) foi estimada como sendo 4 dias antes do R1.

A irrigação da cultura foi iniciada no estágio V4, imediatamente após a primeira aplicação de nitrogênio (N) em cobertura. Para a efetivação da tensão de 40 kPa, procedeu-se à drenagem das subparcelas experimentais no início de cada fase/período pré-determinados. Durante o manejo do nitrogênio em cobertura (estádio R0), a água foi mantida em todas as subparcelas, por cerca de quatro dias após a aplicação do N.

A tensão de água no solo foi monitorada por dois sensores watermark®, instalados em cada subparcela, na profundidade de 10 cm, sendo os valores registrados, de hora em hora durante o período dos tratamentos, em um datalogger. Quando a tensão média nas subparcelas atingiu 40 kPa, essas foram irrigadas de forma que tensão de água no solo retornasse ao valor zero (solo saturado). Nos períodos em que as parcelas não estavam sob efeito de um tratamento de manejo de água específico manteve-se a irrigação por inundação contínua, com uma lâmina de água de 7,5 cm de altura.

Os resultados da análise da variância do experimento mostraram que houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para os fatores estágio de desenvolvimento/fase fenológica e manejo da água. Entretanto não houve interação ente os fatores.

A produtividade média do arroz foi de 8.556b kg ha<sup>-1</sup>, 8.733b kg ha<sup>-1</sup> e 9.667a kg ha<sup>-1</sup> nas fases vegetativa, reprodutiva e de maturação, respectivamente. Demonstrando que durante as fases vegetativa e reprodutiva a cultura do arroz, cultivar Puitá INTA-CL, foi mais sensível ao manejo da irrigação intermitente/déficit hídrico no solo, o que se refletiu em redução significativa na produtividade de grãos, em resposta ao aumento da tensão da água no solo. Em termos práticos, a tensão de 40 kPa é atingida, nessas fases fenológica e no solo em estudo (Planossolo), entre 4 a 5 dias após a saturação do solo.

Na fase vegetativa, onde o arroz necessita de água para o seu desenvolvimento, uma possível redução no perfilhamento em consequência do déficit hídrico, pode ser a causa da redução na produtividade de grãos. Já, na fase reprodutiva, onde a cultura demanda máxima necessidade de água, autores como Pinto et al. (2013), observaram, ao avaliarem tensões de água no solo em cultivo de arroz irrigado por aspersão na região Sul do RS que nessa fase o arroz é mais sensível ao déficit hídrico, apresentando redução significativa na produtividade, sendo que se o déficit ocorrer próximo a fase de floração (R4) os prejuízos são mais intensos. No entanto, Massey et al. (2014), ao avaliarem irrigação intermitente, na região do Mississipi - USA, entre as fases fenológicas vegetativa V5+10 dias e reprodutiva R3 (emborrachamento e início da floração), não observaram redução da produtividade de híbridos de arroz, comparado a irrigação contínua.

Os resultados obtidos em relação ao manejo da água mostraram que o manejo da irrigação intermitente reduziu significativamente a produtividade de grãos já que a produtividade foi de 8381 kg ha<sup>-1</sup> em comparação com o sistema de inundação contínua que foi de 9381 kg ha<sup>-1</sup>. O único período fenológico em que não houve redução da produtividade de grãos foi no de maturação, ou seja, que compreende as fases fenológicas R4 + 10 dias até o R7.

O manejo de irrigação intermitente, com tensão de até 40 kPa atingida respectivamente em média quatro e seis vezes, durante os períodos que compreendem as fases vegetativa (V4 à R0) e reprodutiva (R1 à R4+10 dias) promove redução na produtividade de grãos, demonstrando que o arroz, cultivar Puitá INTA-CL, é mais sensível ao déficit hídrico no solo durante estas fases/períodos.

O arroz irrigado quando submetido ao manejo de irrigação intermitente, com tensão de água no solo até 40 kPa, durante a fase de maturação, não apresenta redução na produtividade de grãos.

## Referências

BOUMAN, B. A. M.; LAMPAYAN, R. M.; TUONG, T. P. **Water management in irrigated rice: coping with water scarcity**. IRRI - Int. Rice Res. Inst., 2007.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.436-443, 2000.

PINTO, M. A. B. et al. Arroz irrigado aspersão: consumo hídrico e rendimento de grãos em função da tensão de água no solo. In: XV ENPÓS – Encontro de Pós-graduação, 2013, Pelotas, RS. *Anais...* Pelotas, Universidade Federal de Pelotas. 2013.

MASSEY, J. H. et al. Farmer adaptation of intermittent flooding using multiple-inlet rice irrigation in Mississippi. **Agricultural Water Management**, v.146, p. 297-304, 2014.

STEINMETZ, S., de MAGALHÃES JUNIOR, A. M.; FAGUNDES, P.; SCIVITTARO, W.; de ALMEIDA, I. R.; REISSER JUNIOR, C.; da SILVA, M. F. **Uso de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula (DP) de seis subgrupos de cultivares de arroz irrigado visando à adubação nitrogenada em cobertura no Rio Grande do Sul**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2010. 75 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 121).

## EVENTOS DE CHUVA-VAZÃO-TURBIDEZ EM PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS COM PRODUÇÃO DE GRÃOS E FORRAGEIRAS

Tiago Broetto, Ederson Diniz Ebling, Miriam Fernanda Rodrigues, José Miguel Reichert, Douglas Leandro Sheid

Universidade Federal de Santa Maria, Pós Doutorado em Ciência do Solo, Santa Maria - RS, [tiagobroetto@gmail.com](mailto:tiagobroetto@gmail.com).

**Palavras-chave:** hidrologia; erosão; monitoramento.

A erosão hídrica é uma das principais formas de degradação do solo e água, pois gera sedimentos que podem se depositar nas encostas, nos cursos de água ou em reservatórios superficiais, o que pode proporcionar eutrofização, degradação e comprometer a funcionalidade do ambiente hídrico. O nível de degradação dos ecossistemas aquáticos pode ser avaliado por meio dos processos erosivos e do comportamento hidrossedimentológico de bacias hidrográficas (BH).

Estudos hidrossedimentológicos em BH permitem compreender os processos hidrológicos que ocorrem nos agroecossistemas, em resposta às precipitações pluviais, e a forma como esses processos afetam a transferência de sedimentos das áreas de encosta das bacias para os cursos de água (BONUMÁ et al., 2015). Nesses estudos, as principais variáveis medidas são: precipitação pluvial, vazão do curso de água e turbidez. A turbidez da água pode ser definida pelo grau de redução que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, e apresenta correlação significativa com a concentração de sedimentos suspensos nas águas superficiais permitindo, assim, estimá-la (MINELLA et al., 2008).

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento hidrossedimentológico de eventos ocorridos em duas pequenas BH rurais, cuja produção de sedimentos contribuí para assorear o lago de uma importante represa do Rio Grande do Sul, RS.

A área de estudo compreende duas pequenas BH rurais pareadas, denominadas como “bacia maior” (1,11 km<sup>2</sup>) e “bacia menor” (0,65 km<sup>2</sup>), localizadas no município de Quinze de Novembro, RS (as coordenadas centrais das bacias são: 28° 45’ 17,728” S; 53° 06’ 11,121” W e 28° 45’ 34,272” S; 53° 06’ 28,829” W, Datum Sirgas 2000). Essas bacias são representativas da região fisiográfica do Planalto Meridional e suas águas drenam para a barragem do Passo Real, que está inserida na BH do Alto Jacuí.

O clima da região é, de acordo com a classificação climática de Köppen, do tipo Cfa. Os solos das bacias são, predominantemente, LATOSSOLO VERMELHO, NITOSSOLO VERMELHO e ARGISSOLO VERMELHO. O uso do solo consiste em produção de grãos sob plantio direto (PD) e bovinocultura leiteira em sistema semi-intensivo.

No exutório de cada bacia foram instaladas seções de monitoramento hidrossedimentométrico compostas por vertedores triangulares e sensores de precipitação pluvial, de nível da água e de turbidez e um datalogger programado para registrar e armazenar os dados em intervalos de 10 minutos.

Durante o período de monitoramento hidrossedimentométrico, ocorreram quatro eventos de chuva-vazão-turbidez, em 05/07/16, 09/07/16, 14/07/16 e 26/07/16. O evento ocorrido em 05/07 na bacia maior, com volume total precipitado de 28,4 mm e intensidade máxima de 11,7 mm h<sup>-1</sup>, proporcionou uma vazão máxima de 30,9 L s<sup>-1</sup> e turbidez de 269,3 NTU, enquanto para a bacia menor, o volume total e a intensidade de precipitação foram de 29,5 mm e 12,2 mm h<sup>-1</sup>, respectivamente, o

que proporcionou a vazão máxima de  $17,2 \text{ L s}^{-1}$  e a turbidez de 658,2 NTU.

No evento do dia 09/07, o volume total precipitado, a intensidade máxima de precipitação, a vazão máxima e a turbidez foram 22,0 mm,  $5,7 \text{ mm h}^{-1}$ ,  $35,3 \text{ L s}^{-1}$  e, 220,8 NTU respectivamente, para a bacia maior; enquanto para a bacia menor foram, respectivamente, 25,0 mm,  $6,5 \text{ mm h}^{-1}$ ,  $7,8 \text{ L s}^{-1}$  e 199,8 NTU.

O evento ocorrido em 14/07 teve alta magnitude, com volume total precipitado, intensidade máxima de precipitação, vazão máxima e turbidez de 73,3 mm,  $24,9 \text{ mm h}^{-1}$  e  $5.892,8 \text{ L s}^{-1}$  e 862,0 NTU, respectivamente, para a bacia maior e, para a bacia menor foram, respectivamente, 77,0 mm,  $23,4 \text{ mm h}^{-1}$ ,  $479,6 \text{ L s}^{-1}$  e 1.806,2 NTU.

No evento do dia 26/07, o volume total precipitado, a intensidade máxima de precipitação, a vazão máxima e turbidez foram 27,3 mm,  $7,9 \text{ mm h}^{-1}$ ,  $69,3 \text{ L s}^{-1}$  241,6 NTU, respectivamente, para a bacia maior; enquanto para a bacia menor foram, respectivamente, 28,6 mm,  $8,2 \text{ mm h}^{-1}$ ,  $14,4 \text{ L s}^{-1}$  e 138,2 NTU.

As bacias apresentaram rápida resposta à precipitação pluvial, com aumento da vazão cerca de 20 minutos após a intensidade máxima do evento em todas as datas. Nos eventos pluviais de baixa intensidade (até  $12 \text{ mm h}^{-1}$ ), a vazão aumentou cerca de 5 vezes nas duas bacias. Contudo, para o evento de maior intensidade máxima, o aumento da vazão foi 4 vezes maior na bacia maior do que o aumento na bacia menor. Isso pode ser atribuído ao tamanho das bacias, pois a bacia maior possui, aproximadamente, o dobro da área de captação e maior densidade de drenagem (CLASSE 2; STRAHLER, 1964); enquanto na bacia menor, a densidade de drenagem é menor (CLASSE 1; STRAHLER, 1964), o que resulta em maior vazão específica. A vazão específica relaciona a vazão pela área da bacia e, para esse evento, a vazão específica foi de  $5.308,8 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$  e  $737,8 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$  nas bacias maior e menor, respectivamente. Isso ocorre porque a bacia maior tem complementariedade da vazão por sub-bacias menores, o que não ocorre na bacia menor.

O aumento na intensidade da chuva e vazão refletiram em aumento na turbidez das águas, principalmente devido à erosão, ao escoamento superficial e à transferência de sedimentos das encostas e da rede de drenagem até a seção de monitoramento. Mesmo que existam pontos erosivos nas áreas agrícolas, os principais locais com processos erosivos evidentes são as estradas e as margens dos canais que formam a rede de drenagem, e podem ser as principais fontes de sedimentos que estão contribuindo para o aumento da turbidez da água.

A turbidez esteve mais fortemente associada à intensidade das chuvas do que o volume total, onde quanto maior a intensidade da chuva, maior a turbidez. Isso ocorre porque o impacto da gota da chuva, em maior intensidade, tem maior potencial de desestruturar os agregados do solo, reduzindo a infiltração e aumentando o escoamento superficial e a transferência das partículas de solo e sedimentos para os cursos de água.

Esses resultados sugerem que práticas de manejo e conservação do solo podem ser melhoradas e intensificadas nas encostas, nas estradas e na rede de drenagem das duas bacias, para reduzir as transferências de solo por erosão hídrica. Nas bacias foram identificadas áreas agrícolas com práticas de manejo não conservacionista, com remoção de terraços e existência pontos de acesso direto do gado aos cursos de água. Essas práticas de manejo degradam o solo e a água e precisam ser reavaliadas.

O estudo está em fase inicial e a continuidade do mesmo possibilitará avaliar o comportamento hidrossedimentológico das BH, bem como indicar técnicas de manejo conservacionista visando à redução das perdas de água por escoamento superficial, aumento do armazenamento de água no solo e redução dos impactos dos processos erosivos decorrentes da erosão hídrica.

## Referências

BONUMÁ, N.B.; REICHERT, J.M.; RODRIGUES, M.F.; MONTEIRO, J.A.F.; ARNOLD, J.G.; SRINIVASAN, R.; Modeling surface hydrology, soil erosion, nutrient transport, and future scenarios with the ecohydrological swat model in Brazilian watersheds and river basins. In: NASCIMENTO, C.W.A.; SOUZA JÚNIOR, V.S.; FREIRE, M.B.G.S; SOUZA, E.R. **Tópicos em Ciências do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. p.1-20.

MINELLA, J.P.G.; MERTEN, G.H.; REICHERT, J.M.; CLARKE, R.T. Estimating suspended sediment concentrations from turbidity measurements and the calibration problem. **Hydrological Processes**, v. 22, n. 12, p.1819-1930, 2008.

STRAHLER, A.N. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks, section 4, 1964, in: CHOW, V.T.; MAIDMENT, D.R.; MAYS, L.W. **Applied Hydrology**, McGraw-Hill, New York, 1988.



## USO DO MODELO MATEMÁTICO SWAT PARA AVALIAR O IMPACTO DAS PRÁTICAS DE MANEJO DO SOLO

Rogério Resende Martins Ferreira<sup>1</sup>, Vinicius Martins Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Acre, Pesquisador, Rio Branco - AC, [rogerio.ferreira@embrapa.br](mailto:rogerio.ferreira@embrapa.br); <sup>2</sup>Instituto Voçorocas.

**Palavras-chave:** modelagem; erosão do solo; mudança da paisagem.

A erosão do solo é a principal causa da degradação das terras agrícolas e dos recursos hídricos devido aos processos de desprendimento e arraste das partículas do solo por meio da erosão eólica e hídrica (BERTONI; LOMBRADI NETO, 1999). Os problemas da erosão hídrica podem ser de distintas grandezas e escalas (GALHARTE et al., 2014). Em locais onde ocorrem os processos erosivos observa-se a perda da capacidade produtiva, em consequência da remoção dos horizontes superficiais, os excedentes hídricos chegam até a rede de drenagem da bacia hidrográfica transportam sedimentos, nutrientes e agroquímicos que contaminam as águas superficiais (SOUTO; CRESTANA, 2000). As mudanças de uso e cobertura do solo surgem de acordo de acordo com as necessidades da economia que têm diferentes efeitos nos ecossistemas e na sociedade. Logo, analisar as possíveis alterações na paisagem e seus impactos constitui uma tarefa complexa sendo importante o desenvolvimento de pesquisas que mensurem a magnitude das alterações no uso e na cobertura do solo. De acordo com Verburg et al. (2006) o uso de modelagem espacial representa uma importante ferramenta para avaliar cenários de mudanças a curto e longo prazo, sendo útil na tomada de decisões em diversos níveis de estudo. O modelo hidrossedimentológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool), que apresenta interface com o *ArcGIS*, *software* de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), foi desenvolvido para simular o impacto das atividades agrícolas na qualidade das águas superficiais (GALHARTE et al., 2014). De acordo com Portela et al. (2011), o aprimoramento nas pesquisas relacionadas aos estudos hidrossedimentológicos associados à erosão hídrica do solo gera grandes benefícios pois possibilita maior preservação do ambiente, conservação do solo e da água sobre as terras agrícolas de modo mais eficaz e maior lucratividade da lavoura para o produtor rural. O trabalho propõe utilizar o modelo matemático SWAT (Soil and Water Assessment Tool) para avaliar o impacto das práticas de manejo do solo sobre a produção de sedimentos na Microbacia Hidrográfica Vertentes do Rio Grande, Minas Gerais, que possui diferentes tipos e usos e manejos de solo, durante o período de 10 anos. A Microbacia ocupa uma área de 6257 ha e atualmente é composta por 3200 ha com pastagem, 2050 ha com eucalipto, 1007 ha com vegetação natural. Para a confecção do mapa de uso e cobertura do solo foi usada uma imagem do sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) a bordo do LandSat-7, 20 de maio de 2011 para classificação/interpretação visual e realizadas viagens a campo com o intuito de melhorar o conhecimento da área e fazendo a verificação da classificação com possíveis correções, quando necessário, da classificação do mapa. Os solos que predominam na área de estudo são os LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS, LATOSSOLOS VERMELHO DISTRÓFICOS E CAMBISSOLOS. Para realizar a simulação da mudança de uso e cobertura do solo foi necessário montar um banco de dados que levou em consideração fatores biofísicos relevantes para área de estudo. De acordo com Neitsch et al. (2002), o modelo SWAT apresenta os seguintes componentes: clima, ciclo hidrológico, cobertura do solo e crescimento de plantas, erosão, nutrientes e pesticidas e práticas de manejo. O balanço hídrico é a força que conduz todos os processos simulados pelo

SWAT. A simulação hidrológica da bacia hidrográfica é separada em duas grandes divisões: na fase terrestre do ciclo hidrológico e na fase aquática. A fase terrestre controla a quantidade de água e as cargas de sedimento, nutrientes e pesticidas que atingem o canal principal de cada sub-bacia. A fase aquática está relacionada ao movimento de água, sedimentos, entre outros, pela rede de canais, em direção à saída da bacia hidrográfica. Inicialmente, para a simulação, o SWAT demanda o modelo Digital de Elevação (MDE) e a máscara da bacia hidrográfica para realizar o delineamento da mesma. Consequentemente, a bacia é dividida em sub-bacias com base no número de tributários. A próxima etapa é inserir o mapa de uso e cobertura do solo e mapa de pedologia para que o último passo da subdivisão ocorra. Conforme Neitsch et al. (2002), as informações de entrada para cada sub-bacia são agrupadas em Unidades de Resposta Hidrológica (HRU's) baseadas no tipo de solo, uso e cobertura do solo e em classes de declividade preservando a homogeneidade permitindo maior discretização do modelo na área simulada a fim de identificar áreas mais vulneráveis. Os dados de solo e os climáticos são as próximas informações demandadas pelo modelo para realizar a simulação. O perfil de solo pode ser subdividido em até dez camadas do solo sendo que para cada camada deve-se informar os respectivos parâmetros: grupo hidrológico; máxima profundidade da raiz no perfil do solo; profundidade das camadas de solo; densidade; capacidade de água disponível; teor de carbono orgânico; condutividade hidráulica saturada; teores de argila, silte, areia e fragmentos de rocha; albedo e fator erodibilidade do solo. Os dados climáticos demandados pelo modelo SWAT são mensais e diários, como: temperatura máxima, temperatura mínima, precipitação, velocidade do vento, radiação solar e umidade relativa. Dois cenários foram simulados: expansão das áreas de *Eucalyptus grandis* e expansão das áreas de pastagens. Os cenários da Microbacia Vertentes do Rio Grande foram divididos automaticamente em 23 sub-bacias, cada uma com áreas distintas, pois é possível observar as diferenças nas suas características hidrológicas em virtude dos diferentes tipos ou usos do solo nas diversas áreas da bacia hidrográfica. A posteriori, as informações de entrada para cada sub-bacia são agrupadas em Unidades de Resposta Hidrológica (HRU's) baseadas no tipo de solo, uso e cobertura do solo e em classes de declividade preservando a homogeneidade. Foi possível verificar que a simulação realizada com o modelo SWAT e comparação do uso do solo, pode-se estimar que a cultura do *Eucalyptus grandis* propiciou maior produção de sedimentos quando comparada com as áreas pastagens resultado este representativo porque tanto as variáveis de pastagens quanto a espécie de eucalipto avaliadas neste estudo apresentam áreas significativas nesta Microbacia. O modelo SWAT proporcionou estimativas de onde e quando a produção de sedimentos pode ocorrer. Estes resultados são possíveis de tomar medidas de conservação para controlar a perda de sedimentos. Entretanto deve-se tomar precaução em relação à interpretação quantitativa dos resultados.

## Referências

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 2.ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355p.
- GALHARTE, A.C.; VILLELA, J.M.; CRESTANA, S. Estimativa da produção de sedimentos em função da mudança de uso e cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.194-201, 2014.
- NEITSCH, S. L.; ARNOLD, J. G.; KINIRY, J. R.; WILLIAMS, J. R.; KING, K. W. **Soil and water assessment tool** – Theoretical documentation: Version 2000. Temple: Blackland Research Center, Texas Agricultural Experiment Station, 2002. 458p.
- PORTELA, J. C.; COGO, N. P.; AMARAL, A. J. Do; GILLES, L.; BAGATINI, T.; CHAGAS, J. P.; PORTZ, G. Hidrogramas e sedimentogramas associados à erosão hídrica em solo cultivado com diferentes sequências culturais, com diferentes condições físicas na superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.225-240, 2011.

SOUTO, A. R.; CRESTANA, S. Identificação das áreas potenciais de produção de sedimentos com o modelo AGNPS e técnicas de SIG em uma microbacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, p.429-435, 2000.

VERBURG, P. H.; ROUNSEVELL, M. D. A.; VELDKAMP, A. Scenario-based studies of future land use in Europe. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.114, p.1-6, 2006.

## MANEJO DE PLANTAS E DE SOLO COMO ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DAS PERDAS DE ÁGUA E SOLO EM PLANTIO DIRETO

Dinis Deuschle<sup>1</sup>, Jean Paolo Gomes Minella<sup>1</sup>, Fábio J. A. Schneider<sup>1</sup>, Micael S. Mallmann<sup>1</sup>, Tiago Baratto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Doutorado, Santa Maria - RS, *deutschdinis@gmail.com*;

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - Campus Julio de Castilhos.

**Palavras-chave:** conservação do solo; plantio direto; produção de sedimentos.

As evidências de formação de escoamento superficial e dos processos associados como a erosão, a transferência de solutos, de matéria orgânica e de nutrientes, são reflexos de que o manejo do solo não tem contribuído para a manutenção das funções do solo, especialmente daquelas associadas à regulação dos fluxos hidrológicos. Essa situação conduz à degradação dos solos, à degradação dos recursos hídricos e ao desperdício de insumos. Considerando os preceitos da agricultura conservacionista, inúmeras práticas de manejo de solo, de planta e de gleba são passíveis de serem utilizadas para solucionar estes problemas. Frente a isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da quantidade de adição de fitomassa e da escarificação no controle do escoamento superficial e das perdas de solo em áreas de produção de grão sob plantio direto na escala de encosta durante eventos significativos de chuva.

O experimento está instalado na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e o monitoramento conduzido em seis macroparcelas retilíneas com área de 0,6 ha, entre julho de 2015 e março de 2016. A declividade média das macroparcelas é de 9 %, com curvatura no plano retilínea e curvatura no perfil levemente convexa. O solo da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2013), bem drenado e com baixa fertilidade natural. Nas macroparcelas foram aplicados diferentes manejos de solo, sendo plantio direto (PD) e plantio direto com escarificação (ESC) e diferentes adições de fitomassa em função da rotação de culturas, compreendendo baixa adição (BA) e alta adição (AA) de fitomassa. No manejo com baixa adição foi utilizado as sucessões soja/trigo e nos manejos de média e alta as rotações aveia/nabo, milho, nabo, trigo e soja. A delimitação física das macroparcelas foi realizada com a construção de camalhões nos limites laterais, superior e inferior da parcela, com intuito de evitar a saída e entrada de água e conduzir os fluxos para um único ponto de monitoramento. Neste ponto, foi instalado um vertedouro tipo H (NETTO et al., 1998) onde durante os eventos de chuva foi monitorada a altura da lâmina escoada (vazão) por meio de medição manual em régua linimétrica e coleta de água para quantificação da concentração de sedimento em suspensão (Css) com intervalos de 5 minutos. As amostras para determinação da Css foram encaminhadas para o laboratório de Hidrossedimentologia da Universidade Federal de Santa Maria, onde realizou-se a análise pelo método da evaporação, descrito por Shreve e Downs (2005).

Foram monitorados nove eventos significativos de chuva durante 12 meses, com diferentes magnitudes de eventos e em diferentes estádios de desenvolvimento das culturas e cobertura do solo. A precipitação foi monitorada por pluviômetros automáticos com leituras a cada 2 minutos. Os eventos monitorados tiveram precipitações de 24, 25, 22, 65, 165, 46, 28, 90 e 85 mm. Os dados do monitoramento foram avaliados para caracterizar a magnitude das respostas hidrológica e erosiva entre os tratamentos ao longo do tempo. Os resultados demonstram que tanto a escarificação quanto maior aporte de fitomassa reduzem o escoamento superficial e as perdas de solo, entretanto, a adição

de fitomassa demonstrou maior eficiência do que a escarificação. Ao avaliar o efeito da fitomassa, observa-se que no manejo ESC, a AA apresentou perdas de água de 98,5 m<sup>3</sup> e a Css de 0,1 kg ha<sup>-1</sup>, manejo BA apresentou perdas de água de 106,8 m<sup>3</sup> e Css de 0,32 kg ha<sup>-1</sup>. Isso demonstra que a AA em ESC reduziu em 7,8 % a perda de água e 68,7 % a Css em relação a BA. Já no PD, a AA apresentou perdas de água de 99,8 m<sup>3</sup> e a Css de 0,06 kg ha<sup>-1</sup>, manejo BA apresentou perdas de água de 120,6 m<sup>3</sup> e Css de 0,64 kg ha<sup>-1</sup>. Assim, a AA em PD reduziu em 17,2 % a perda de água e 90,3 % a Css em relação a BA. Quando avaliado o manejo de solo, com BA a ESC apresentou perdas de água de 106,8 m<sup>3</sup> e o PD de 120,6 m<sup>3</sup>, já a Css foi de 0,32 e 0,64 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Com AA, as perdas de água foram de 98,4 m<sup>3</sup> no ESC e 99,8 m<sup>3</sup> no PD, a Css foi de 0,01 e 0,06 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Isso demonstra que a ESC reduziu em 11,4 % as perdas de água e em 50 % a Css em relação ao Plantio Direto na BA, já com AA a ESC reduziu em 1,4 % as perdas de água e apresentou Css 40 % maior que o PD. Os resultados também demonstram que para eventos extremos de precipitação as duas práticas não são capazes de controlar todo o escoamento superficial. Em evento de alta magnitude como o de 85 mm em um dia, com uma elevada umidade antecedente, as diferenças entre as perdas de solo foram de apenas 1,21 vezes na BA e 1,48 vezes na AA, enquanto a escarificação foi apenas 1,07 vezes menor que o PD na BA e o 0,8 vezes maior que o PD na AA. Além disso, o monitoramento ao longo dos eventos demonstrou o comportamento da vazão e da concentração de sedimentos, possibilitando compreender o mecanismo de resposta hidrológica dos diferentes eventos de chuva para as diferentes condições de manejo ao longo do ano e entre os eventos.

A simplificação das práticas de manejo, resumida ao plantio direto, não é suficiente para controlar o escoamento superficial e os processos associados quando utilizado o manejo com BA de fitomassa. Quando utilizado o manejo com BA de fitomassa, a escarificação pode reduzir o escoamento superficial e a Css. O controle por medidas vegetativas e mecânicas é mais evidente em eventos de média e pequena magnitudes que em eventos de grande magnitude.

## Referências

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 3ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- NETTO, A.; FERNANDEZ, M. F.; ARAUJO, R.; ITO, A. E. **Manual de hidráulica**, Ed Edgard Blucher, 8ª ed; 1998.
- SHREVE, E. A.; DOWNS, A. C. **Quality-Assurance Plan for the Analysis of Fluvial Sediment by the U. S. Geological Survey Kentucky Water Science Center Sediment Laboratory**: U.S. Geological Survey Open-File Report 2005-1230, 28 p. 2005.

## QUALIDADE FÍSICA DE UM CAMBISSOLO HÚMICO E DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DO LINHO

Letícia Salvi Kohn<sup>1</sup>, Carla Eloize Carducci<sup>1</sup>, Jânio dos Santos Barbosa<sup>1</sup>,  
Pedro Antônio Namorato Benevenuto<sup>2</sup>, Gustavo Henrique Mozzer Regazolli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina - Centro de Curitibanos, Graduada, Curitibanos - SC,  
[leticiakohn@grad.ufsc.br](mailto:leticiakohn@grad.ufsc.br); <sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras.

**Palavras-chave:** atributos físicos; raízes; linhaça.

O linho (*Linum usitatissimum* L.) é uma planta empregada em rotação de culturas para a recuperação de desgastes físicos, químicos e biológicos ocorridos no solo. A cultura possui manejo simplificado, sendo assim, é considerada uma planta rústica, que se adapta a várias classes de solos, preferencialmente aos bem drenados de textura média a muito argilosa (HOCKING et al., 1987).

Sabe-se que o desenvolvimento do sistema radicular das culturas está diretamente relacionado aos atributos físicos do solo e fatores da planta, e estes influenciam diretamente sobre a resistência do solo à penetração das raízes. Sendo assim, a qualidade física dos solos é de extrema importância para possibilitar que as raízes se desenvolvam e explorem o solo em busca de água e nutrientes, sendo fundamental uma distribuição de poros suficiente para manter o equilíbrio entre ar e água (COSTA et al., 2012).

Tendo em vista a importância do sistema radicular para as plantas e da influência que ocorre no mesmo pelos atributos físicos do solo, este trabalho objetivou avaliar as características físicas de um CAMBISSOLO HÚMICO sob o cultivo de duas variedades de linho em seu segundo ano de cultivo.

O experimento foi implantado em uma área de 150 m<sup>2</sup> pertencente à Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Curitibanos, em um CAMBISSOLO HÚMICO (EMBRAPA, 2013) derivado de basalto e de textura muito argilosa, sendo composto por quatro repetições contendo duas variedades de linho (marrom e dourado). Ao final do ciclo, foram coletadas amostras preservadas de solo para realizar a análise de densidade global do solo (Ds), porosidade total (PT), macro (Ma) e microporos (Mi) (EMBRAPA, 2011) nas linhas e entrelinhas de cultivo, em profundidades de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m.

Para a avaliação do sistema radicular foram escolhidas duas plantas (uma de variedade marrom e uma dourada) em cada bloco, onde foi aberta uma trincheira longitudinal à linha de cultivo tendo uma planta ao centro da trincheira (com dimensões de 0,30 m de largura x 0,20 m de profundidade). O solo ao longo da parede da trincheira foi escarificado com a finalidade de expor as raízes, que receberam uma fina camada de tinta amarela para elevar o contraste de cor entre elas e o solo. Sequencialmente, foi colocado um gride com as mesmas dimensões da trincheira (formado por quadrículas de 0,05 m x 0,05 m, totalizando 24 unidades amostrais) em contato com o solo e sobre as raízes.

Foram adquiridas imagens digitais do perfil por meio de uma câmera digital e as mesmas foram processadas no programa Safira, desenvolvido pela Embrapa. As raízes foram analisadas nas profundidades de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m quanto ao seu comprimento. Os dados obtidos através da análise de Ds do solo foram submetidos à análise de variância, e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), e para os valores referentes ao comprimento das raízes foi realizada a média e o erro padrão para descrever a variabilidade e indicar a imprecisão associada aos dados.



Em relação à Ds, houve diferença significativa na profundidade de 0-0,10 m quando comparadas linha e entrelinha do cultivo para ambas as variedades. Na entrelinha o solo sob o linho dourado apresentou menor Ds ( $1,8 \text{ g cm}^{-3}$ ) em relação ao linho marrom ( $Ds = 2,2 \text{ g cm}^{-3}$ ).

A PT apresentou diferença significativa nas entrelinhas nas duas profundidades de estudo e em ambos os tratamentos, apresentando em média cerca de  $0,50 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  na camada superficial e  $0,66 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  na camada de 0,10-0,20 m, característica de solos com estrutura granular e, ou grandes quantidades de matéria orgânica, como é o caso do Cambissolo em estudo. Apesar de o solo ter apresentado valores altos de Ds, o mesmo apresentou boa aeração, com 50 a 66 % do volume total ocupado por poros, desses, as Ma variou de 11 a 20 %, o que possibilitou que a água fosse drenada no perfil e que as raízes possuíssem espaço para seu crescimento e desenvolvimento. Os microporos não diferiram significativamente entre as profundidades, posição e tratamentos em estudo, apresentando valores médios para o tratamento com linho marrom de  $0,43$  a  $0,49 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  e para o linho dourado de  $0,44$  a  $0,46 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ .

As raízes do linho para ambas as variedades concentraram-se na camada superficial do solo, e o crescimento do sistema radicular alcançou a máxima profundidade de 0,20 m. A variedade de linho marrom apresentou maior comprimento radicular, com média de 128 mm, já a dourada apresentou o valor médio de 91 mm. Sabendo-se que não haviam camadas compactadas no solo que impedisse a distribuição das raízes, obtidas pelos dados físicos justificou-se a pequena exploração vertical das raízes devido às altas precipitações pluviométricas, conseqüentes da ocorrência do fenômeno 'El Niño', que contribuiu para que o solo permanecesse com alto conteúdo de água durante todo o ciclo da cultura.

## Referências

COSTA, M. A. T.; TORMENA, C. A.; LUGÃO, S. M. B.; FIDALSKI, J.; NASCIMENTO, W. G. do; MEDEIROS, F. M. de. Resistência do solo à penetração e produção de raízes e de forragem em diferentes níveis de intensificação do pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 993-1004, 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Embrapa Solos. 225 p. 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa Solos. 412 p. 2013.

HOCKING, P. J.; RANDALL, P. J.; PINKERTON, A. Mineral nutrition of linseed and fibre flax. **Advance in Agronomy**, v. 41, n. 1, p. 221-296, 1987.



## MODELAGEM EM BACIA HIDROGRÁFICA: SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS CONSERVACIONISTAS PARA CONTROLE DA EROSÃO

Elizeu Jonas Didoné, Alexandre Augusto Schlesner, Gabriela Pasinato, Jean Paolo Gomes Minella

Universidade Federal de Santa Maria, Doutorando, Santa Maria - RS, [didoneagroufsm@gmail.com](mailto:didoneagroufsm@gmail.com).

**Palavras-chave:** monitoramento; sedimentos; conservação do solo e da água.

A perda de solo, nutrientes, agrotóxicos e água em áreas agrícolas é consequência de manejo inadequado e da ação de um dos principais agentes de degradação do solo, a erosão hídrica. A erosão é um importante fator de degradação de terras agrícolas em todo o mundo e, no Brasil, é considerado como o principal deles, com perdas de aproximadamente 847 milhões de toneladas de solo anualmente devidos à erosão. Tal perda implica não apenas em danos ambientais, mas também em perdas econômicas. Somente no Brasil, o impacto econômico anual da erosão é estimado em 4 bilhões de dólares. Números tão altos resultam da negligência a conceitos de uso e aptidão das terras e ausência de um programa nacional de conservação do solo (MERTEN et al., 2013).

A implantação e condução do sistema de semeadura direta, com negligência de alguns de seus preceitos básicos, como plantio morro abaixo e pouca cobertura residual do solo, contribuem para a falta de controle do escoamento superficial e consequente incremento da erosão e produção de sedimentos, bem como transferência de poluentes aos corpos hídricos (BEYENE et al., 2010). Com base na hipótese de que o sistema de semeadura direta, como atualmente conduzido, atua significativamente no impacto frente aos recursos hídricos, é importante quantificar a erosão, deposição e conectividade dos fluxos de solo erodido com os rios na escala de bacia hidrográfica. Assim, o propósito deste estudo foi quantificar as variáveis hidrossedimentométricas de uma bacia hidrográfica, para simular a conectividade da erosão com rios frente a diferentes manejos de cobertura e práticas complementares de conservação do solo, usando como ferramenta um modelo erosivo WaTEM/SEDEM.

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Rio Conceição, com área de 800 km<sup>2</sup> no sul do Brasil. O clima da região é subtropical com média anual de precipitação entre 1.750 a 2.000 mm. Os Latossolos predominam na região sobre o basalto como material de origem de formação dos solos. O relevo da região é suave a ondulado, e o principal uso é cultivo da soja (*Glycine max*) no verão e trigo (*Triticum spp.*), aveia (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) no inverno (85 % área). Os demais usos são florestas nativas e plantadas, áreas úmidas, poteiros, estradas e áreas urbanas. A bacia foi monitorada utilizando-se equipamentos automáticos (turbidímetro e linígrafo) e medições manuais durante eventos de chuva por um período de 5 anos, nas variáveis precipitação (Ppt), vazão (Q) e concentração de sedimento em suspensão (CSS).

A erosão média anual foi estimada utilizando o modelo WaTEM-SEDEM (Water and Tillage Erosion Model - Sediment Delivery Model, VAN OOST et al., 2000; VAN ROMPAEY et al., 2001). O modelo é dividido em três rotinas: (I) avaliação de perda de solo anual; (II) avaliação da capacidade de transporte de sedimentos anual, e (III) o caminho do sedimento. Para cada pixel da malha distribuída na bacia, é calculada a média anual de erosão do solo (RUSLE) (RENARD et al., 1997), e a média anual da capacidade de transporte. Com aplicação dos fatores da RUSLE foi possível estimar a erosão bruta, depósitos e produção de sedimentos. Na modelagem, três cenários foram definidos para a

cobertura do solo (Fator C). O cenário I, corresponde o pousio após a colheita da cultura da soja no final do verão. O cenário II (cenário mais usual), representa apenas o incremento de cobertura da palhada no inverno com o uso das culturas como trigo e/ou aveia no outono/inverno, e o cenário III corresponde a intensificação da rotação de cultura com uso de espécies como milho e nabo. Em um segundo momento, práticas complementares de conservação do solo, como áreas de preservação permanente de acordo com a legislação vigente, além do cultivo em nível, e uso de terraços foram acrescentadas aos cenários I, II e III (fator C). O modelo foi calibrado para o ano de 2015 através da produção de sedimento quantificada no exutório da bacia.

A perda média anual de solo para a bacia no cenário II foi de  $3,68 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Considerando a melhor condição de uso e manejo (Cenário III) encontrada na bacia, as perdas de solo foram reduzidas à  $3,58 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Ao considerar que todas as glebas adotem a pior condição de uso e manejo (Cenário I) o valor médio de perda de solo foi estimado em  $3,72 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Tais valores estão relacionadas às características do sistema de produção que apesar da utilização da semeadura direta acrescida de cobertura do solo, não é suficiente para o controle dos processos erosivos. Além disso, a ausência de práticas mecânicas de controle de enxurrada associadas com a baixa infiltração de água no solo favorecem os processos erosivos.

Ao acrescentar uma prática complementar de conservação como a semeadura em nível, há uma redução significativa dos valores de erosão, produção e depósito de sedimentos. A semeadura em nível reduz em 19 % a erosão bruta, depósito e produção de sedimento quando comparado ao plantio morro abaixo. O modelo indica que a utilização de terraços reduz em 75 % a erosão bruta, os depósitos e a produção de sedimentos. Já com a implementação das APPs (área de preservação permanente), segundo a legislação vigente, há uma redução de 32 % na produção de sedimentos e um aumento de 130 % nas áreas de depósito. No cenário mais usual (cenário II) ao implementar terraços e restaurar áreas de APPs, o modelo estimou uma redução de 73 % da erosão bruta, e de 97 % na produção de sedimentos, associado a um acréscimo de 60 % na deposição de solos. O controle da erosão ora simulado não é total, devido a grande heterogeneidade na paisagem na bacia hidrográfica, onde encostas côncavas com convergência de fluxo estão presentes, sendo que a maior parte do escoamento nessas regiões entra em contato com as regiões ripárias e rios.

A utilização do modelo WaTEM/SEDEM, foi eficiente para avaliar problemas de erosão do solo em diferentes locais. O modelo pode ser considerado uma importante ferramenta de apoio na gestão ambiental desde que, alimentado e calibrado com dados de entrada de qualidade. A produção de sedimentos e a capacidade de transporte de sedimentos previstos pela modelagem podem ser utilizados para a identificação de locais de origem da erosão e de deposição de sedimentos, e assim avaliar e mitigar o problema através da implementação de medidas complementares de conservação. A modelagem da erosão na escala de bacia hidrográfica em conjunto com o monitoramento hidrossedimentométrico constitui útil ferramenta para o planejamento de cultivos e do uso do solo, manejo e conservação, buscando a redução da erosão, produção, mobilização e redistribuição de sedimentos. O uso do modelo WaTEM/SEDEM indica que a aplicação de medidas complementares de conservação como a semeadura em nível, terraceamento e manutenção das áreas de preservação permanente, reduz a erosão bruta e a produção de sedimento e aumenta os depósitos, frente ao cenário atual de uso.

## Referências

BEYENE, T.; LETTENMAIER, D.P.; KABAT, P. Hydrologic impacts of climate change on the Nile River Basin: implications of the IPCC scenarios 2007. **Climate Change** v.100, p. 433-461, 2010.

MERTEN, G.H.; CAPEL, P.D.; MINELLA, J.P.G. Effects of suspended sediment concentration and grain size on three optical turbidity sensors. Progress in erosion and sedimentation in Latin America. **Journal of Soils and Sediments**. Published Online 3 December 2013, 2013.

RENARD, K.G.; FOSTER, G.R.; WEESIES, G.A.; MCCOOL, D.K.; YODER, D.C. **Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)**, Agriculture Handbook, 1997

VAN OOST, K; GOVERS, G; DESMET, P.J.J. Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. **Landscape Ecology** v.15, p.579-591. 2000.

VAN ROMPAEY, A.; VERSTRAETEN, G.; VAN OOST, K.; GOVERS, G.; POESEN, J. Modelling mean annual sediment yield using a distributed approach. **Earth Surface Processes and Landforms** 26: 1221-1236. 2001.

## ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO APÓS 9 ANOS DE SISTEMA INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA COM OVINOS

Cristiano Andre Pott, Francieli Calgaro, Jhonatan Spliethoff, Eloi Bareta Júnior

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Professor, Guarapuava - PR, [cpott@unicentro.br](mailto:cpott@unicentro.br).

**Palavras-chave:** densidade do solo; porosidade; compactação do solo.

os sistemas de integração agricultura-pecuária são uma alternativa para maximizar a renda do produtor rural e compor sistemas de rotação de culturas sob sistema de plantio direto. A compactação do solo é um dos questionamentos quanto à sustentabilidade do sistema. Assim, um experimento de longa duração vem sendo conduzido desde 2006 para avaliar diferentes doses de nitrogênio nas culturas em sistema de integração lavoura pecuária com ovinos. O objetivo desse trabalho foi avaliar os atributos físicos do solo em função do pastejo animal e de doses de nitrogênio após 9 anos de integração lavoura-pecuária.

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Agronomia da UNICENTRO, Campus CEDETEG em Guarapuava - PR em um solo LATOSSOLO BRUNO, textura muito argilosa. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas com três repetições. As doses de nitrogênio representam as parcelas e as subparcelas foram compostas por presença (Com Pastejo) ou ausência de pastejo (Sem Pastejo). As doses de nitrogênio foram de 0, 75, 150 e 225 kg ha<sup>-1</sup> aplicados na pastagem consorciada de aveia e azevém no período de inverno. O número de animais por unidade experimental foi variável em função da altura de pastejo (0,20 m), a qual era conseguida por meio da introdução ou retirada de animais reguladores.

A avaliação dos atributos físicos do solo deste trabalho foi realizada no dia 17 de outubro de 2015, a qual aconteceu 10 dias após a retirada dos animais da área. As amostras indeformadas foram coletadas com anéis metálicos de 100 cm<sup>3</sup> com auxílio de macaco hidráulico, nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,15 e 0,15-0,25 m. Os seguintes parâmetros físicos do solo foram determinados: densidade do solo (DS), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro), porosidade total (PT), porosidade de domínio dos macroporos (PDmacro), que representam os poros de diâmetro maior de 300 µm, capacidade de campo (CC), capacidade de aeração total (CAT), capacidade de armazenamento de ar (CAP/PT) e capacidade de armazenamento de água (CC/PT), conforme descritos por Reynolds et al. (2002). Também, para determinação da densidade relativa (DR), foi determinado o grau de compactação máximo do solo utilizando a metodologia do ensaio de Proctor normal (KLEIN, 2012).

Para todos os parâmetros estudados, não houve efeito do fator nitrogênio, nem tampouco interação entre o fator nitrogênio e o fator pastejo. Houve efeito do fator pastejo para todos os atributos. DS, PDmacro e PT foram diferentes estatisticamente ( $p < 0,05$ ) na camada de 0-0,05 m. Os atributos CC, Macro, Micro, CAT, CC/PT e CAT/PT obtiveram diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre Sem Pastejo e Com Pastejo nas profundidades de 0,05-0,15 e 0,15-0,25 m.

Os valores de densidade do solo na profundidade de 0-0,05 m foram de 0,99 Mg m<sup>-3</sup> no tratamento sem pastejo e de 1,06 Mg m<sup>-3</sup> no tratamento com pastejo. Andreolla et al. (2014), na mesma área de estudo, porém em safra anterior verificaram que os valores de densidade do solo não ultrapassaram os valores de 1,30 Mg m<sup>-3</sup> e que o mesmo não estaria compactado, baseado nos valores de referência de Reinert et al. (2008) e Reichert et al. (2009).

No entanto, realizando-se o ensaio de Proctor para determinação do grau de compactação máximo do solo da área de estudo e constatou valores de  $1,21 \text{ Mg m}^{-3}$  para a profundidade de 0-0,05 m e de  $1,24 \text{ Mg m}^{-3}$  para as camadas de 0,05-0,15 e 0,15-0,25 m. Dessa forma, a densidade relativa foi de 87,6 e 81,8 %, abaixo dos limites de 90 % propostos por Reinert et al. (2008) e Reichert et al. (2009). Já para a camada de 0,05-0,15 m, a densidade relativa foi de 90 % em ambos os tratamentos de pastejo, considerado condição de restrição de crescimento radicular conforme Reinert et al. (2008).

A macroporosidade na camada de 0-0,05 m foi de 8,63 e 13,16 % para os tratamentos Com Pastejo e Sem Pastejo, respectivamente. Na camada de 0,05-0,15 m, os valores foram de 9,74 e 7,97 % para os tratamentos Com Pastejo e Sem Pastejo, respectivamente, ficando abaixo do limite de referência de 10 % propostos por Reichert et al. (2009).

Esses resultados evidenciam modificações da física do solo, principalmente na camada de 0-0,05 m em sistemas de integração lavoura pecuária, mesmo com controle da altura de pastejo. Já na camada de 0,05-0,15 m, tanto o sistema com pastejo como sem pastejo apresentam os atributos restritivos ao crescimento vegetal. As doses de nitrogênio não influenciaram os atributos físicos do solo. Agradecimento: Os autores agradecem a Fundação Araucária pelo financiamento financeiro do primeiro autor para participação na Reunião Brasileira de Manejo e conservação do solo e água.

## Referências

- ANDREOLLA, V.R.M.; MORAES, A.; BONINI, A.K.; DEISS, L.; SANDINI, I.E. Soil physical attributes in integrated bean and sheep system under nitrogen levels. **Rev. Ciên. Agrárias**, v.45, p.922-930, 2014.
- KLEIN, V.A. **Física do solo**. 2. ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2012.
- Reichert, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J.; HORN, R.; HAKANSSON, I. Reference bulk density and critical degree of compactness for no-till crop, production in subtropical highly weathered soils. **Soil Till. Res.**, n.102, p. 242-254, 2009.
- REINERT, D.J. ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M.; AITA, C.; ANDRADA, M.M.C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Rev. Bras. Ci. Solo**, n.32, p.1805-1816, 2008.
- REYNOLDS, W.D.; BOWMAN, B.T.; DRURY, C.F.; TAN, C.S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**, n.110, p.131-146, 2002.

## MANEJOS ALTERNATIVOS NA IRRIGAÇÃO POR INUNDAÇÃO NA CULTURA DO ARROZ

Marcos Valle Bueno<sup>1</sup>, Jaqueline Trombetta da Silva<sup>1</sup>, José Maria Barbat Parfitt<sup>2</sup>, Lessandro Coll Faria<sup>1</sup>, Pâmela de Andrades Timm<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Mestrando, Pelotas - RS, [eng.marcosbueno2@gmail.com](mailto:eng.marcosbueno2@gmail.com); <sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

**Palavras-chave:** manejo da água; irrigação intermitente; *Oriza sativa*.

O arroz é um produto básico na alimentação dos brasileiros, com um consumo per capita de aproximadamente 25 kg ano<sup>-1</sup>. No Brasil, a produção provém principalmente de lavouras irrigadas em terras baixas no Sul do país, onde são cultivados aproximadamente 1,2 milhões de ha ano<sup>-1</sup>. Para suprir a necessidade de água no cultivo do arroz irrigado, estima-se que venha sendo utilizado atualmente, um volume de água médio de 8 a 10 mil m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, para um período médio de irrigação de oitenta a cem dias (SOSBAI, 2014).

O sistema de irrigação por inundação contínua, utilizado quase que na totalidade das áreas de produção de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, não aproveita a água das chuvas, embora durante o período de irrigação, a precipitação pluvial nas regiões arrozeiras representa, em média, 46 % da evapotranspiração total da cultura arroz (MOTA et al., 1990). Assim, novos sistemas de manejo precisam ser desenvolvidos e validados, visando o melhor aproveitamento da água das chuvas, sem provocar impactos negativos na produtividade de grãos.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de diferentes manejos de irrigação, na produtividade de grãos e eficiência do uso da água de irrigação (EUI) na cultura do arroz.

O experimento foi realizado na safra agrícola 2015/2016, na Estação Experimental Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS. O solo da área experimental é classificado como um PLANOSSOLO HÁPLICO (SANTOS et al., 2006), comumente encontrado nas terras baixas do Rio Grande do Sul.

A cultivar de arroz utilizada foi a BRS Pampa, de ciclo precoce e de alto rendimento de grãos. A semeadura foi realizada dia 28/10/2015, dentro do período recomendado para esta cultivar. A adubação e demais tratamentos culturais foram realizados conforme as recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado (SOSBAI, 2014).

O experimento foi realizado em módulo de pequena lavoura de arroz irrigado, área de 0,7 ha, com a finalidade de que os coeficientes técnicos obtidos possam ser transferidos para lavouras comerciais. A área experimental foi sistematizada sem declividade e dividida em quatro modelos físicos, os quais foram submetidos aos diferentes manejos de irrigação. Os manejos de irrigação avaliados foram:

1) Inundação contínua (IC) – irrigação por inundação contínua, durante todo o ciclo da cultura, (estádio de desenvolvimento V4 até R7), sendo que a altura da lâmina de água foi de 7,5 cm no período compreendido entre V4 até R0 e de 10 cm entre R0 até R7. Todos os dias a lâmina era repostada até atingir o nível máximo. 2) Inundação contínua com fornecimento de água intermitente (ICFI) – após a primeira irrigação, em V4, quando da estabilização da lâmina de água de 7,5 cm, a entrada de água foi cessada. Uma nova irrigação é realizada quando o solo ficou saturado, ou seja, sem lâmina de água. 3) Inundação intermitente com déficit hídrico de até 10 kPa (II10kPa) – em



V4 é feita irrigação convencional, estabilizando a lâmina de água de 7,5 cm a irrigação é cessada. Uma nova irrigação é realizada sempre que a tensão de água no solo atingir 10 kPa, estabilizando novamente a lâmina no nível máximo. 4) Inundação intermitente com déficit hídrico de até 40 kPa (II40KPa) – em V4 é feita irrigação convencional, estabilizando a lâmina de água de 7,5 cm a irrigação é cessada. Uma nova irrigação é realizada sempre que a tensão de água no solo atingir 40 kPa, estabilizando novamente a lâmina.

O monitoramento da tensão de água no solo, nos tratamentos inundação com irrigação intermitente, foi realizado com sensores Watermark®, instalados a 10 cm de profundidade. A irrigação foi realizada com o auxílio de uma mangueira plástica e a vazão foi quantificada através de um hidrômetro da marca McCrometer® acoplado a mesma.

O manejo com IC apresentou uma produtividade de 10459 kg ha<sup>-1</sup>, com uma demanda de água de 514 mm. No manejo ICFI verificou-se uma produtividade 9851 kg ha<sup>-1</sup>, e uma demanda de água de 180 mm. No sistema de manejo II10KPa obteve-se uma produtividade de 9407 kg ha<sup>-1</sup> e uma demanda de água de 250 mm. Já o manejo II40KPa apresentou uma produtividade de 9015 kg ha<sup>-1</sup> e uma demanda de água de 232 mm. A chuva bruta durante o período de irrigação foi 324 mm. O uso menor da água de irrigação dos manejos alternativos de irrigação deveu-se ao melhor aproveitamento das chuvas. Por outro lado os resultados obtidos mostraram que houve redução na produtividade de grãos quando usados os manejos de irrigação alternativos. Estes resultados diferem com os obtidos por Massey et al. (2014), na região do Mississipi - USA ao avaliarem irrigação intermitente entre as fases fenológicas vegetativa V5+10 dias e reprodutiva R3 (embrachamento e início da floração), no qual não observaram redução da produtividade de híbridos de arroz comparado a irrigação continua

Calculando-se a relação entre a produtividade por hectare em relação à lâmina de irrigação aplicada teremos a EUI. Neste trabalho os resultados da EUI referentes aos manejos IC, ICFI, II10kPa e II40kPa foram 19,3 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, 54,7 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, 37,6 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> e 38,9 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> respectivamente. Assim o sistema de irrigação de inundação continua, embora obtivesse a melhor produtividade de grãos, obteve a menor eficiência da água de irrigação. A melhor eficiência foi obtida pelo ICFI o qual além de apresentar alto rendimento de grãos foi favorecido pelas combinações das irrigações com as chuvas sendo necessária apenas duas irrigações durante o ciclo da cultura. Em trabalho realizado por Avila et al. (2014) na região da Depressão Central/RS o sistema de inundação continua com fornecimento intermitente reduziu entre 22 a 76 % o uso da água com aumento de eficiência entre 15 e 346 %.

Desta forma pode-se dizer que embora o manejo ICFI não tenha apresentado a maior produtividade entre os sistemas de manejo, ele demonstrou um excelente índice EUI, superando em aproximadamente duas vezes e meia a EUI dos sistema IC. Assim esses métodos alternativos demonstram uma economia de recursos hídricos e financeiros, visto que o sistema IC praticamente não utiliza a água da chuva, a qual não tem custos e é de melhor qualidade.

## Referências

- AVILA L. A de. et al. Rice Water Use Efficiency and Yield under Continuous and Intermittent Irrigation. **Agronomy J.** v. 107, n. 2, p. 442-448, 2014.
- MASSEY, J. H. et al. Farmer adaptation of intermittent flooding using multiple-inlet rice irrigation in Mississippi. **Agricultural Water Management**, v.146, p. 297-304, 2014.
- MOTA, F. S. da; ALVES, E. G. P.; BECKER, C. T. Informação climática para planejamento da necessidade de água para irrigação do arroz no Rio Grande do Sul. **Revista Lavoura Arrozeira**, v. 43, n. 392, p.3-6, 1990.



SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SOSBAI – SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves, RS: SOSBAI, 2014. 192 p.

## HIDROFOBICIDADE DO SOLO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS

Caroline Perez Lacerda da Silveira<sup>1</sup>, Eder Alexandre Schatz Sá<sup>1</sup>, Wagner Sacomori<sup>1</sup>,  
Walter dos Santos Borges Junior<sup>1</sup>, Luiz Paulo Rauber<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Doutoranda, Lages - SC, [carolineplacerda@gmail.com](mailto:carolineplacerda@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade do Oeste de Santa Catarina.

**Palavras-chave:** repelência; matéria orgânica; água.

A suinocultura consiste em uma das principais atividades de rebanho no Brasil, chegando a ocupar o 4º lugar no ranking de produção mundial, e concentra-se focado em pequenas propriedades rurais na região Sul do país, especialmente no Estado de Santa Catarina, conferindo grande importância para a economia da região através da geração de emprego e renda. (OLIVEIRA, 1993) De acordo com Pinto et al. (2014) a produção total de suínos no Brasil tem aumentado ao longo do tempo, com atenção no mercado de exportação, tendo cada vez mais melhorias no sistema de produção, qualidade da matéria-prima e com os problemas ambientais gerados pela cadeia da suinocultura. Esse aumento da produção e a importância já estabelecida da atividade, consequentemente faz com que sejam gerados ainda mais dejetos líquidos de suínos (DLS), que, preocupando cada vez mais as etapas de final de produção que, envolvem o tratamento e descarte do material. Deste modo é possível perceber a importância do estudo e conhecimento do comportamento do solo para fins agrônômicos, ambientais e de saúde humana, apurando as realidades de cada localidade, bem como o monitoramento, diagnósticos e indicação de práticas e intervenções na recuperação e conservação através de diferentes manejos dos solos, para a contínua manutenção da sua capacidade produtiva e da vida na Terra. Com base nas possíveis alterações físico-hídricas originadas da aplicação de DSL no solo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a hidrofobicidade do solo, da cidade de Lages - SC, com aplicação em superfície de diferentes doses de dejetos líquidos de suínos. A área experimental localiza-se no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina na cidade de Lages - SC. O solo da área de interesse é classificado como CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico. A área encontra-se sob o cultivo em sistema de plantio direto com sucessão entre o plantio do milho e aveia preta já no quarto ciclo consecutivo, com as parcelas já estabelecidas em blocos casualizados. As amostras foram coletadas em quatro parcelas testemunhas, do experimento para que não houvesse influência das aplicações anteriores e divididas conforme as diferentes dosagens de aplicação superficial de dejetos. A análise de hidrofobicidade foi realizada conforme indicações parciais de Perez (1998), onde foram utilizadas amostras com estrutura não preservada e passada em peneira de 2 mm e, após aplicação dos tratamentos, secas ao ar. Foi aplicado nas amostras doses de 0; 1; 2; 4; e 8 vezes a dose recomendada. Utilizou-se a quantidade de nitrogênio presente no dejetos para o dimensionamento da dose, o qual resultou em uma dose de 60 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, totalizando 20 subamostras. Foi padronizado a umidade de acordo com o volume máximo de dejetos aplicado. Os tratamentos foram realocados em latas e verificado o tempo de inserção de duas gotas, com auxílio da pipeta de pasteur, de água a uma distância de 10 cm da superfície da amostra de solo. Com base nos tempos obtidos o grau de hidrofobicidade é verificado conforme metodologia. Os valores bases são divididos em seis níveis, que variam de menor que um a doze tendo respectivamente severidade não significativa a muito severa. Após a aplicação das diferentes doses de dejetos estabelecidas, foi observado para a totalidade das

amostras e repetições valores menor que um segundo para o teste de hidrofobicidade, enquadrando-se na primeira categoria tabelada e assim apresentaram grau de repelência 1 (um) e severidade não significativa. A ocorrência da hidrofobicidade está associada à presença de alguns compostos orgânicos hidrofóbicos, os quais estão em um elevado grau de decomposição, mas ainda não são caracterizados como húmus. Esses compostos podem ser originados pela decomposição de vegetais ou pela ocorrência de incêndios e queimadas. (VOGELMANN, 2014) De acordo com Sposito (2008), substâncias húmicas são supramoléculas que apresentam composição de baixa massa molecular e de predominância aromática, sendo os ácidos húmicos e fúlvicos os compostos predominantes na fração solúvel do solo. De acordo com o autor, os ácidos fúlvicos, por apresentarem menos carbono e nitrogênio e mais oxigênio nas suas unidades acabam por serem menos aromáticos e com maiores regiões de natureza polar consequentemente sendo de característica hidrofílica, enquanto que os ácidos húmicos apresentam regiões com capacidade de repelir água (hidrofóbicos). Outro ponto que suporta a baixa hidrofobicidade do solo esta na textura do solo analisado. A região é caracterizada por altos teores de argila e conforme Woche et al. (2005) a repelência à água diminui com a redução do tamanho da partícula e também com o aumento da profundidade do solo, sendo a redução mais acentuada em solos argilosos que em solos arenosos. Isso está intimamente relacionado com a distribuição da matéria orgânica sobre a superfície das partículas do solo. De acordo com Pérez (1998) a dificuldade de entrada superficial de água em um perfil do solo também pode ser observada em alguns solos pela existência de repelência por compostos presentes, comuns aos solos, principalmente materiais orgânicos que recobrem as partículas do solo, não sendo eles necessariamente os teores de matéria orgânica, o que demonstra as inúmeras variáveis relacionadas a hidrofobicidade e suas consequências quanto ao movimento de água no perfil, uma vez que, a captação e percolação de água ao longo da superfície do solo se dá em um primeiro momento pela capacidade de infiltração de água em um determinado solo. No entanto, os dados não corroboram com os descritos pelo autor possivelmente por dois motivos. Primeiramente devido ao histórico de aplicação, uma vez que, foram utilizadas parcelas testemunhas em condição natural e sem histórico de qualquer tipo de fertilizante. Além disso, o tempo entre aplicação do dejetos em laboratório e análise de hidrofobicidade foi curto não permitindo influência climática, efeito do dejetos no cultivo e posteriores relações com crescimento e composição do material vegetal cultivado em solos com aplicação de DSL. Embora estudos indiquem que a aplicação de dejetos suínos no solo esteja relacionada com a ocorrência da hidrofobicidade, os resultados do presente experimento não comprovaram esta hipótese para o CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico local. Podemos concluir que não se observou hidrofobicidade nas amostras, mesmo na aplicação 8 vezes superior a recomendada. São necessários mais estudos, avaliando a hidrofobicidade em solo que tenham aplicação precedente.

## Referências

- OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização de dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993, 188p.
- PÉREZ, D.V.; SIMÃO, S.M.; SALATINO, A. Identificação e caracterização da repelência à água em alguns solos brasileiros. **R. Bras Ci Solo**. n. 22, p. 197-207, 1998
- PINTO, M.A.B. et al. Aplicação do dejetos líquido de suínos e manejo do solo na sucessão aveia/milho. **Pesq. Agropec. Trop**. n. 44, p. 205-212, 2014
- SPOSITO G. Soil humus. In: **The chemistry of soils**. 2nd Ed. New York: Oxford University Press; 2008.

VOGELMANN, E.S. **Relação da matéria orgânica coma a hidrofobicidade do solo**. 2014. Tese - Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2014.

WOCHE, S.K. et al. Contact angle of soils as affected by depth texture and land management. **European Journal of Soil Science**. n. 56, p. 239-251, 2005

## ATRIBUTOS INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO NA REGIÃO CENTRAL DE MINAS GERAIS

Diego Antonio França de Freitas, Letícia Lopes de Andrade, Wander Araujo Martins

Universidade Federal de Viçosa, Professor, Florestal - MG, [diegofranca@ufv.br](mailto:diegofranca@ufv.br).

**Palavras-chave:** conservação do solo; manejo do solo; atributos físicos do solo.

A intensificação do uso do solo nas atividades agropecuárias vem aumentando nos últimos anos com o crescimento da demanda por produtos agrícolas. Essa situação, aliada à ausência de práticas de conservação do solo e da água resultam em perda da qualidade dos solos, sendo ela química, física e biológica.

Os atributos biológicos são indicativos do estado de conservação do solo, pois um solo que apresenta altos teores de matéria orgânica expressa o equilíbrio entre a microbiota e o manejo agrícola exercido. Assim, o estudo desses atributos apresenta fundamental importância na atualidade, tendo em vista a intensa utilização do solo sem a preocupação com a minimização dos impactos ao meio ambiente.

Dessa forma, a continuidade de práticas antigas e irracionais no uso do solo pode contribuir para um empobrecimento e limitação da agricultura brasileira, uma vez que esse recurso natural ficará cada vez mais escasso e com menor qualidade.

Os estudos relacionados a matéria orgânica do solo podem ser utilizados como indicadores de qualidade do ecossistema, permitindo inferir sobre o estoque de carbono do solo, principalmente quando relacionado às mudanças climáticas globais (COSTA et al., 2008).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar alguns atributos indicadores de qualidade do solo, sendo eles: densidade do solo, resistência do solo à penetração, matéria orgânica e estoque de carbono do solo em diferentes sistemas de manejo do Campus- Florestal.

Realizou-se o experimento na Universidade Federal de Viçosa- Campus Florestal, onde foram analisadas cinco áreas, sendo elas: área 1: eucalipto (*Eucalyptus* spp.) espaçados em torno de 1,70 m entre si, apresentando aproximadamente 6 anos de idade. A floresta de eucalipto é utilizada com fins didáticos e a madeira para o consumo interno, sendo o plantio não comercial. Área 2: pasto degradado, com presença de gramíneas distribuídas desuniformemente na área, apresentando falhas de cobertura com consequente exposição do solo em toda a área, e sem a presença de terraços. Anteriormente às coletas de solo, houve plantio e colheita de milho (*Zea mays*) na área, resultando em caracterização de um sistema de integração lavoura-pecuária, naquele momento. Área 3: pasto conservado e bem formado, conferindo boa cobertura ao solo (com aproximadamente 0,30 m de altura), ainda nessa área há a presença de fragmentos de mata nativa. Área 4: plantio de sorgo, área com histórico de sucessivos plantios de milho safra e safrinha no sistema convencional por aproximadamente 10 anos, em 2016 foi realizado o plantio convencional de sorgo (*Sorghum bicolor*), o solo encontra-se descoberto nas entrelinhas e entre plantas; Área 5: mata nativa, presença de mata bem conservada sem nenhuma interferência e atividade antrópica, apresentando espécies arbóreas de diâmetros variáveis e sub bosque pouco desenvolvido. Camada espessa de serapilheira e pouca declividade, podendo ser considerada relativamente plana nos locais das coletas. Nas camadas coletadas apresentam grande quantidade de raízes, devido à característica de mata, ou seja, população adensada.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições para a análise dos atributos. Para a avaliação da resistência do solo à penetração (RP), na camada de 0 - 60 cm, foi utilizado o penetrômetro de impacto (modelo IAA/Planalsucar-Stolf). Os resultados foram calculados de acordo com Stolf (1991), segundo a fórmula:  $RP (Kgf\ cm^{-2}) = 5,6 + 6,89 N (impacto\ dm^{-1})$ , para a conversão de  $Kgf\ cm^{-2}$  para MPa, o resultado obtido na equação foi multiplicado pela constante 0,0981. A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico, utilizando-se o amostrador de solos tipo trado Uhland e cilindros com bordas cortantes de volume conhecido. Coletou-se amostras de solos indeformadas nas camadas 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade. As amostras foram pesadas para a determinação da massa de solo úmido e após colocadas em estufa de circulação forçada de ar à 105 °C por 48 horas foram pesadas novamente para a determinação da massa de solo seco (EMBRAPA, 1997). A densidade do solo foi determinada a partir da seguinte equação:  $Ds = \text{massa do solo seco} / \text{volume do solo}$ . A matéria orgânica do solo foi determinada segundo a metodologia de Embrapa (1997). A determinação do estoque de carbono baseou-se na equação,  $Est\ C = (CO \times Dap \times e) / 10$ , onde: Est C = estoque de C orgânico em determinada profundidade ( $Mg\ ha^{-1}$ ) CO = carbono orgânico total na profundidade amostrada ( $g\ kg^{-1}$ ) Dap = densidade aparente do solo da profundidade ( $kg\ dm^{-3}$ ) e = espessura da camada considerada (cm) (Embrapa 1997). Para a comparação múltipla entre médias utilizou-se o teste de Scott-Knott  $p < 0,05$ .

Não foram constatadas diferenças significativas nos valores de densidade do solo em relação às diferentes profundidades analisadas para todas as áreas em questão, sendo estes resultados compatíveis com aqueles apresentados por Wendling et al. (2012). Nas profundidades de 10-20 e 20-40 cm, ocorreram diferenças significativas na comparação entre as áreas, tendo a área de eucalipto apresentado a menor média de densidade.

A resistência do solo à penetração apresentou diferença significativa ao longo do perfil analisado em todas as áreas em estudo. Observou-se valores restritivos ao desenvolvimento radicular na profundidade de 0-6 cm nas áreas de pasto degradado, pasto conservado e plantio de sorgo. Os trabalhos de Torres et al. (2012) também mostraram que a resistência do solo a penetração pode ser restritiva na cada superficial do solo. Os teores de matéria orgânica nas áreas analisadas não diferiram estatisticamente entre si. Observou-se diferença significativa apenas na área de pasto degradado ao longo do perfil analisado, havendo menor teor de matéria orgânica na camada de 20-40 cm de profundidade.

Em relação ao estoque de carbono, houve diferenças significativas entre as cinco áreas analisadas apenas para a camada de 0-10 cm de profundidade. Quando analisado este atributo ao longo do perfil, ocorreram maiores valores nas áreas de pasto degradado, pasto conservado e plantio de sorgo, na profundidade de 20-40 cm o que pode ser explicado devido a maior espessura da camada analisada. Nas demais áreas não houveram diferenças significativas ao longo do perfil.

Conclui-se que, tais atributos indicam de forma direta algumas consequências da utilização do solo sem o uso de práticas conservacionistas, sendo necessária a difusão e implantação dessas práticas no meio agrícola para o manejo sustentável do solo. Contudo, o incremento em matéria orgânica nos solos cultivados, além de proporcionar melhorias químicas, contribui para a estruturação desse recurso, propiciando um melhor desenvolvimento do sistema radicular, melhoria da aeração, aumento da atividade microbiana entre outros, acarretando em maiores valores de produtividade e melhoria na qualidade do solo. Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro ao projeto.

## Referências

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura - EMBRAPA-CNPq, 1997. 212 p.

COSTA, F.S.; GOMES, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Métodos para avaliação das emissões de gases de efeito estufa no sistema solo-atmosfera. *Rev. Ciência Rural*, n. 36, p. 693-700, 2006.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência à penetração. *Rev. Bras. Ci. Solo*, n. 15, p.229-235, 1991.

TORRES, J. L. R.; RODRIGUES JUNIOR, D. J.; SENE, G. A.; JAIME, D. G.; VIEIRA, D. M. S. Resistência à penetração em área de pastagem de capim tifton influenciada pelo pisoteio e irrigação. *Bios. J.*, n. 28, p. 232-239, 2012.

WENDLING, B.; VINHAL-FREITAS, I. C.; OLIVEIRA, R. C.; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado floresta de pinus em, pastagem e plantio direto. *Bios.J.*, n. 28, p. 256-265, 2012.



## PARÂMETROS FÍSICO-MECÂNICOS DE UM ARGISSOLO VERMELHO SOB SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO E ADUBAÇÃO

Leonardo Pereira Fortes, Amanda Duarte de Duarte, Gabrielle Mendes Passos,  
Hyran Stefanowski Kerpen, Arthur Fiegenbaum

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Bolsista, Porto Alegre - RS, [leonardo\\_pfortes@hotmail.com](mailto:leonardo_pfortes@hotmail.com).

**Palavras-chave:** plantio direto; Proctor; densidade relativa.

Ao decorrer do Século XX, a agricultura mundial mudou o modo de como se fazer agricultura. A maioria dessas alterações ocorreram em função de fatores como, o aumento da produção devido ao crescimento populacional, crescimento em extensão das áreas cultivadas, aumento da produtividade através do melhoramento genético de plantas e utilização de insumos, do advindo de máquinas e implementos agrícolas facilitando e dinamizando o trabalho no campo e, das formas de preparo do solo, saindo de preparos com maior mobilização do solo para sistemas com menor mobilização. Essa mudança na forma de manejo do solo contribuiu para a melhoria em aspectos de conservação dos solos. Nesse contexto, surgem o sistema plantio direto e de preparo reduzido, com princípios conservacionistas, tornaram-se ferramentas importantes para a utilização do solo, com um ponto de vista mais sustentável.

Esses diferentes sistemas modificam a estrutura do solo, afetando os fluxos de água e ar no solo. Junto destes sistemas, emergiram máquinas e implementos agrícolas adaptados à essa realidade, ou seja, equipamentos cada vez maiores, em potência e massa. Essas ferramentas, ao mesmo tempo que impulsionaram esse sistema, permitindo maior agilidade e possibilitando o encurtamento do período entre colher e semear possibilitando o cultivo de duas ou mais safras por ano. Entretanto, para a consolidação dessa prática, parte dos produtores acabam não observando as condições do conteúdo de água no solo para a realização das operações com máquinas e implementos agrícolas na lavoura, levando à compactação. Esta ocorre quando a capacidade máxima de carga do solo é ultrapassada. Essa capacidade de carga do solo varia de solo para solo, sendo afetada também por fatores intrínsecos, como a textura, a estrutura, o estado de agregação, a mineralogia, o teor de matéria orgânica e de seu conteúdo de água. Além destes, fatores extrínsecos também atuam como, as características de máquinas e implementos utilizados no manejo do solo, a intensidade e velocidade de tráfego e ao próprio manejo do solo, itens que podem ser alterados.

Quando a compactação ocorre, atributos de solo como a densidade, a porosidade, a condutividade hidráulica e o fluxo de ar são modificados (KLEIN, 2014). Destes, a densidade do solo é o fator mais fácil de mensurar, permitindo uma rápida análise da condição estrutural. Entretanto, variações na densidade ocorrem de solo para solo e, dentro de um mesmo solo, de manejo para manejo empregado. A utilização da densidade do solo ( $D_s$ ) vem se mostrando como um bom parâmetro para avaliar o estado de compactação, pois mantém a estrutura do solo preservada e independe do conteúdo de água presente no solo. Porém, é um processo que se mostra trabalhoso e demorado. Além disso, por apresentar variação entre solo e dentro do mesmo solo, seu uso isolado apresenta limitações. Neste sentido, buscando melhorar o uso da informação, o uso da densidade relativa do solo ( $DR$ ) tem sido usado como parâmetro para estabelecer valores críticos de densidade para o crescimento e desenvolvimento de plantas (KLEIN, 2006). Esse conceito é relativo, pois as condições ótimas de crescimento de plantas dependem de diversos fatores, (como clima, disponibilidade de água,

nutrientes, insolação, etc.), e não apenas de atribuições físicas do solo.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo analisar como e quanto os três principais sistemas de preparo do solo usados na agricultura modificaram a densidade do solo (e suas variáveis correlacionadas) e, se o uso de diferentes fontes de fertilizantes pode interferir nesta dinâmica, por proporcionar diferenças no desenvolvimento de plantas e acúmulo de material orgânico no solo.

Amostras com e sem estrutura preservada de um ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico (EMBRAPA, 2006) foram coletadas nas camadas de 0-10 e 0-20 cm nos sistemas plantio direto (SPD), reduzido (SPR) e convencional (SPC) conduzidos por oito anos nestes sistemas de preparo. No que tange a adubação, estes sistemas de preparo foram conduzidos sobre duas formas de adubação das culturas, sendo uma a adubação mineral tradicional e o segundo, sob adubação orgânica, com dejetos de aves. A área pertencente a Estação Experimental Agronômica da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul - RS, região Fisiográfica da Depressão Central. As amostras sem estrutura preservada foram secas ao ar, destorroadas, peneiradas e submetidas ao ensaio de Proctor Normal. Outro conjunto de amostras com estrutura preservada foi coletado nas mesmas camadas para fins de avaliação de parâmetros de densidade do solo e friabilidade. Os dados obtidos foram correlacionados a fim de avaliar possíveis modificações na dinâmica da estrutura do solo.

Os dados apontam haver diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) nos valores de densidade inicial do solo entre os sistemas de preparo, com maiores valores para o SPD ( $1,52 \text{ g cm}^{-3}$ ) perante aos demais, cujos valores variaram entre  $1,35$  até  $1,45 \text{ g cm}^{-3}$ , independentemente da forma de fertilizante aplicado (orgânico ou mineral). Referente a densidade máxima do solo, não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos dentro e entre tipos de fertilizantes, cujos valores médios entre tratamentos foram de  $1,67 \pm 0,02$  e  $1,64 \pm 0,02 \text{ g cm}^{-3}$  para adubação mineral e orgânica, respectivamente. De forma semelhante foi observado com os dados e umidade ótima para compactação, que apresentou valor médio de  $0,155 \pm 0,005 \text{ g g}^{-1}$ , estando seu valor dentro da faixa de umidade para a forma de consistência tipo friável que, para este solo, varia de  $0,130$  a  $0,150 \text{ g g}^{-1}$ . Essa informação é importante, pois indicada que a mesma faixa de umidade do solo ideal para preparo de solo também abrange o ponto ideal para compactar o solo. Os valores de densidade relativa foram maiores para o sistema SPD ( $0,91$  e  $0,93$  para o sistema de adubação mineral e orgânica, respectivamente), estando os demais sistemas de preparo do solo com valores variando de  $0,83$  a  $0,88$ .

Quando comparados os dados de densidade relativa aqui encontrados com a literatura, foi observado que valores acima de  $0,86$  interferem negativamente no rendimento de plantas. Assim, o SPD estaria apresentando valores que comprometem o rendimento. Entretanto, os dados de rendimento de diferentes culturas nos 16 anos de condução do experimento têm mostrado o contrário. Isso sugere que somente este parâmetro não é indicativo de boas condições físicas do solo, necessitando uma análise conjunta de outros parâmetros dinâmicos como aqueles que medem a qualidade do sistema poroso do solo (fluxo de água e ar, velocidade de infiltração, capacidade de retenção, entre outros).

## Referências

KLEIN V. A. – **Física do Solo**. – 3. Ed. 263p. – Passo Fundo, 2014.

KLEIN V. A. Densidade relativa – um indicador da qualidade física de um Latossolo Vermelho. **Ciências Agroveterinárias**, v 5, p. 26-32, 2006.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. 2. Ed. Brasília: Embrapa, 2006a. 306p.

## PEDOLOGIA QUANTITATIVA NO ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA GRANULOMETRIA EM PERFIS DE SOLOS

Pedro Armentano Mudado Xavier<sup>2</sup>, Helena Saraiva Koenow Pinheiro<sup>1</sup>, Waldir de Carvalho Junior<sup>2</sup>, Cesar da Silva Chagas<sup>2</sup>, Silvio Barge Bhering<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Bolsista CNPq, Rio de Janeiro - RJ, [pedroarmentano@hotmail.com](mailto:pedroarmentano@hotmail.com); <sup>2</sup>Embrapa Solos.

**Palavras-chave:** pedometria; funções de profundidade do solo; textura.

A textura é uma importante propriedade para planejamento do uso do solo refletindo sobre o manejo das terras, capacidade de armazenamento de água e nutrientes. É uma propriedade do solo muito utilizada em modelos de predição de parâmetros hidrológicos e estoque de carbono (THOMPSON et al., 2012). Sua distribuição vertical e variabilidade espacial tem sido objetivo de estudos de pedometria (MCBRATNEY et al., 2000).

Na análise de grandes coleções de perfis, a harmonização dos dados facilita a comparação entre sistemas de classificação e dados obtidos em diferentes estudos. Possibilita também a modelagem da distribuição espacial horizontal e vertical dos atributos pedológicos. Inclusive, o GlobalSoilMap propõe que haja uma harmonização de dados em profundidades em intervalos pré-definidos (ARROUAYS et al., 2014).

Nesse sentido, a proposta deste trabalho contempla ferramentas de pedometria capazes de agrupar informações de conjuntos de perfis de solo segundo critérios previamente estabelecidos, harmonizando os dados dos conjuntos em camadas de solo de espessura predefinida. Essa padronização possibilita a comparação dos dados harmonizados de perfis em perspectiva vertical. Além disso cria-se um banco de dados padronizado de solos.

O estudo foi realizado com dados de solos da região de Salitre no município de Juazeiro (BA), importante polo da agricultura irrigada na região. Foram utilizados cinco perfis de VERTISSOLOS HÁPLICOS, três VERTISSOLOS HIDROMÓRFICOS e três CAMBISSOLOS HÁPLICOS contidos no levantamento detalhado do Projeto Salitre.

O objetivo desse estudo é a caracterização das frações granulométricas de uma coleção de perfis de solos através de algoritmos para pedologia quantitativa de forma harmonizada.

Para a análise, foram selecionados dados de composição granulométrica contendo Areia Total, Areia Grossa, Areia Fina, Silte e Argila.

A harmonização de dados foi realizada no programa R a partir do pacote “Algoritmos para Pedologia Quantitativa” (AQP - Algorithm for Quantitative Pedology), desenvolvido por Beaudette et al. (2013).

As funções de profundidade usaram o algoritmo “slice-wise”, que considera que a variação de propriedades dos solos pode ser estimada através de um conjunto de dados de perfis de solo. O algoritmo executa o “fatiamento” vertical do perfil de solo em camadas com intervalos predefinidos ponderando valores dos atributos de interesse. Dessa forma é gerada uma nova base de dados harmonizada para a representação da variação vertical de atributos do solo, no caso, composição granulométrica em camadas de 1 cm de espessura.

Adicionalmente, através da ferramenta “plot.profile()” foi possível criar uma representação

gráfica padonizada da granulometria em cada camada.

Foram encontrados na coleção um total de nove horizontes sendo: A, AB, BA, Bi, Cv1, Cvg1, Cvg2 e Cvg3.

O fator de contribuição para cada camada de um centímetro, em porcentagem, corresponde à proporção de perfis da coleção que contribuem para o cálculo da média do valor do atributo. Neste estudo, nos primeiros 36 cm, o fator de contribuição foi 100 %, indicando que todos os perfis foram utilizados no cálculo.

Na perspectiva vertical observa-se a tendência da substituição do predomínio da fração Areia Total pela fração mais fina (Argila) a cerca de 10 cm. Isso pode estar relacionado a transição entre horizontes. Observou-se outra descontinuidade aos 56 cm associada à redução do número de perfis que contribuem para a estimativa da média, em particular pela não contribuição dos Cambissolos Háplicos, onde o fator de contribuição passa 82 % para 73 %.

A curva da função que representa Areia Total apresentou de maneira geral um comportamento inverso ao da curva que representa os conteúdos de Argila, e são ainda mais evidentes onde ocorrem picos (transição dos horizontes).

Observou-se que em todas as classes avaliadas os teores de Areia Grossa foram superiores aos teores de Areia Fina em todas as profundidades, sendo mais contrastantes em superfície do que em subsuperfície, onde existe uma tendência de redução da proporção Areia Grossa/Areia Fina.

De maneira geral, os Cambissolos Háplicos apresentaram textura mais grosseira que os Vertissolos, com destaque para a fração Areia Grossa, o que provavelmente ocorre devido a fatores genéticos inerentes a própria classe dos Cambissolos onde os processos pedogenéticos são incipientes, devido à menor expressão do intemperismo.

Já os Vertissolos apresentaram uma distribuição da areia homogênea, provavelmente devido ao processo de pedoturbação, onde ocorre uma homogeneização do material superficial e subsuperficial ocasionada da expansão e contração das argilas presentes ao longo do perfil.

Análises complementares podem ser realizadas utilizando este o pacote AQP, com potencial para comparação entre perfis (matriz de dissimilaridade), caracterização de perfil médio/mediano, definições de parâmetros para fins taxonômicos, entre outros (BEAUDETTE et al., 2013; CARVALHO JUNIOR et al., 2015; PINHEIRO et al., 2016).

Os resultados alcançados permitiram observar a variação vertical da granulometria dos solos, possibilitando diferenciar as classes de solos, verificar tendências de agrupamentos e podem ser empregados para caracterização taxonômica de solos.

Trata-se de uma ferramenta com potencial de aplicação em diversas áreas da pedologia, entretanto, por se tratar de um método ainda pouco utilizado, a bibliografia é restrita e, portanto, outros estudos com estas ferramentas se fazem necessários.

## Referências

ARROUAYS, D.; MCKENZIE, N.; HEMPEL, J.; DE FORGES, A. R.; MCBRATNEY, A. B. [Eds.]. **GlobalSoilMap: Basis of the global spatial soil information system**. CRC Press. Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-1-138-00119-0. 2014. 494p.

BEAUDETTE, D.E., ROUDIER P., O'GEEN, A.T. Algorithms for Quantitative Pedology: A Toolkit for Soil Scientists. **Computers & Giosciences**. n. 52, p. 258-268. 2013.

CARVALHO JR, W.; PEREIRA, N. R.; CHAGAS, C. S.; BHERING, S. B.; CALDERANO FILHO, B. Pedologia

Quantitativa: o Perfil mediano e o Perfil Médio. In: XXXV **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Natal, RN, 2016.

McBRATNEY, A. B.; ODEH, I. O. A.; BISHOP, T. F. A.; DUNBAR, M. S.; SHATAR, T. M. An overview of pedometric techniques for use in soil survey. **Geoderma**, Amsterdam, v. 97, p. 293-327, 2000.

PINHEIRO, H. S. K.; CARVALHO JR, W.; CHAGAS, C. S.; ANJOS, L. H. C.; OWENS, P. R. Using soil depth functions to help separate Dystric from Xanthic Ferralsols in the landscape. In: **Digital Soil Morphometrics -Progress in Soil Science**. Springer, 2016.

THOMPSON, J. A.; ROECKER, S.; GRUNWALD, S.; OWENS, P. R. Digital Soil Mapping: Interactions with and Applications for Hydropedology. H.S. Lin [Ed.] **Hydropedology – Synergistic Integration of Pedology and Hydrology**, Academic Press, Elsevier, p. 665–709. 2012.

## INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO SOB DIFERENTES PREPAROS E CULTIVO DE SOJA

Daniel Fonseca de Carvalho<sup>1</sup>, Wilk Sampaio de Almeida<sup>2</sup>, Elói Panachuki<sup>3</sup>, Roniedison Menezes da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Professor Titular, Seropédica - RJ, [carvalho@ufrj.br](mailto:carvalho@ufrj.br);

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia;

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul.

**Palavras-chave:** conservação do solo e da água; taxa de infiltração; plantio direto.

A infiltração de água no solo pode ser alterada por distintos fatores, como o preparo do solo e a cobertura vegetal. Desta maneira, práticas conservacionistas de manejo que minimizem o processo erosivo, a exemplo o plantio direto e a manutenção de cobertura vegetal sobre a superfície, favorecem o processo de infiltração de água no solo. No cerrado brasileiro, a soja (*Glycine max*) é uma das principais culturas que ocupam áreas convertidas para exploração agrícola, com predomínio do preparo convencional do solo. No entanto, no Estado do Mato Grosso do Sul as áreas com uso de sistemas conservacionistas de manejo têm aumentado (PANACHUKI et al., 2010). Nas áreas sob preparo convencional, o revolvimento do solo diminui a capacidade de infiltração de água no solo, devido ao impacto das gotas de chuva sobre a superfície desprovida de cobertura vegetal (exposto) (CARVALHO et al., 2015).

Neste estudo foi avaliado o efeito do preparo convencional do solo e do plantio direto na infiltração de água e na taxa de infiltração estável em solo cultivado com soja.

O ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico da área possui 770 g kg<sup>-1</sup> e 120 g kg<sup>-1</sup> (0-24 cm); 610 g kg<sup>-1</sup> e 250 g kg<sup>-1</sup> (50-65 cm) de areia e argila (SCHIAVO et al., 2010), respectivamente. A área possui declividade de 0,03 m m<sup>-1</sup> e se localiza na transição dos biomas Cerrado e Pantanal, no município de Aquidauana – MS. O clima é do tipo Aw (tropical úmido), com média anual de precipitação de 1400 mm. Os tratamentos foram soja (*Glycine max* L.) cultivada sob preparo convencional do solo (PC), no sentido morro abaixo, e soja (*Glycine max* L.) em sistema de plantio direto (PD), com delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições em cada tratamento. O preparo convencional do solo foi caracterizado por uma gradagem aradora, seguida de duas gradagens niveladoras e a cultivar de soja utilizada foi a SYN 9074 RR. As chuvas foram aplicadas com o infiltrômetro de aspersão portátil InfiAsper (ALVES SOBRINHO et al., 2008), calibrado com intensidade de precipitação de 60 mm h<sup>-1</sup> e tiveram duração de uma hora, após início do escoamento superficial. As parcelas experimentais (0,70 m<sup>2</sup>) que recebiam a precipitação eram contornadas por chapas retangulares de aço galvanizado, permaneceram fixas no campo durante o estudo, e possuíam estrutura em forma de funil em um dos lados que permitia a coleta do escoamento superficial. A lâmina de água infiltrada (LAI) foi obtida pela diferença entre a lâmina aplicada e a lâmina de escoamento superficial (LES). A LES foi calculada a cada minuto pela relação entre o volume de água escoado e a área da parcela experimental e, posteriormente, a taxa de infiltração, pela relação entre a LAI e o tempo de coleta considerado. A taxa de infiltração estável (TIE) era obtida quando a LES se tornava constante. Os valores de taxa de infiltração estável foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre as épocas pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade.

A taxa de infiltração decresce rapidamente após o início do escoamento superficial no PC. Em PD,

a TIE foi maior que aquela obtida em PC nas duas épocas (46,44 e 39,32 mm h<sup>-1</sup>; 23,6 e 20,03 mm h<sup>-1</sup>, para PD e PC ao zero e 40 DAS, respectivamente). Inicialmente em PD, os resíduos da cultura anterior (milho) sobre o solo associada à ausência de revolvimento do solo favorece maior infiltração de água no solo e, aos 40 DAS, além desses fatores, a maior cobertura vegetal da soja diminuiu a velocidade final das gotas, favorecendo maior infiltração de água (SANTOS et al., 2014). Deste modo, a alteração da infiltração de água no solo pela combinação entre época e sistema de cultivo é mais influenciada pelo preparo do solo e por resíduos vegetais sobre o solo, sobretudo no início do ciclo de cultivo. Após 40 DAS, foi observado aumento da taxa de infiltração de água no solo com o desenvolvimento da cultura da soja. A infiltração de água no solo e a taxa de infiltração estável são maiores em sistemas conservacionistas de manejo, sem revolvimento do solo, e com permanente cobertura vegetal sobre a superfície do terreno, o que reforça a eficiência destes sistemas no aumento da infiltração de água e redução da erosão do solo.

## Referências

- ALVES SOBRINHO, T.; MACPHERSON, H.G.; GÓMEZ, J.A. A portable integrated rainfall and overland flow simulator. **Soil Use Management**, v.24, p.163-170, 2008.
- CARVALHO, D.F.; EDUARDO, E.N.; ALMEIDA, W.S.; SANTOS, L.A.F.; ALVES SOBRINHO, T. Water erosion and soil water infiltration in different stages of corn development and tillage systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.11, p.1076-1082, 2015.
- PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; VITORINO, A.C.T.; SOUZA, C.M. A.; URCHEI, M.A. Rugosidade da superfície do solo sob diferentes sistemas de manejo e influenciada por chuva artificial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.443-451, 2010.
- SANTOS, M.A.N.; PANACHUKI, E.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P.T.S.; RODRIGUES, D.B.B. Water infiltration in an Ultisol after cultivation of common bean. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.1143-1152, 2014.
- SCHIAVO, J.A.; PEREIRA, M.G.; MIRANDA, L.P.M.; NETO, A.H.D.; FONTANA, A. Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.4, p.881-889, 2010.



## INFLUÊNCIA DE DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO E DE PREPARO NA QUALIDADE FÍSICA DO SOLO

Guilherme Anghinoni<sup>1</sup>, Cássio Antonio Tormena<sup>2</sup>, Ivan Gabriel Ruiz Scarabeli<sup>1</sup>, Leandro Zancanaro<sup>3</sup>, Claudinei Kappes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Doutorado, Maringá - PR, *gui.anghi@gmail.com*; <sup>2</sup>Professor associado do Departamento de Agronomia; <sup>3</sup>Fundação MT.

**Palavras-chave:** densidade do solo; rotação de culturas; sistemas de preparo.

A região Centro-Oeste tem contribuído expressivamente com a produção de grãos do Brasil. Por outro lado, a produtividade de soja desta região tem apresentado estabilidade ao longo das últimas dez safras agrícolas. Tecnologias básicas e comprovadamente benéficas para a produção agrícola nem sempre são utilizadas corretamente. Utilizando culturas com sistema radicular menos sensíveis a impedimentos físicos do solo (compactação) e com elevados aportes de matéria seca ao solo, a rotação de culturas (RC) executada de forma adequada se torna muito benéfica na produção agrícola. Além disso, a utilização de sistemas de preparo conservacionistas como o sistema de plantio direto, também tem demonstrado melhorias na qualidade física do solo em comparação àqueles em que há revolvimento do solo. Dessa forma, a discussão da qualidade física do solo (QFS) na região Centro-Oeste assume papel relevante visto a importância das propriedades físicas para a sustentabilidade dos sistemas de produção bem como pela carência de estudos dos impactos das práticas de cultivo na QFS. Este estudo testa a hipótese de que os indicadores de qualidade física de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, localizado no Centro-Oeste do Brasil, são influenciados pelos sistemas de preparo do solo (PD e PC) e pelo sistema de rotação de culturas. Assim, os objetivos deste estudo são quantificar nas camadas de 0,0-0,1 m, 0,1-0,2 m e 0,2-0,4 m, a porosidade total do solo (PT), a macroporosidade (MAC) e a densidade do solo (DS) sob dois esquemas de rotação de culturas e dois sistemas de preparo do solo.

O experimento foi instalado na safra 2008/2009 na Estação Experimental Cachoeira, município de Itiquira - MT, pertencente ao Programa de Manejo e Aducação da Fundação MT, com coordenadas geográficas 17° 09' S, 54° 45' W e 490 m de altitude acima do nível do mar. A região está sob o bioma Cerrado, cujo clima predominante, segundo classificação de Köppen, é o do tipo Aw de inverno seco. A precipitação anual média varia entre 1.200 e 1.800 mm e a temperatura média anual entre 22 e 23 °C. O solo da Estação Experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (SANTOS et al., 2013), com classe textural variando de argilosa a muito argiloso no perfil do solo. O experimento está implantado num delineamento em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. A parcela principal é constituída pelos sistemas de preparo do solo, compostos por preparo convencional e sistema de plantio direto (PC e SPD, respectivamente) e a subparcela é constituída pelos sistemas de produção, num esquema fatorial 6 x 2. As parcelas experimentais são constituídas de 44 linhas com 45 m de comprimento, espaçadas em 0,45 m entre si, para as culturas da soja e do milho. Dos seis tratamentos testados no experimento, foram selecionados dois, que quando relacionados aos sistemas de preparo do solo (PC e SPD) dão origem aos quatro tratamentos deste estudo. Os tratamentos são constituídos de um ciclo trianual de rotação, de modo que ao fim do terceiro ano de cultivo, inicia-se o ciclo novamente. O tratamento 1 (T1) é um esquema de rotação de culturas envolvendo o cultivo do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), do milheto (*Penisetum glaucum*)

por 2 anos consecutivos, e no terceiro ano, o cultivo da soja (*Glycine max* (L.) MERRIL) na safra de verão e do milho na safra de inverno. O tratamento 2 (T2) é um esquema de rotação mais complexo, já que envolve o cultivo de 6 culturas ao longo dos anos (milheto, algodoeiro, soja, *Crotalaria spectabilis* e milho consorciado com braquiária).

Para o estudo, amostras de solo indeformadas foram coletadas nas camadas de 0,0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,4 m entre os dias 5 e 10 de fevereiro de 2015, no sétimo ano após a implantação do experimento. Nos tratamentos T1 e T2, a cultura instalada era a soja (cultivar TMG 7262 RR) cuja semeadura foi realizada em 10 de novembro de 2014. Nesta época os demais tratamentos do experimento estavam sendo cultivados com algodoeiro. Após a retirada, as amostras foram envoltas em plástico PVC e papel alumínio, para evitar a perda de água durante o seu transporte, e permaneceram sob a refrigeração ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ) até a preparação para as análises no laboratório de física do solo do Departamento de Agronomia da UEM. As amostras foram saturadas durante 48 h, por meio da elevação gradual de uma lâmina de água numa bandeja, até atingir cerca de dois terços da altura das amostras. Após a saturação, as amostras foram pesadas e submetidas à tensão de 6 kPa em mesa de tensão, e posteriormente levadas para estufa a  $105^\circ\text{C}$  por 24 horas, transferidas para dessecadores, e pesadas novamente. A PT foi estimada pelo teor de água do solo na saturação, calculado pela diferença entre a massa saturada do solo e a massa de solo seco em estufa a  $105^\circ\text{C}$  (CLAESSEN et al., 1997), expressa em  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ . A MAC foi estimada através do volume de poroso drenados na tensão de 6 kPa (REYNOLDS et al., 2002), expressa em  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ . A Ds foi obtida pela relação entre a massa de solo seco e o volume da amostra (GROSSMAN; REINSCH, 2002), e expressa em  $\text{Mg m}^{-3}$ . A comparação entre os tratamentos foi realizada pelo teste de Tukey, à 5 % de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006).

Na camada de 0,0-0,1 m, somente os sistemas de preparo (PC e PD) influenciaram as variáveis medidas, sendo que o PC apresentou maiores valores de PT ( $\text{PC} = 0,56 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$  e  $\text{PD} = 0,50 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$ ) e MAC ( $\text{PC} = 0,16 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$  e  $\text{PD} = 0,06 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$ ) enquanto a maior Ds ocorreu sob PD ( $\text{PC} = 1,06$  e  $\text{PD} = 1,24$ ). Na camada de 0,1-0,2 m, somente houve diferença entre a PT dos sistemas de preparo, sendo que nesta camada o PC apresentou maior média ( $\text{PC} = 0,54 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$  e  $\text{PD} = 0,49 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$ ), e por isto, resultados opostos aos da camada mais superficial. Na camada de 0,1-0,4 m não houve influência dos sistemas de preparo nas variáveis medidas. Por outro lado, o T2 apresentou maiores PT ( $\text{T2} = 0,50 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$  e  $\text{T1} = 0,52 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$ ) e MAC ( $0,13 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$  e  $0,10 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$ ), enquanto a Ds foi maior sob o T1 ( $\text{T1} = 1,19 \text{ Mg m}^{-3}$  e  $\text{T2} = 1,14 \text{ Mg m}^{-3}$ ). Estes resultados indicam que, nesta camada, os valores de Ds, PT e MAC sofreram maior influência do sistema de rotação de culturas do que do sistema de preparo do solo.

A hipótese deste estudo foi comprovada, já que os indicadores de qualidade física do solo foram influenciados pelos sistemas de preparo e esquemas de rotação de culturas. Nas camadas de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m não houve influência dos esquemas de rotação de cultura, mas sim, maior porosidade e menor densidade do solo sob PC. Por outro lado, a utilização de um esquema de rotação de culturas mais complexo influenciou positivamente os indicadores de qualidade física do solo na camada de 0,2-0,4 m. O efeito do revolvimento nos tratamentos sob PC se restringiu à camada mais superficial.

## Referências

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4 ed. Jaboticabal, FUNEP, 2006.

CLAESSEN, M.; BARRETO, W.D.O.; PAULA, J.D.; DUARTE, M. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPq, 1997.

GROSSMAN, R.B.; REINSCH, T.G. 2.1 bulk density and linear extensibility. In: DANE, J.H.; Topp, C.G., eds. **Methods of soil analysis**, Soil Science Society of America, 2002. p.201-228.

REYNOLDS, W.D.; BOWMAN, B.T.; DRURY, C.F.; TAN, C.S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: Density and storage parameters. **Geoderma**, v.110, p.131-146, 2002.

SANTOS, H.G.D.; ALMEIDA, J.A.; OLIVEIRA, J.B.D.; LUMBRERAS, J.F.; ANJOS, L.H.C.D.; COELHO, M.R.; JACOMINE, P.K.T.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, V.Á.D. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília-DF, Brasil, EMBRAPA, 2013.

## COMPORTAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO DE BACIAS PAREADAS DE ORDEM ZERO COM E SEM TERRAÇO

Ana Lúcia Londero, Jean Paolo Gomes Minella, Fabio José Andres Schneider, Dinis Deuschle,  
Eduardo Friedrich

Universidade Federal de Santa Maria, Aluna de Pós-graduação em Ciência do Solo, Santa Maria - RS,  
*londeroanalucia@gmail.com*.

**Palavras-chave:** bacias pareadas; escoamento superficial; plantio direto.

A mudança climática é uma realidade mundial, a qual representa um desafio para sociedade do século 21 (IPCC, 2013), as principais causas são o aumento da emissão de gases do efeito estufa ocasionando um aumento da temperatura. Esse efeito faz com que os eventos pluviométricos ocorram de forma mais intensa e com irregularidade (KUNKEL et al., 2013), o que pode causar (enchentes, alagamentos, deslizamentos, erosão de solo, assoreamento, entre outros), processos que alteram os recursos naturais.

Buscando minimizar os prejuízos ambientais ocasionados pela mudança do clima, buscou-se o desenvolvimento de uma agricultura mais conservacionista, preocupada com a segurança alimentar da população, além da conservação do solo e da água (DELGADO; LI, 2016). O Brasil é considerado pioneiro na implantação de práticas conservacionistas, com destaque ao sistema plantio direto, que atinge uma área de 32 milhões de ha (FEBRAPDP, 2014), porém a maioria das áreas cultivadas com o sistema não segue os três princípios da sua formação: não revolvimento do solo, manutenção da palhada e a rotação de cultura. Essa negligência e desmotivação pela prática, tem causado a redução da taxa de infiltração, e o aumento no escoamento superficial (DIDONÉ et al., 2015).

Forte atuação do fenômeno El Niño no sul do país, nos anos de 2014 e 2015, ocasionaram precipitações com altos índices pluviométricos em curto espaço de tempo, ocasionando altos volumes de escoamento superficial, mesmo sob sistema plantio direto, gerando energia suficiente para causar a mobilização da palhada e iniciar o processo de desagregação do solo (DIDONÉ et al., 2015).

A abordagem de estudos na escala de encosta agrícola representa situações próxima do interesse do produtor rural. O objetido do estudo monitorar o comportamento hidrológico e sedimentológico em áreas de produção agrícola, em eventos de alta magnitude que ocorreram durante o período de El Niño.

O estudo foi conduzido na área experimental da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) em Júlio de Castilhos, região central do estado Rio Grande do Sul (RS). O clima da região é o subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas e o solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argissólico (EMBRAPA, 2013).

O monitoramento realizado nas bacias pareadas de ordem zero assim denominadas por apresentarem características geomorfológicas semelhantes e canal efêmero (talvegue). Foram alocadas nos limites naturais do relevo, com a construção de camalhões de terra para definir com exatidão os limites e evitar a entrada e a saída de água.

O diferencial criado, entre as duas bacias pareadas foi a construção de terraços. Uma bacia foi mantida sem terraço (ST) e na outra foram construídos cinco terraços de infiltração (CT). Para alocação e dimensionamento dos terraços utilizou-se o *software* Terraço for Windows. A declividade

média na ST e de 6,8 % e na CT é de 7,1 %. Em ambas o manejo de cobertura realizado foi o binômio soja-trigo.

O monitoramento de eventos chuva-vazão ocorreu no período de julho de 2014 a dezembro de 2015, em diferentes condições de cobertura de solo. No talvegue das duas bacias foi instalado um vertedouro tipo H para o monitoramento dos fluxos de água e de sedimentos. O monitoramento da vazão (Q) foi realizado com o auxílio de um linígrafo (sensor de pressão) e a precipitação monitorada por meio de um pluviógrafo com leituras realizadas a cada dois minutos e também dois pluviômetros que mede a precipitação acumulada durante o período.

Para determinação da concentração de sedimento em suspensão (CCS) as amostras foram coletadas manualmente. Posteriormente encaminhadas para o Laboratório de Hidrossedimentologia da UFSM, submetidas a análise pelo método de evaporação para determinação da produção de sedimento a cada evento.

Foram monitorados quatro eventos chuva/vazão nas bacias ST e CT com diferentes magnitudes de precipitação, diferentes culturas e condições de cobertura do solo, os quais ocorreram nos dias (20/07/14 = 65 mm, 08/10/15 = 165 mm, 23/12/15 = 90 mm e 24/12/15 = 85 mm). Os eventos de alta magnitude que coincidem com umidade antecedente (de 5 dias) de 0 mm, 35 mm, 57 mm e 133 mm respectivamente e baixa cobertura do solo são responsáveis pelas maiores perdas de água e solo no sistema.

O evento 23/07/2014 com precipitação de 65 mm se caracteriza por um período de chuva inicial mais calmo sem muito escoamento seguido uma pancada mais intensa que gera o pico mais intenso e significativo de perdas, gerando uma condição de umidade antecedente muito importante para o momento de maior intensidade e volume de chuva. A duração do escoamento pendura por mais tempo na bacia ST em relação CT devido maior área de contribuição e nesse evento não ocorreu uma exaustão de sedimento em ambas bacias, isso ocorreu devido recente instalação do experimento.

Durante o período do monitoramento foi acompanhado um evento extremo de 165 mm, que resultou em perdas significativas de água na bacia ST que chegou 71 mm e coeficiente de escoamento de 44 % na Bacia CT o volume perdido correspondeu 30 mm e um coeficiente de escoamento de 18 %. Sendo que adoção de uma prática complementar como o terraceamento conseguiu reduzir as perdas de água em mais de 50 % para este evento.

Isso indica que em condições de baixa cobertura do solo e uma alta umidade antecedente aceleram o processo de escoamento superficial, aumentando desta forma a energia contida neste escoamento e causando problemas de erosão. Nos eventos que ocorreram no dia 23 e 24/12/ 2015 em condição de solo próximo a saturação o fator que reduziu as perdas de solo foi rugosidade superficial gerada pela semeadura da cultura soja (*Glycine max*). Porém, ainda assim, na bacia ST o coeficiente de escoamento foi em média de 6 %.

As perdas de solo foram quantificadas nas duas bacias. No evento extremo do dia 8/10/2015, devido boa cobertura do solo pela cultura do trigo (*Triticum* sp.) que se encontrava em estágio reprodutivo, as perdas totais de solo foram em torno de 80 kg. No entanto o volume de água perdido foi em torno de 354 m<sup>3</sup>, este escoamento superficial possuía energia suficiente para desagregar e transportar sedimento da lavoura e carregá-lo até o leito dos rios.

As perdas sedimentológicas são reduzidas em condições de boa cobertura do solo, mas o mesmo não ocorre para as perdas de água. Demonstrando que o plantio direto não consegue amortizar o

escoamento superficial, mesmo em condições de boa cobertura de fitomassa. Por isso, práticas mecânicas devem ser dimensionadas e alocadas para controlar esses eventos de alta a extrema magnitude, que resultam nas maiores perdas para o sistema.

Cabe ressaltar que o uso de prática complementar auxilia na redução das perdas de água e que as perdas de solo são mais significantes em condições de baixa cobertura do solo. Agricultura conservacionista deve estar preparada para eventos de alta e extrema magnitude, pois são esses os responsáveis pelos maiores danos e desencadeamento dos processos erosivos.

## Referências

DELGADO, J. A.; LI, R. The Nanchang Communication about the potential for implementation of conservation practices for climate change mitigation and adaptation to achieve food security in the 21st century.

**International Soil and Water Conservation Research**, p. 1–3, 2016.

DIDONÉ, E. J. et al. Impact of no-tillage agricultural systems on sediment yield in two large catchments in Southern Brazil. **Journal of Soils and Sediments**, v. 14, n. 7, p. 1287–1297, 2014.

FEBRAPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. <http://www.febrapdp.org.br>. Acessado em 14 de agosto de 2015.

IPCC. **Summary for Policymakers. Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, p. 33, 2013.

KUNKEL, K. E. et al. Probable maximum precipitation and climate change. **Geophysical Research Letters**, v. 40, n. 7, p. 1402–1408, 2013.

## PERDAS DE SOLO POR EROSÃO HÍDRICA, EM SULCOS E ENTRE SULCOS, UTILIZANDO VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO

Marx Leandro Naves Silva, Bernardo Moreira Candido, Sthéfanny Sanchez Frizzarim, Wellington de Lima, Paulo Siqueira Junior

Universidade Federal de Lavras, Professor, Lavras - MG, [marx@dcs.ufla.br](mailto:marx@dcs.ufla.br).

**Palavras-chave:** aerofotogrametria; modelo digital de elevação; VANT.

O monitoramento dos processos que contribuem na evolução da erosão hídrica tem se mostrado de grande importância na execução do planejamento conservacionista do solo e na redução dos impactos ambientais, e consequentemente econômicos, utilizando técnicas que permitam obter diagnósticos precisos em curto espaço de tempo. Nas últimas décadas, a tecnologia de veículos aéreos não tripulados (VANT) tem chamado a atenção para a realização de mapeamento fotogramétrico, devido ao seu baixo custo operacional, facilidade na obtenção de dados e automatização do processo de aquisição das imagens. Recentemente, a aplicação e desenvolvimento de estudos em aerofotogrametria com o uso de VANT na obtenção de imagens da superfície terrestre têm crescido e sido aperfeiçoado, e seu uso tem sido usado para mapeamento nas mais diversas áreas da ciência (PEREIRA; TAMAMARU, 2013). Todavia, com relação aos estudos sobre modelagem, os trabalhos que envolvem esse tipo de estudo ainda são bastante escassos, não existindo uma legislação específica e nem diretrizes particulares na regulamentação e operação de tais aeronaves no espaço aéreo brasileiro. Apesar de ainda não ter sido consolidada como uma metodologia padrão na obtenção de imagens da superfície terrestre, o desenvolvimento recente de análise de técnicas de aerofotogrametria obtidas por VANT, utilizadas em conjunto com programas de modelagem, tem se mostrado uma técnica bastante promissora e de elevada potencialidade no que se refere a análise de perdas de solo por erosão hídrica. Este estudo teve como objetivo quantificar as perdas de solo utilizando a aerofotogrametria digital por meio de imagens captadas por VANT. O levantamento foi realizado na Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, MG, entre os dias 23/05/16 e 04/08/16, em CAMBISSOLO HÁPLICO, onde foi instalado um talhão coletor de 4 m x 12 m, declividade média de 23 %, mantido descoberto e com 14 pontos de controle georreferenciados em seu entorno. O período foi dividido em três intervalos de tempo (T1, T2 e T3) para melhor comparação mês a mês das perdas de solo, sendo T1 (23/05 – 06/06), T2 (06/06 – 15/07) e T3 (15/07 – 04/08). As imagens foram obtidas pelo VANT DJI *Phantom3* profissional modelo quadricóptero. Os voos foram manuais, tiveram duração aproximada de 10 minutos, com altura média de 5 m. Registrou-se 40 fotos por voo, com 60 % de sobreposição. Foram utilizados três diferentes softwares para o processamento das imagens: *PhotoScan Pro1.2.6* (AGISOFT, 2016), para alinhamento, georreferenciamento e geração das nuvens de pontos; *Cloud Compare 2.7* (CLOUD COMPARE, 2016), para comparar e sobrepor as nuvens de pontos, e o *Surfer 12* (Golden Software, LLC), para gerar o modelo digital de elevação (MDE), calcular o volume de solo perdido e gerar os mapas de perda de solo. A precisão vertical e horizontal dos modelos gerados foi calculada com base no erro quadrático médio em relação aos pontos de controle. Os valores de elevação contidos nos pontos de cada nuvem foram interpolados por triangulação, formando o MDE da área. Foi adotada resolução de célula de 0,02 m para o MDE. Os resultados mostraram perdas totais de 89 Mg ha<sup>-1</sup> durante o período estudado, sendo 25, 50, e



14 Mg ha<sup>-1</sup> para T1, T2 e T3, respectivamente. Em estudo conduzido por Silva et al. (2009), foram encontrados valores de perda de solo descoberto em torno de 175 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para a mesma área avaliada no presente trabalho. Além disso, visando obter maior detalhamento das perdas de solo ao longo do talhão, foram gerados mapas de diferença entre os MDEs. Os resultados expressam a dinâmica da erosão laminar e as variações das perdas de solo entre os intervalos comparados, o que nos possibilita a visualização do comportamento da erosão ao longo do talhão coletor. Assim, o uso de VANT para modelagem de perdas de solo pode servir de instrumento para auxiliar na construção de novas tecnologias, no controle e prevenção dos processos erosivos, assim como, contribuir para o melhor entendimento dos fenômenos envolvidos na erosão hídrica visando a mitigação de impactos ambientais em áreas urbanas e rurais.

Os autores agradecem ao CNPq, a CAPES e a FAPEMIG, pelo suporte financeiro a pesquisa e pelas bolsas de estudos concedidas.

## Referências

AGISOFT, PHOTOSCAN PRO, v. 1.2.6. Disponível em: <http://www.agisoft.ru/products/photoscan>

CLOUD COMPARE (version 2.7) [GPL *software*]. (2016). Disponível em: <http://www.cloudcompare.org/>

GOLDEN SOFTWARE, LLC. GOLDEN, CO. Disponível em: [www.goldensoftware.com](http://www.goldensoftware.com)

PEREIRA, O.J.R.; TAMAMARU, R. Geração de modelos digitais de elevação com base em técnicas de estereoscopia digital, por meio de imagens VANT: Subsídio a identificação de manchas de desmatamento em áreas de preservação permanente. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M. Erosividade da chuva e erodibilidade de cambissolo e latossolo na região de Lavras, sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.33, p.1811-1820, 2009.

## CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA SATURADA DO SOLO MEDIDA POR DIFERENTES METODOLOGIAS NA CULTURA DO MILHO

Henrique Sasso Favilla, Cássio Antonio Tormena, Ivan Gabriel Ruiz Scarabeli, Rafaela Watanabe, Guilherme Anghinoni

Universidade Estadual de Maringá, Mestrando, Maringá - PR, [henrique.favilla@gmail.com](mailto:henrique.favilla@gmail.com).

**Palavras-chave:** condutividade hidráulica saturada; técnica de campo; comparação entre técnicas.

A dinâmica da água no solo é de grande importância devido sua influência em processos ligados ao desenvolvimento das culturas, à erosão e lixiviação de íons no solo, dentre outros. A condutividade hidráulica do solo saturado ( $K_{sat}$ ) representa a facilidade com que a água se infiltra no solo e a capacidade deste solo em transportá-la pelo perfil. Existem muitas técnicas propostas, tanto de campo como laboratoriais, para a determinação da  $K_{sat}$ . Jong Van Lier e Libardi (1999) consideram que determinar a condutividade hidráulica saturada no campo é uma representação melhor das condições reais quando comparado aos métodos laboratoriais que utilizam pequenas amostras de solo. Porém, o método do perfil instantâneo, o principal método de determinação de  $K_{sat}$  no campo, é trabalhoso e exige um grande dispêndio de mão de obra e tempo para sua realização. Por isso novas metodologias têm sido desenvolvidas e testadas para simplificar tais medidas no campo.

Um método que chama a atenção, para obtenção de condutividades hidráulica saturada no campo, foi proposto por Bagarello et al. (2004). Este método denominado “Simplified Falling Head Technique for Rapid Determination of Field-Saturated Hydraulic Conductivity” (SFH) é uma adaptação da técnica laboratorial de medida da  $K_{sat}$  com permeâmetro de carga variável. O objetivo deste trabalho foi avaliar se a metodologia proposta por Bagarello et al. (2004) é eficiente para a determinação da condutividade hidráulica saturada no campo em comparação com o método de Carga Constante para amostras indeformadas (CHC) proposto por Reynolds e Elrick (2002).

O trabalho foi conduzido na unidade de desenvolvimento tecnológico da Cocamar, localizado no município de Floresta, Paraná, que apresenta médias anuais de temperatura e precipitação pluvial de 22 °C e 1.450 mm, respectivamente e clima dominante classificado como Cfa. O solo foi identificado como LATOSSOLO VERMELHO distroférrico (EMBRAPA, 2013). A análise granulométrica da área indicou 785 g kg<sup>-1</sup> de argila e 140 g kg<sup>-1</sup> de areia para camada de 0-10 cm. A área é cultivada em plantio direto, sendo utilizada a cultura da soja no verão e trigo (*Triticum* spp.), aveia (*Avena* spp.) ou milho (*Zea mays*) no inverno com ou sem braquiária em consórcio, semeada na entrelinha.

Foram realizadas 40 medidas, no campo, para determinação da  $K_{sat}$ , as quais foram divididas em quatro tratamentos de sistema de manejo na entrelinha da cultura do milho: posição de amostragem relativa à linha da cultura do milho, à entrelinha de milho com braquiária, entrelinha da cultura do milho sem tráfego de máquinas e entrelinha da cultura do milho com tráfego do rodado da colhedora. A área estava sendo cultivada com um consórcio de milho e braquiária na entrelinha, com a particularidade da braquiária estar presente em apenas metade das entrelinhas de milho, sendo o padrão de distribuição sempre intercalado entre uma entrelinha com a gramínea e uma entrelinha sem a gramínea.

Para determinação da  $K_{sat}$  em laboratório, utilizando um permeâmetro com carga constante, foram retiradas ao lado de cada um dos 40 pontos citados acima, uma amostra com estrutura

indeformada da camada de 0-10 cm de profundidade. Estas amostras foram saturadas com água e submetidas a uma carga constante definida por uma coluna de água de 4 cm, por um tempo pré-determinado.

Para a determinação da condutividade hidráulica saturada ( $K_{sat}$ ) no campo utilizamos a Simplified Falling-Head Technique (SFH), proposta por Bagarello et al. (2004), cuja técnica consiste em aplicar rapidamente um pequeno volume de água,  $V = 330 \text{ cm}^3$ , na superfície do solo confinada por um cilindro de 14 cm de diâmetro, que foi inserido até 10 cm de profundidade no solo, e medir o tempo  $t$  (s) desde a aplicação da água até o instante que não haja mais água cobrindo a superfície do solo. Além do tempo necessário para a infiltração lâmina de água no solo, essa técnica exige a medida da umidade inicial do solo, que foi obtida por meio do secamento de amostras de solo. Como uma forma de homogeneizar as condições da área após um longo período seco, foi simulado uma chuva equivalente a 50 mm um dia antes da amostragem.

A normalidade dos dados de  $K_{sat}$  foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk e quando não houve normalidade os dados foram log-transformados. Para ambos os métodos de medida, os valores de  $K_{sat}$  foram comparadas para cada tratamento utilizando o intervalo de confiança da média ( $p < 0,05$ ) conforme Payton et al. (2000). Na ausência de sobreposição entre o limite inferior e superior do intervalo de confiança, consideramos que houve diferença significativa entre os tratamentos. Além disso, foi realizada a correlação simples de Pearson entre os dados log-transformados das  $K_{sat}$  determinadas pelos diferentes métodos.

Independente do método utilizado, verificou-se diferenças de  $K_{sat}$  entre os tratamentos. Contudo, para ambas as técnicas de medida, os tratamentos relativos as posições de amostragem referentes às linhas de milho (log  $K_{sat}$ : SFH = -1,32 e CHC = -1,95) e entrelinha com braquiária (SFH = -1,51 e CHC = -1,46) não diferiram significativamente, mas indicaram maior condutividade hidráulica que a entrelinha sem rodado (SFH = -2,86 e CHC = -3,26) e entrelinha com rodado da colhedora, (SFH = -4,41 e CHC = -4,25), os quais diferiram entre si. A comparação das médias obtidas pelas duas metodologias indica que a  $K_{sat}$  determinada em laboratório ( $K_{sat} = 1,41 \times 10^{-2} \text{ cm s}^{-1}$ ) foi 1,59 vezes menor que a média da  $K_{sat}$  determinada pela SFH ( $2,26 \times 10^{-2} \text{ cm s}^{-1}$ ), com um coeficiente de variação 1,38 vezes maior para CHC do que para SFH (154 % contra 111 %). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Bagarello et al. (2004) quando propôs a técnica. A correlação entre os valores de log  $K_{sat}$ , log-transformados, encontrados para cada ponto de amostra foi de gem apresentou significância estatística, com  $r^2 = 0,8573$  ( $p = 0,05$ ). Os menores valores de  $K_{sat}$  obtidos com o uso de amostras indeformadas podem estar associados com potenciais alterações na porosidade do solo durante a retirada das amostras, com uma possível falta de saturação completa de amostras indeformadas no laboratório e com o confinamento da amostra no cilindro, reduzindo assim, os valores da condutividade hidráulica saturada das amostras.

A técnica SFH reduz o dispêndio de energia e tempo associados com as determinações de  $K_{sat}$  no campo, já que os equipamentos e a metodologia utilizada são simples podendo ser muito bem executada por dois operadores ou até individualmente e o tempo gasto nas medições fica, geralmente, dentro do período necessário para a retirada das amostras indeformadas. Os resultados deste trabalho permitem concluir que a técnica proposta por Bagarello et al. (2004) pode ser aplicada como metodologia de campo para determinações de  $K_{sat}$  como atributo diagnóstico que pode auxiliar na melhor definição de práticas de manejo para controle do escoamento superficial e melhoria da infiltração de água no solo.

## Referências

BAGARELLO, V., LOVINO, M., ELRICK, D.E.,. A simplified falling-head technique for rapid determination of field-saturated hydraulic conductivity. **Soil Science Society of America Journal**, v.68, p.66–73, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, Brasília, Sistema de Produção de Informação, 2013. 353p.

JONG van LIER, Q.; LIBARDI, P.L. Variabilidade dos parâmetros da equação que relaciona a condutividade hidráulica com a umidade do solo no método do perfil instantâneo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.23, p.1005-1014, 1999.

PAYTON, M.E.; MILLER, A.E. & RAUN, W.R. Testing statistical hypotheses using standard error bars and confidence intervals. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, v.31, p.547-551, 2000.

REYNOLDS, W.D.; ELRICK, D.E. Constant Head Soil Core (tank) Method. DANE, J.H.; TOPP, C.G. (Eds.), **Methods of Soil Analysis**, Part. Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, 2002, pp. 804–808.

## TAXA DE COBERTURA E APORTE DE MATÉRIA SECA POR PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Ana Regina Dahlem Ziech<sup>1</sup>, Paulo Cesar Conceição<sup>2</sup>, Carlos Theodoro Heberle<sup>2</sup>, Cidimar Cassol<sup>2</sup>,  
Magnos Fernando Ziech<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Santa Helena, Professora, Santa Helena - PR, [anaziech@utfpr.edu.br](mailto:anaziech@utfpr.edu.br); <sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos.

**Palavras-chave:** proteção do solo; manejo e conservação do solo.

O sistema plantio direto constitui o modelo de cultivo predominante no cenário agrícola da região Sul do país, em função dos benefícios proporcionados por esta prática conservacionista.

Desse modo, a inserção de espécies de plantas de cobertura para proteção do solo e aporte de biomassa em cobertura torna-se indispensável para atender os requisitos do sistema, pois, de acordo com Derpsch (2013) para a sustentabilidade do sistema plantio direto nos trópicos e subtropicais, são necessárias adições anuais mínimas de 8.000 a 12.000 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca. Entretanto, percebe-se rotineiramente que as áreas agrícolas que utilizam o plantio direto, não satisfazem essa recomendação, fato este que aliado a ausência de outras práticas conservacionistas, tornam o sistema falho.

Portanto, um dos grandes desafios é estimular a inserção de espécies para cobertura do solo, a fim de reduzir as áreas que permanecem temporariamente em pousio hibernar, buscando assim atender parcialmente as premissas básicas de um sistema plantio direto de qualidade.

O trabalho teve por objetivo avaliar as plantas de cobertura hibernais quanto a taxa de cobertura do solo e o aporte de biomassa ao sistema plantio direto, durante três anos sob condições edafoclimáticas da região Sudoeste do Paraná.

O estudo foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O solo local é descrito como LATOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2013) com textura muito argilosa (773 g kg<sup>-1</sup> de argila, 224 g kg<sup>-1</sup> de silte e 3 g kg<sup>-1</sup> de areia) e o clima é classificado como Cfa.

O sistema plantio direto foi estabelecido em 2010, sob as seguintes condições químicas do solo (camada 0-20 cm): pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,3; índice SMP = 6,4; MO = 40,8 g kg<sup>-1</sup>; P (Mehlich-1) = 4,3 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 6,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 2,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB (soma de bases) = 9,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 12,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V (saturação por bases) = 70 %.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições, sendo utilizado os dados coletados em três anos de estudo (2012; 2013 e 2014).

As plantas de cobertura hibernais e densidade de semeadura utilizadas foram: Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb) 90 kg ha<sup>-1</sup>, Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) 50 kg ha<sup>-1</sup>, Centeio (*Secale cereale* L.) 50 kg ha<sup>-1</sup>, Tremoço Branco (*Lupinus albus* L.) 100 kg ha<sup>-1</sup>, Ervilhaca Comum (*Vicia sativa* L.) 40 kg ha<sup>-1</sup>, Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus* L.) 15 kg ha<sup>-1</sup>, consorciação entre aveia+ervilhaca 60+40 kg ha<sup>-1</sup> e aveia+ervilhaca+nabo 60+30+10 kg ha<sup>-1</sup>.

A semeadura mecanizada foi realizada na primeira semana do mês de maio (03/05) para os dois primeiros anos, e final de abril (25/04) em 2014. Utilizou-se o espaçamento de 17 cm entre linhas, exceto para o tremoço branco no ano 2012, com espaçamento de 50 cm entre linhas. Não foram realizadas adubações de base, nem de cobertura.

As avaliações da taxa de cobertura do solo pelas plantas de cobertura foram realizadas através do método fotográfico, com coletas de imagens em área delimitada por quadro metálico (0,5 x 0,5 m), posicionado sobre o solo em dois pontos fixos por parcela. As imagens foram capturadas semanalmente, utilizando câmera digital, posicionada a um metro de altura, aproximadamente, conforme método adaptado de Rizzardi e Fleck (2004). Sobre cada imagem, em meio digital, foi inserido um quadriculado com 100 pontos de intersecção, e realizada a quantificação dos pontos que coincidiam sobre as plantas de cobertura, estimando a taxa de cobertura do solo.

Aos 119, 118 e 103 dias após a semeadura, para os anos 2012, 2013 e 2014, respectivamente, foram coletadas amostras da parte aérea das plantas hibernais, em duas subamostras de 0,25 m<sup>2</sup> em cada parcela. O material coletado foi seco em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de  $\pm 60$  °C por 72 horas e pesado para obtenção da matéria seca. Foi aplicado aos dados, análise de variância e comparação das médias.

Os dados médios de três anos para taxa de cobertura do solo, promovida pelas plantas de cobertura hibernais aos 20 dias após sua semeadura, indicou os consórcios como sistemas que promoveram maior proteção do solo, atingindo 20 % de cobertura. Pelo desenvolvimento inicial lento o azevém, o centeio e a ervilhaca comum apresentaram neste mesmo período, as menores taxas de cobertura, entre 4 e 7 %.

Aos 34 dias após a semeadura o consórcio aveia+ervilhaca+nabo atingiu 50 % de cobertura do solo, não diferindo do consórcio aveia+ervilhaca. A ervilhaca comum apresentava apenas 12 % de cobertura. A aveia preta como cultura solteira, por sua vez, proporcionou 39 % de cobertura neste mesmo período, alcançando 50 % de proteção aos 41 dias.

O azevém, o centeio, o tremoço branco e a ervilhaca comum foram os sistemas que apresentaram os menores potenciais de cobertura do solo aos 48 dias após a semeadura, com taxas de cobertura entre 35 e 51 %. No mesmo período, a consorciação alcançou taxa de 83 % de cobertura do solo. O nabo forrageiro, consórcio aveia+ervilhaca e a aveia preta apresentaram proteção do solo intermediárias.

Aos 55 dias após a semeadura o nabo forrageiro proporcionou proteção do solo similar a utilização dos consórcios aveia+ervilhaca e aveia+ervilhaca+nabo, com taxas de proteção de 75, 88 e 91 % respectivamente. Resultados estes, similares ao de Calegari (1990), que indicam o nabo forrageiro como espécie com característica de crescimento inicial extremamente rápido, promovendo aos 60 dias após a emergência, cobertura de 70 % do solo.

Os sistemas que apresentavam a maior proteção do solo, ao longo de 62 dias após a semeadura, foram os consórcios, com taxa de cobertura de 94 e 95 %, diferindo-se dos demais sistemas com plantas de cobertura testados. Centeio, tremoço branco e ervilhaca comum, apresentaram-se como as espécies de menor potencial para cobertura do solo durante o período avaliado na região.

Pelo maior incremento de biodiversidade vegetal ao sistema, a consorciação promove, pelas características intrínsecas de cada espécie, a associação de benefícios ao sistema de produção, tais como maior capacidade de ciclagem de nutrientes, estímulo à biota do solo, além da fixação de nitrogênio com o uso de fabáceas (CHERR et al., 2006; SILVA et al., 2007).

Os maiores aportes de biomassa das plantas de cobertura hibernais foram obtidos mediante uso dos consórcios aveia+ervilhaca, aveia+ervilhaca+nabo e aveia preta solteira, atingindo 4.779, 4.839 e 5.464 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca adicionada ao sistema plantio direto.

O tremoço branco e nabo forrageiro produziram quantidades de biomassa intermediárias aos demais sistemas, com adição de 3.729 e 3.662 kg ha<sup>-1</sup>, não se diferindo do centeio (2.938 kg ha<sup>-1</sup>).

O azevém e a ervilhaca comum apresentaram-se entre os sistemas, como os de baixo potencial de aporte de matéria seca ao solo, com 2.410 e 2.375 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

A consorciação entre espécies proporciona elevada taxa de cobertura do solo durante todo o período, e aporta quantidade de matéria seca similar a aveia preta solteira.

## Referências

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no Sudoeste do Paraná**. Londrina: IAPAR, (Boletim Técnico, 35), 37p. 1990.

CHERR, C.M.; SCHOLBERG, J.M.S.; MCSORLEY, R. Green manure approaches to crop production: a synthesis. **Agronomy Journal**, v.98, p.302-319, 2006.

DERPSCH, R. Sistemas conservacionistas de produção: Como assegurar a sustentabilidade?, 2013. IN: NÉRI, Á. et al. Sistemas conservacionistas de produção e sua interação coma ciência do solo. III **Reunião Paranaense de Ciência do Solo**, Londrina –PR, 2013, 570p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G. Métodos de determinação da cobertura foliar da infestação de plantas daninhas e da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.34, p.13-18, 2004.

SILVA, A.A. da. et al. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, v.37, p.928-935, 2007.



## PERDA DE SEDIMENTOS, ÁGUA, P E Cu POR ESCOAMENTO SUPERFICIAL COM USO DE DEJETOS LÍQUIDO DE SUÍNOS

Patrícia Pretto Pessotto<sup>1</sup>, Vanderlei Rodrigues da Silva<sup>2</sup>, Giovanna Angelina Machado<sup>2</sup>,  
Rosemar de Queiroz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Doutoranda em Ciência do Solo, Lages - SC,  
*paty.pessotto@hotmail.com*; <sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria.

**Palavras-chave:** adubação orgânica; nutrientes; cobertura do solo.

Muito se tem discutido a respeito do meio ambiente, da qualidade do solo e, principalmente, da qualidade da água em várias partes do mundo, sendo a agricultura apontada como uma das importantes fontes de poluição, e a produção animal como o principal fator causador deste problema.

A principal causa da contaminação do solo e da água são às quantidades excessivas de dejetos que são aplicadas ao solo, além da capacidade de retenção do solo e utilização pelas plantas. Dificilmente as doses de DLS são balanceadas conforme a demanda dos cultivos e, ocorre acúmulo de nutrientes na camada superficial, provocando um desbalanceamento de nutrientes no solo que pode, em caso de enxurradas, ocorrer a perda destes nutrientes, juntamente com solo, por escoamento superficial.

Em contrapartida, a aplicação de DLS nas áreas agrícolas incrementa a quantidade de nutrientes no solo que contribuem para um melhor desenvolvimento da parte aérea das culturas, protegendo o solo contra o impacto da gota da chuva, reduzindo problemas com a erosão por salpicamento, selamento superficial e diminuição do escoamento superficial (SILVA JUNIOR et al., 2012) e melhora a estrutura solo.

Neste contexto, o trabalho visa determinar a influência de diferentes doses de dejetos líquidos de suínos nas perdas de sedimentos, água, P e Cu por escoamento superficial em um solo cultivado com feijão preto sob sistema plantio direto.

O trabalho foi desenvolvido em uma área experimental do Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen – RS, em um LATOSSOLO VERMELHO (SANTOS et al., 2013), de textura argilosa. O clima da região, conforme a classificação de Köppen é subtropical úmido, sem estiagens, tipo “Cfa” e a temperatura média anual varia entre 17° e 18 °C, com precipitação média anual de 1.680 mm (MALUF, 2000).

O experimento foi implantado em 2008, no formato de delineamento de blocos ao acaso, com seis tratamentos e três repetições, manejado em sistema plantio direto. Os tratamentos consistiram de quatro doses de dejetos líquidos de suínos (25, 50, 75 e 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), adubação mineral (NPK, recomendado para a cultura) e uma testemunha sem adubação (0). Foram realizadas oito aplicações de dejetos, entre o mês de outubro de 2008 e outubro de 2014, totalizando 200, 400, 600 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de dejetos líquidos de suínos, respectivamente, para as doses de 25, 50, 75 e 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Logo após a semeadura do feijão foram colocadas calhas coletoras de 0,25 m<sup>2</sup> interligadas a um recipiente de armazenamento (galão) em cada parcela para a coleta do material escoado após cada evento pluviométrico. Foi realizada a medição e coleta de amostras do material escoado, sendo este procedimento realizado durante todo o ciclo da cultura do feijoeiro (outubro de 2014 a janeiro de 2015). Para a determinação do volume de água escoada, foi realizada a medição do volume armazenado em cada galão e coletada uma amostra para proceder a análise de P disponível

e Cusolúvel presente em cada amostra. A determinação do Pdisponível foi realizada pelo método Mehlich-1 seguindo metodologia descrita em Tedesco et al. (1995). O Cusolúvel das amostras da solução escoada, foi determinado pela leitura da quantidade de cobre solúvel nessa amostra por espectrometria de absorção atômica.

Por meio de secagem de um volume conhecido de cada amostra determinou-se a quantidade de sedimentos erodidos em cada amostra. O volume total de água escoada, solo erodido, Cu e Zn foram quantificados em dois períodos (1º período – semeadura até o florescimento do feijoeiro; 2º período – florescimento até a colheita do feijoeiro).

No período que compreendeu a semeadura até o florescimento do feijoeiro a precipitação foi de 364 mm com intensidade máxima de precipitação de 30,2 mm h<sup>-1</sup> e do florescimento até a colheita a precipitação foi de 291,8 mm com intensidade máxima de precipitação de 41,2 mm h<sup>-1</sup>.

Quando comparamos o início e o final do desenvolvimento da cultura observou-se uma diminuição na perda de sedimentos de 99 e 96 % nos tratamentos com doses maiores de DLS (75 e 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), podendo ser justificado pela maior quantidade de nutrientes aplicados, promovendo um maior crescimento das plantas o que minimiza o impacto da gota da chuva, e consequentemente, reduz a desagregação das partículas de solo. No tratamento sem adubação (0), o crescimento do feijoeiro não protegeu totalmente o solo durante o ciclo, não reduzindo o impacto da gota da chuva sobre o solo, diminuindo em apenas 41 % a perda de sedimentos do 1º para o 2º período.

Na fase final do desenvolvimento do feijoeiro (após florescimento) a perda de água foi menor sendo praticamente nula nos tratamentos com maiores doses de DLS (75 e 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), o que pode ser justificado pelo acréscimo contínuo de material orgânico sobre o solo, o qual melhora a estrutura do mesmo, aumentando o volume de poros, juntamente com o maior desenvolvimento da parte aérea da cultura que minimiza o impacto da gota da chuva. Segundo Silva Júnior et al. (2012), a interceptação pelo dossel influencia na redistribuição da água da chuva, beneficiando no amortecimento das gotas, servindo como um sistema de proteção ao solo e favorecendo um melhor processo de infiltração.

As maiores quantidades de Cu e, principalmente, de transferido pelo escoamento no 1º período foram nas maiores doses de DLS. O que pode ser atribuído às aplicações sucessivas de dejetos ao longo de seis anos que promoveram aumento nos teores desses elementos na camada superficial do solo ficando mais suscetíveis a perdas. Foi observada, na solução escoada, 1,0 mg L<sup>-1</sup> de fósforo durante o ciclo do feijão na dose de 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de DLS, 7,5 vezes superior a testemunha sem adubação. No 2º período a redução nos teores de P variou de 70 % no NPK a 100 % na dose de 75 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, justificado pela diminuição da solução escoada.

A maior concentração de cobre (Cu) na solução escoada do 1º período ocorreu nas doses de 75 e 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de DLS. Concordando com Dal Bosco et al. (2008) que, em estudo com aplicação de água residuária de biodigestor em LATOSSOLO VERMELHO cultivado com soja e sob chuva simulada, também encontraram maiores concentrações de Cu por escoamento superficial nas maiores doses. No entanto, no 2º período ocorreu uma redução no teor de Cu perdido de 100 % e 86 % nas doses de 75 e 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de DLS, respectivamente.

Neste contexto, a utilização de dejetos líquidos de suínos em longo prazo e com aplicações sucessivas deve ser feita de forma cautelosa, evitando assim, prejudicar o meio ambiente e a saúde da população que consumir as águas dos corpos hídricos onde são descarregados esses elementos contidos nas enxurradas.

As doses de dejetos líquidos de suínos não influenciaram de forma direta no escoamento superficial.

A perda de água, sedimentos, P e Cu diminuiu do período antes do florescimento para o período após o florescimento.

## Referências

DAL BOSCO, T. C. et al. Aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja: cobre e zinco no material escoado e no solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, out./dez. 2008.

MALUF J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA JUNIOR, U. P. da et al. Partições pluviométricas pela cultura da soja. *Revista Brasileira Agricultura Irrigada*, v.6, n. 2, p. 106-114, 2012.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5).

## ESTABILIDADE DE AGREGADOS E CARBONO ORGÂNICO DE UM CAMBISSOLO SOB DOIS MANEJOS EM SEMEADURA DIRETA

Marco Segalla Prazeres<sup>1</sup>, Fabrício Tondello Barbosa<sup>2</sup>, Luiz Antonio Biasiolo<sup>1</sup>, Ildegardis Bertol<sup>1</sup>,  
Tercio Vaisnava Fehlaue<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestrando, Lages - SC, [marcosegalla@hotmail.com](mailto:marcosegalla@hotmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa.

**Palavras-chave:** escarificador; conservação do solo; plantio direto.

A qualidade estrutural do solo tem sido associada às condições físicas favoráveis ao desenvolvimento das plantas e com o movimento da água no perfil do solo (LIMA et al., 2003). A estabilidade da estrutura se modifica de acordo com as características intrínsecas do solo e com os sistemas de manejo e cultivo. O diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP) é um dos índices que aponta a estabilidade da estrutura frente à ação de desagregação da água no solo.

A semeadura direta é considerada um sistema de manejo conservacionista do solo, a qual envolve técnicas que visam aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, conservar ou melhorar o ambiente. Fundamenta-se no mínimo revolvimento do solo, cobertura permanente e rotação de culturas (DENARDIN et al., 2014). No entanto, entraves tecnológicos tem motivado o retorno aos métodos tradicionais de preparo do solo ou com algum tipo de mobilização, visando corrigir a excessiva compactação do solo em superfície, decorrente da ausência de revolvimento e do tráfego intensivo de máquinas agrícolas (TORMENA et al., 1998). A escarificação do solo é uma técnica de preparo reduzido, pulveriza menos o solo, afeta em menor grau a estabilidade dos agregados, mantém boa quantidade de resíduos na superfície, aumenta a rugosidade, a permeabilidade do solo e melhora as condições físico-hídrica-mecânicas do solo para o desenvolvimento vegetal, especialmente pela redução da resistência do solo à penetração. Por isso, a escarificação é prática adotada para reduzir a compactação (CAMARA, 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de uma única escarificação, em área manejada sob semeadura direta, na estabilidade de agregados em água e nos teores de carbono orgânico do solo.

O experimento foi conduzido em 2015, na Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages - SC. O solo é um CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico léptico, contendo 13, 45 e 42 % de areia, silte e argila, respectivamente (classe textural argilo-siltosa).

Os tratamentos foram formados por dois métodos de preparo do solo: semeadura direta, sem preparo do solo (SD) e semeadura direta submetida a uma única escarificação (SDE); e quatro camadas de solo: 0-0,05; 0,05-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m (esquema de parcelas subdivididas). As unidades experimentais tinham dimensões de 6 x 10 m, dispostas no delineamento de blocos ao acaso com três repetições. A mobilização do solo foi feita em junho de 2015, com escarificador composto por duas linhas de hastes desencontradas, sendo a linha dianteira formada por sete hastes e a traseira por seis hastes, com distância de 0,5 m entre elas. Antes da instalação dos tratamentos, a área vinha sendo conduzida sob semeadura direta nos últimos 10 anos.

Após o solo ser submetido a uma única escarificação, foram abertas trincheiras em todas as parcelas (SD e SDE) e coletadas amostras de solo nas quatro camadas previamente estabelecidas. A estabilidade de agregados foi determinada pelo método da via úmida padrão (KEMPER; CHEPIL,

1965). Para isso, agregados de solo entre 8,00 e 4,76 mm foram submersos em água em conjunto de peneiras com malhas de 4,76; 2,00; 1,00 e 0,25 mm, submetidos a agitação e, ao final, obtida a porcentagem de agregados por classe de tamanho e calculado o diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP). O carbono orgânico total do solo foi quantificado via combustão seca em forno a 900 °C, com leitura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) produzido e convertido em porcentagem de carbono na amostra, em aparelho Total Organic Carbon (TOC).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

A estabilidade de agregados, expressa pelo diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP), foi alterada significativamente pela escarificação na camada de 0,05-0,1 m, reduzindo o DMP de 5,65 mm na semeadura direta (SD) para 5,25 mm na semeadura direta submetida a uma única escarificação (SDE). Nas demais profundidades o índice DMP não variou estatisticamente, embora tenha se observado redução de 2 % no valor deste índice na SDE.

No tratamento SD o DMP decresceu em profundidade, variando de 5,67 a 5,10 mm, enquanto para SDE não houve variação significativa em função das camadas de solo, com valor médio de 5,27 mm. Este comportamento é explicado pelo fato de que na SD a ausência de mobilização manteve a estrutura original do solo na superfície, enquanto que na SDE a escarificação ocasionou a ruptura de agregados em frações menores.

A SDE ocasionou redução de 2, 10 e 4 % dos agregados maiores que 4,76 mm nas camadas de 0-0,05, 0,05-0,1 e 0,1-0,2 m, respectivamente, demonstrando efeito de fragmentação dos agregados maiores em unidades menores pela mobilização mecânica do solo. Na camada de 0,2-0,3 m a porcentagem de agregados por classe de tamanho foi praticamente a mesma para SD e SDE. De modo geral, os sistemas de manejo apresentaram maior proporção de agregados na classe > 4,76 mm, sendo de 71,6 e 76,8 % respectivamente para SDE e SD, na média das camadas de 0-0,2 m.

Os teores de carbono orgânico do solo (C org.) não apresentaram diferença ( $p < 0,05$ ) em função dos diferentes manejos. Para as camadas de solo de 0-0,05, 0,05-0,1, 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m, os teores foram respectivamente de 3,59, 2,96, 2,82 e 2,71 % em SDE e de 4,05, 3,14, 3,05 e 2,63 % em SD. Embora sem efeito significativo, pode-se constatar teores médios de C org. 0,46, 0,18 e 0,23 % menores na SDE, respectivamente para as três primeiras camadas de solo, e 0,08 % maior na última camada, em comparação à SD.

Em relação às camadas, houve decréscimo em profundidade dos teores de C org. em ambos os tratamentos (SDE e SD). No entanto o maior gradiente foi observado na SD, sendo o teor 54 % maior na primeira camada (0-0,05 m) em relação a última (0,2-0,3 m), enquanto na SDE o teor foi 32 % maior. Isso é explicado pelo revolvimento do solo em SDE, no qual as hastes do escarificador promovem homogeneização da massa de solo na camada preparada, reduzindo o gradiente de C org. formado pela ausência de revolvimento na SD.

Uma única escarificação em semeadura direta reduziu a proporção de agregados maiores que 4,76 mm na camada de solo de 0-0,2 m e diminuiu o diâmetro médio ponderado dos agregados na camada de 0,05-0,1 m em comparação à semeadura direta. A semeadura direta submetida a uma única escarificação promoveu redução no gradiente do carbono orgânico no perfil do solo e redução de 0,46 % no teor de carbono em superfície.

## Referências

- CAMARA, R.K. **Influência da escarificação do solo sob sistema plantio direto nas propriedades do solo e na cultura da soja**. 2004, 85f. Dissertação – UPF, Passo Fundo, RS, 2004.
- LIMA, C.L.R.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A.S.; SILVA, J.B. Estabilidade de agregados de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**. n.27, p.199-205, 2003.
- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; FAGANELLO, A.; COGO, N.P. Agricultura Conservacionista no Brasil: uma análise do conceito à adoção. In: LEITE, L.F.C.; MACIEL, G.A.; ARAÚJO, A.S.F. (eds). **Agricultura Conservacionista no Brasil**. 1.ed. Brasília: Embrapa, 2014. p.23-41.
- TORMENA, C.A.; ROLOFF, G.; SÁ, J.C.M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **R. Bras. Ci. Solo**. n.22, p.301-309, 1998.
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E.; CLARCK, F.E. (eds). **Methods of soil analysis**. Part 1, Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.499-510.

## ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO OESTE PARAENSE

José Augusto Amorim Silva do Sacramento<sup>1</sup>, Jéssica Conceição Nunes Silva<sup>2</sup>, Arystides Resende Silva<sup>3</sup>, Carlos Alberto Costa Veloso<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Oeste do Pará, Professor, Santarém - PA, [jose.sacramento@ufopa.edu.br](mailto:jose.sacramento@ufopa.edu.br);

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa; <sup>3</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Amazônia Oriental.

**Palavras-chave:** cumarú; mogno; produtividade.

Os teores e estoques de carbono e nitrogênio nos solos são peças chaves na prestação de serviços ambientais e econômicos, já que as mudanças no uso do solo poderão estar entre as principais fontes de emissão de gases do efeito estufa e baixa produtividade nos sistemas produtivos (BALDOTTO et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015). Neste contexto, objetivou-se avaliar neste trabalho as alterações promovidas nos estoques de carbono (C) e nitrogênio (N) nos diferentes sistemas de uso do solo, a saber: plantio de espécies florestais de mogno africano (AMA) e cumaru (ACU), área de agricultura (AA) e área de pasto (AP), comparativamente à condição de vegetação natural do bioma amazônico (MN) após 6 anos, em experimento instalado sobre um LATOSSOLO AMARELO textura argilosa.

A área experimental localiza-se na Fazenda Nossa Senhora Aparecida situada no município de Belterra, Pará, Brasil. O clima da região é classificado como Am segundo classificação de Köppen, o solo é classificado como LATOSSOLO AMARELO textura argilosa com vegetação predominante do tipo Ombrófila densa de terra firme (RODRIGUES, 2011). Foram realizadas coletas de amostras de solo deformadas e torrões nas profundidades, 0,0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m, com cinco repetições. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com uso de parcelas subdivididas. A determinação do carbono orgânico total do solo (COT) foi realizado por oxidação com dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ )  $0,167 \text{ mol L}^{-1}$  em meio ácido de acordo com Yeomans e Bremner (1988). O nitrogênio total (NT) foi quantificado por meio de digestão sulfúrica, seguida de destilação de Kjeldahl e titulação com ácido clorídrico (HCl)  $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ , conforme Bremner (1996). A densidade do solo foi determinada pelo método do torrão parafinado e os estoques de C e N foram calculados levando em consideração a multiplicação da densidade do solo, a espessura da camada e os teores de C e N no solo. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade utilizando o *software* ASSISTAT Versão 7.6 beta (2011).

Houve decréscimo do teor de C da camada superficial quando comparada à camada mais profunda avaliada, com redução de aproximadamente 39 % para a AA, 21 % a ACU, 48 % a AMA, 39 % AP e 43 % a MN. Estes resultados podem estar relacionados ao maior tempo requerido para a estabilização da matéria orgânica no solo dos diferentes sistemas de manejo e o maior incremento de matéria orgânica na camada superficial em virtude do aporte de material vegetal originado de folhas e galhos. Os teores de C foram significativos para as três profundidades em todas as áreas de manejo avaliadas ( $p < 0,01$ ) e não significativos para os tratamentos. Entre as camadas avaliadas, houve um acréscimo do estoque de C ao longo da profundidade. Esses resultados podem estar relacionados a fatores com a densidade do solo nas diferentes profundidades avaliadas, já que os teores dessa variável aumenta em função da profundidade, e os teores de C que diminuem conforme a profundidade. Já os estoques de C não obtiveram diferenças significativas entre as áreas avaliadas ( $p < 0,01$ ) nas três diferentes



profundidades, com distribuição dos dados semelhantes aos encontrados para os teores de C. No Somatório dos estoques de C das profundidades foi observado que a AA detém  $111,64 \text{ Mg C ha}^{-1}$ , com um incremento de 27 % nos estoques de C quando comparados à área de MN que obteve para a mesma variável o teor de  $81,15 \text{ Mg C ha}^{-1}$ . Estes resultados demonstram que os teores e estoques de carbono nos solos dos sistemas avaliados apresentaram alterações quanto a profundidade e as variações de cobertura, mesmo que não apresentem diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Os teores de N presente na ACU foram de  $1,60 \text{ g kg}^{-1}$ , resultado superior ao de MN ( $1,56 \text{ g kg}^{-1}$ ) e AP ( $1,36 \text{ g kg}^{-1}$ ), com decréscimo do teor de N ao longo das profundidades avaliadas e concentração dos teores na camada superficial do solo, 0,00-0,10 m com resultados semelhantes ao encontrados em estudo conduzido por Huang et al. (2016). O nitrogênio compõe de 3,3 à 7 % da matéria orgânica do solo, o que explica a maior concentração deste nutriente nas camadas superficiais. Os teores de N não obtiveram diferenças significativas entre as áreas de manejo, havendo diferenças entre as profundidades amostradas ( $p < 0,01$ ). Entre as camadas analisadas os maiores estoques de N foram encontrados na profundidade (0,20-0,40 m) com incremento de 30 % para AA já que na camada superficial o teor observado foi de  $2,45 \text{ Mg ha}^{-1}$  e na camada de 0,20-0,40 m este teor foi de  $3,51 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Para as outras áreas estudadas os estoques de N na camada 0,0-0,10 m e 0,20-0,40 m foram respectivamente: ACU  $2,08 \text{ Mg ha}^{-1}$ ;  $2,72 \text{ Mg ha}^{-1}$  com incremento de 13 %; AMA de  $2,25 \text{ Mg ha}^{-1}$ ;  $2,40 \text{ Mg ha}^{-1}$  com incremento de 6 %; AP  $1,95 \text{ Mg ha}^{-1}$ ;  $3,53 \text{ Mg ha}^{-1}$ , com incremento de 45 % e MN  $1,90 \text{ Mg ha}^{-1}$ ;  $2,45 \text{ Mg ha}^{-1}$  com incremento de 12 %.

Os estoques de N não foram significativos para os diferentes sistemas de manejo avaliados ( $p > 0,05$ ), havendo diferenças estatísticas em ( $p < 0,01$ ) e quando verificado a relação das áreas amostradas e as profundidades houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). No Somatório dos estoques de N de todas as profundidades foi observado que a AA detém  $7,64 \text{ Mg ha}^{-1}$ , com um incremento de 83 % nos estoques de N quando comparados à área de MN que obteve para a mesma variável o teor de  $6,36 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Já para a AP o teor observado foi de  $7,39 \text{ Mg ha}^{-1}$ , seguido da ACU com  $6,70 \text{ Mg ha}^{-1}$  e AMA com  $6,50 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Tais teores demonstram que os teores e estoques de N nos solos dos sistemas avaliados apresentaram alterações quanto à profundidade e as variações de cobertura, mesmo que não apresentem diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Os teores e estoques de C foram maiores nas camadas de 0,0-0,10 m na AA, AMA e ACU, diminuindo ao longo das camadas avaliadas. A AP estoca mais carbono ao longo das profundidades quando comparado aos demais sistemas. Os teores e estoques de nitrogênio foram maiores nas AMA e AA. As AA e AP estocam maiores teores de nitrogênio.

## Referências

- BALDOTTO, M. A.; VIEIRA, E. M.; BALDOTTO, L. E. B. Estoque e frações de carbono orgânico e fertilidade do solo sob floresta, agricultura e pecuária. **R. Ceres**. v.62, p.301-309. 2015.
- BREMNER, J. M. Nitrogen total. In: SPARKS, D.L., ed. **Methods of soil analysis. Part 3**. Madison, America Society of Agronomy, 1996. p.1085-1121 (SSSA Book Series, 5).
- HUANG, M.; ZHOU, X.; CAO, F.; ZOU, Y. Long-term effect of no-tillage on soil organic carbon and nitrogen in an irrigated rice-based cropping system. **Paddy and Water Environment**. v.14, p.367-371, 2016, Doi: 10.1007/s10333-0150506
- OLIVEIRA, E. S.; REATTO, A.; ROING, H. L. Estoques de carbono do solo segundo os componentes da paisagem. **Caderno de Ci. Tecnologia**. v.32, p.71-93, 2015.

RODRIGUES, T. E. **Caracterização dos solos da área do planalto de Belterra, município de Santarém, Estado do Pará.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2011. 54 p.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, JM. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication in Soil Science and Plant Analyses.** v.19, p.1467-1476, 1988.

## EFEITOS NO SOLO E NA PRODUÇÃO DE FITOMASSA DE UMA ÚNICA ESCARIFICAÇÃO EM SEMEADURA DIRETA

Marco Segalla Prazeres<sup>1</sup>, Fabrício Tondello Barbosa<sup>2</sup>, Ildegardis Bertol<sup>1</sup>, Tercio Vaisnava Fehlaue<sup>1</sup>,  
Luran Monteiro Muzeka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestrando, Lages - SC, [marcosegalla@hotmail.com](mailto:marcosegalla@hotmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa.

**Palavras-chave:** compactação; conservação do solo; infiltração de água.

Os sistemas de manejo do solo para produção agrícola devem contribuir para manutenção ou melhoria da qualidade do solo, bem como obter adequadas produtividades das culturas (COSTA et al., 2003). O sistema semeadura direta tem se destacado nas últimas décadas, visando à conservação do solo e amparado na rotação de culturas, não revolvimento do solo, manutenção dos resíduos culturais na superfície e aporte contínuo de matéria orgânica ao solo. Entretanto, o não revolvimento aliado ao tráfego excessivo de máquinas acarreta alterações na sua estrutura que, associada à reduzida rugosidade superficial, podem ser desfavoráveis à infiltração de água (CAMARA; KLEIN, 2005). Neste contexto, a escarificação esporádica do solo em áreas sob semeadura direta vem se tornando prática comum aos agricultores.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de uma única escarificação em semeadura direta sobre a densidade, porosidade e infiltração de água no solo e no rendimento de biomassa de três espécies vegetais.

O trabalho foi realizado na Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages - SC, entre junho e novembro de 2015. O solo é um CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico léptico, classe textural argilo-siltosa (42 % argila, 45 % de silte e 13 % de areia). A área experimental, historicamente com campo natural, foi cultivada por 15 anos, sendo os últimos 10 anos sob semeadura direta.

Avaliaram-se os manejos do solo: a) semeadura direta (SD), caracterizada pela ausência de preparo do solo; e b) semeadura direta submetida a uma única escarificação (SDE). As parcelas tinham dimensões de 6 x 10 m, dispostas em blocos ao acaso com três repetições. A escarificação do solo foi realizada em junho de 2015, com implemento escarificador composto por duas linhas de hastes desencontradas, sendo a linha dianteira formada por sete hastes e a traseira por seis hastes, distanciadas 0,5 m entre elas.

Imediatamente após implantação dos diferentes manejos, coletaram-se amostras de solo em anéis volumétricos em quatro camadas (0-0,05; 0,05-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m). Determinou-se a densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macroporos (Ma) e microporos (Mi). Para isso as amostras foram saturadas, acondicionadas em mesa de tensão a 6 kPa e secas a 105 °C (EMBRAPA, 1997). Para análise física do solo considerou-se as profundidades como subparcelas, constituindo esquema em parcelas subdivididas.

Após coleta de solo, foi realizada semeadura das espécies de trigo (*Triticum aestivum*), aveia preta (*Avena strigosa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) na densidade respectivamente de 330 plantas m<sup>-2</sup>, 80 e 20 kg ha<sup>-1</sup>. Com isso delimitou-se, dentro de cada parcela, três subparcelas formadas pelas espécies vegetais (dimensões de 2 x 10 m), constituindo assim, esquema em parcelas subdivididas. Em novembro de 2015, quando as plantas atingiram pleno florescimento, realizou-se amostragem

para quantificar a massa seca de parte aérea ( $M_s$ ), coletando-se aleatoriamente a massa vegetal em quadro de madeira com dimensões de 0,6 x 0,4 m. Em seguida o material foi seco a 65 °C.

Após a semeadura, foi determinada a infiltração de água no solo pelo método dos anéis duplos concêntricos (BRANDÃO et al., 2006). Os testes tiveram duração de 1,5 h e a umidade gravimétrica do solo antes do início era de 0,26 kg kg<sup>-1</sup> em SDE e SD.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

A semeadura direta submetida a uma única escarificação (SDE) promoveu alterações significativas nos atributos físicos do solo na camada superficial (0-0,05 m), sem efeito nas demais profundidades em comparação à semeadura direta (SD). Na camada de 0-0,05 m, os valores de densidade do solo ( $D_s$ ), porosidade total ( $P_t$ ), macroporos ( $M_a$ ) e microporos ( $M_i$ ) foram respectivamente de 1,09 kg dm<sup>-3</sup>, 0,57 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, 0,21 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e 0,36 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> na SDE, enquanto que na SD foram respectivamente de 1,22 kg dm<sup>-3</sup>, 0,50 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, 0,09 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e 0,41 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>.

Os valores de  $D_s$ ,  $P_t$ ,  $M_a$  e  $M_i$  não apresentaram variação em profundidade para SD, enquanto que em SDE as diferenças foram significativas. Para SDE, os valores de  $D_s$  e  $M_i$  aumentaram em profundidade, variando respectivamente de 1,09 a 1,40 kg dm<sup>-3</sup> e de 0,36 a 0,41 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, enquanto  $P_t$  e  $M_a$  reduziram em profundidade, variando respectivamente de 0,57 a 0,45 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e de 0,21 a 0,04 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>.

Considerando limite crítico de  $M_a$  igual a 0,10 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, onde valores abaixo deste sugerem problemas de aeração às raízes das plantas (XU et al., 1992), observou-se limitação na SD em todas as camadas de solo. Este comportamento é atribuído à ausência de revolvimento e ao tráfego de máquinas. Ao considerar o valor crítico de  $M_a$ , a SDE foi eficiente em contornar tal limitação nas camadas de 0-0,05 m (0,21 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) e de 0,1-0,2 m (0,13 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>).

Os resultados encontrados nesta pesquisa sugerem que a ação mecânica do preparo do solo com escarificador é mais eficiente superficialmente. Além disso, foi possível observar que houve alteração mais acentuada na  $M_a$  do que na  $P_t$ . Este comportamento ocorreu devido ao fato de que parte da  $M_i$  foi convertida em  $M_a$  pela ação do implemento, concordando com Camara e Klein (2005).

A taxa final de infiltração de água no solo foi respectivamente de 8,8 e 6,0 cm h<sup>-1</sup> para SDE e SD, representando um aumento de 47 % proporcionado pela escarificação. Já a lâmina total de água infiltrada foi respectivamente de 22,4 e 14,3 cm para SDE e SD, o que representou aumento de 57 %. Embora as diferenças quantitativas sejam evidentes, não houve diferença estatística entre os manejos, em função da alta variabilidade observada a campo da infiltração de água no solo. O incremento na infiltração de água está associado a mobilização causada pelo escarificador, que ocasionou aumento do espaço poroso do solo, principalmente na macroporosidade, conforme constatado neste experimento.

O rendimento de massa seca de parte aérea ( $M_s$ ) das culturas avaliadas não foi afetado significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo manejo com escarificação. Os valores de  $M_s$  obtidos para trigo, aveia preta e nabo forrageiro foram respectivamente de 5,52; 9,41 e 3,56 Mg ha<sup>-1</sup> no SDE e respectivamente de 6,71; 7,96 e 4,23 Mg ha<sup>-1</sup> para SD. Em valores relativos, as culturas de trigo e nabo forrageiro apresentaram respectivamente produção média 22 e 19 % maiores na SD, enquanto que na aveia preta a produção média foi 18 % maior na SDE. Em estudo realizado por Mazurana et al. (2011), os autores não observaram diferenças significativas na produção de massa seca de parte aérea para o milho entre SD e SDE (escarificada a cada dois anos).

Uma única escarificação em semeadura direta ocasionou melhores condições físicas restritas

a camada de 0-0,05 m do solo, reduzindo a densidade e aumentando o volume de poros totais e de macroporos, o que influenciou positivamente a infiltração de água no solo. Por outro lado, não constatou-se efeito da escarificação no aumento do rendimento de massa seca das culturas de trigo, aveia preta e nabo forrageiro em comparação à semeadura direta.

## Referências

- BRANDÃO, V.S.; CECÍLIO, R.A.; PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D. **Infiltração da água no solo**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2006. 120p.
- CAMARA, R.K.; KLEIN, V.A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **R. Bras. Ci. Solo**. n.29, p.789-796, 2005.
- COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. **R. Bras. Ci. Solo**. n.27, p.527-535, 2003.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.
- MAZURANA, M.; LEVIEN, R.; MULLER, J.; CONTE, O. Sistemas de preparo do solo: alterações na estrutura do solo e rendimento das culturas. *Rev. Bras. Ci. Solo*. n.35, p.1197-1206, 2011.
- XU, X.; NIEBER, J.L.; GUPTA, S.C. Compaction effect on the gas diffusion coefficient in soils. **Soil Sci. Am. J.** n.6, p.1743-1750, 1992.

## ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO NORDESTE PARAENSE

Augusto José Silva Pedroso<sup>1</sup>, Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo<sup>2</sup>, Jorge Luiz Piccinin<sup>3</sup>, Danilo Rodrigues Lopes<sup>1</sup>, Weden da Silva Lobo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Professor, Castanhal - PA, [augustopedroso@yahoo.com.br](mailto:augustopedroso@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Museu Paraense Emílio Goeldi; <sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista.

**Palavras-chave:** preparo convencional; plantio direto; reflorestamento.

Atributos de qualidade do solo são necessários na identificação de problemas nas áreas de lavoura, para que se estabeleça estimativas realistas de produção de alimentos, monitoramento das alterações de sustentabilidade e qualidade ambiental (GUBIANI et al., 2013). Uma boa qualidade física do solo, do ponto de vista agrícola e ambiental, é manifestada pela boa infiltração da água no solo, ausência de deflúvio superficial, condições adequadas de porosidade de aeração, retenção de água no solo, trabalhabilidade e enraizamento das plantas (DEXTER, 2004).

Os atributos físicos devem ser conhecidos para maximizar seu potencial em promover a sustentabilidade agrícola, já que podem ser alterados pelo manejo do solo, podendo se utilizar da agregação do solo, sua densidade e porosidade nas avaliações da qualidade do solo (CARNEIRO et al., 2009).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi determinar, em dois períodos temporal de avaliação, alterações nos atributos físicos do solo afetados pelos sistemas de manejo sob preparo convencional-PC, plantio direto-PD e reflorestamento com paricá-RP em um LATOSSOLO AMARELO.

O experimento foi realizado entre as safras 2009/2010 a 2011/2012 no município de Tailândia - PA, mesorregião Nordeste Paraense, em área de propriedade da Empresa G. M. Sufredini Ltda. (2° 36' e 3° 24' de latitude sul e 48° 58' e 48° 33' de longitude oeste). Os solos foram classificados como LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos (Embrapa 2013).

O preparo das áreas para implantação dos sistemas avaliados foi realizado por meio de operações de subsolagem, seguida de gradagem pesada e duas passadas de grade niveladoras para uniformizar o terreno.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas (3 sistemas de manejo X 3 profundidades amostradas), com quatro repetições em dois períodos de avaliação (2009 e 2012). Os tratamentos são três sistemas de manejo e as subparcelas são três profundidades de amostragem.

Os atributos físicos avaliados foram: densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), microporosidade (Mi) e macroporosidade (Ma) do solo. Para obtenção desses atributos, foi realizada a coleta de amostras de solo indeformadas pelo método do anel volumétrico nas profundidades de 0-0,10 m; 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m, tanto no pleno florescimento da cultura do milho instalada na safra 2009/2010, quanto na safra 2011/2012.

Para determinação da PT, considerou-se  $\theta$  quando o solo está saturado. A Mi foi obtida considerando  $\theta$  quando o potencial mátrico é igual a 0,06 MPa. Por diferenças entre a PT e a Mi determinou-se a Ma.

Os resultados foram submetidos à análise de variância de forma individual e quando significativa

pelo teste F ao nível de 5 %, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A DS não difere entre os sistemas de manejo no ano de 2009 nas três profundidades, porém em 2012 é maior no sistema PD ( $1,49 \text{ Mg m}^{-3}$ ) e menor no PC ( $1,40 \text{ Mg m}^{-3}$ ) na profundidade de 0,0-0,1 m e o oposto aconteceu na profundidade de 0,2-0,3 m, onde a DS no PD é  $1,41 \text{ Mg m}^{-3}$  enquanto no PC é  $1,59 \text{ Mg m}^{-3}$ . Tal fato pode ser atribuído a compactação denominada “pé de grade” ocasionada pelo arraste do arado mecanizado dessa área quando da época de preparo para o plantio. Nos dois anos, a DS no sistema RP não diferiu do PD, demonstrando valores intermediários aos encontrados no PC e PD. Estes resultados podem ser reforçados devido aos menores valores encontrados para Ma, Mi e PT no PC na profundidade de 0,2-0,3 m em 2012 (0,15; 0,14 e  $0,29 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , respectivamente). Valores de Ma, Mi e PT foram de 0,23, 0,19,  $0,42 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  no PD e 0,22; 0,20 e  $0,42 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  no RP no ano de 2012.

A PT e a Mi são maiores no sistema Plantio Direto nos três períodos e profundidades avaliadas. Isso se deve a não mobilização do solo nesse sistema de manejo. O sistema com PC apresenta um aumento da DS em subsuperfície, enquanto o PD e RP aumenta a densidade em superfície. O solo submetido ao PD apresentou melhor condição estrutural seguida do RP e PC.

Estes resultados demonstram de forma clara que os sistemas de manejo utilizados alteram a condição estrutural do solo ao longo dos anos e que o monitoramento dos atributos físicos são importantes para a manutenção da sustentabilidade da produção agrícola nestas condições de solo estudada.

Agradecimentos ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelo apoio ao desenvolvimento da Pesquisa e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia pelo apoio financeiro para a publicação dos resultados.

## Referências

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.D.; REIS, E.F.D.; PEREIRA, H.S.; AZEVEDO, W.R.D. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.147-157. 2009.

DEXTER, A.R. Soil physical quality. Part 1.Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, v.120, n.3-4, p.201-214. 2004.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, 2013, 353p.

GUBIANI, P.I.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.. Indicadores hídrico-mecânicos de compactação do solo e crescimento de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.37, p.1-10. 2013.

VAN GENUCHTEN, M.T.H. A Closed-Form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.44, p.892-897. 1980.



## DELIMITAÇÃO DE UNIDADES DE RESPOSTA HIDROLÓGICA DA BACIA DO CÓRREGO PITO ACESO, BOM JARDIM - RJ

Renata Tomoe Mitsuya<sup>1</sup>, Azeneth Eufrausino Schuler<sup>2</sup>, Rachel Bardy Prado<sup>2</sup>, Ana Paula Dias Turetta<sup>2</sup>,  
Guilherme Kangussú Donagemma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Mestranda, Rio de Janeiro - RJ, *renatamitsuya@gmail.com*; <sup>2</sup>Embrapa Solos.

**Palavras-chave:** discretização de bacias; classes de solo e uso da terra; declividade.

As aplicações de modelos hidrológicos têm crescido em função da necessidade de representar impactos do uso e ocupação das terras na qualidade dos recursos e auxiliar a gestão de bacias. Os modelos permitem simular processos de escoamento, o transporte de sedimentos e impactos sobre a qualidade da água. No decorrer das últimas décadas, além do avanço computacional, que possibilitou o processamento de grandes volumes de dados, formularam-se conceitos que contribuíram para a representação da dinâmica hidrológica, tais como o de unidades de resposta hidrológica (URH), ou “hydrological response unit” (HRU). Segundo Flügel (1995), essas são áreas de comportamento hidrológico homogêneo, definidas a partir de características dadas por topografia, solos, geologia, precipitação e uso da terra.

O delineamento destas unidades (URH) foi aplicado à bacia do córrego Pito Aceso, com área aproximada de 5 km<sup>2</sup>, no município de Bom Jardim, região serrana fluminense. Além dos procedimentos para delinear as unidades da bacia, este trabalho apresenta as características dos principais tipos de unidades encontradas.

O Pito Aceso é afluente do rio Santo Antônio, que deságua no rio Grande, sub-bacia do Paraíba do Sul. A região está na unidade geomorfológica do reverso das colinas e maciços costeiros do Planalto da Serra dos Órgãos (SILVA; CUNHA, 2001). Apresenta litologia metamórfica e as rochas predominantes são granito, gnaiss granitoide, migmatitos e associações (MENDES, 2006). Quanto à produção agropecuária, o município de Bom Jardim se destaca pelas culturas olerícolas.

Para a simulação dos processos hidrológicos, a bacia hidrográfica foi dividida em sub-bacias que, por sua vez, são subdivididas em regiões de condições homogêneas quanto ao comportamento hidrológico, resultantes da combinação de classes de solo, uso da terra e declividade, as chamadas Unidades de Resposta Hidrológica (URHs), ou Hydrological Response Units (HRUs).

A partir dos dados vetoriais de relevo e hidrografia, foi gerado o Modelo Digital do Terreno hidrológicamente consistido (MDT-HC), com uso de aplicativo de GIS (Sistema de Informação Geográfica, seguindo-se à divisão da área em 18 sub-bacias. Para delimitar as Unidades de Respostas Hidrológicas foram utilizados os mapas de solos (7 classes), de uso da terra (8 classes) e de declividade (05 classes).

Com aplicação de álgebra de mapas às camadas (layers) referentes às classes de solo e de uso da terra, foram obtidos 45 pares de combinações destas classes, a que denominamos mapa de classes de USO x SOLO. Foram agrupados os pares resultantes com respostas similares quanto às respostas e propriedades físico-hídricas do solo. Unidades com áreas irrelevantes foram agrupadas às unidades dominantes mais próximas.

O produto da combinação de classes USO x SOLO foi sobreposto aos mapas de declividade e de sub-bacias. Foi realizada uma análise das características das combinações predominantes de

classes USO x SOLO X DECLIVIDADE, comparando-se com estudos geomorfológicos do município (CALDERANO, 2012), e, com base no comportamento hidrológico de suas principais feições, foram caracterizadas as unidades de resposta hidrológica. Devido à pequena dimensão da área da bacia, não foram consideradas variações geológicas ou de precipitação.

Resultados e Discussão: A delimitação de unidades homogêneas nas sub-bacias do Pito Aceso foi feita a partir das seguintes classes de solo, uso e declividades:

- a) Solos: Argissolos, Latossolos, Cambissolos, Gleissolos, Neossolos e Afloramentos.
- b) Usos da terra: culturas anuais, perenes, floresta, pastagem, áreas construídas e afloramentos rochosos;
- c) Declividade: 0 a 6 % (plano e suave ondulado); 6 a 12 % (moderadamente ondulado); 12 a 20 % (ondulado); 20 a 45 % (forte ondulado) e maior que 45 % (montanhoso).

A combinação de mapas de classes de uso da terra, de solos e de declividade, com as sub-bacias, gerou 586 combinações distintas. A maioria delas possui áreas muito pequenas. Do total, apenas dezesseis tipos de combinações possuem área superior a cinco hectares em pelo menos uma das dezoito sub-bacias.

Calderano (2012) caracterizou 14 unidades geoambientais, com base nas características geomorfológicas, de solo, de clima e de vegetação, em todo o município de Bom Jardim, a fim de determinar a vulnerabilidade ambiental destas regiões. A partir do conceito de unidade geoambiental apresentado por Calderano (2012), a avaliação das combinações das classes USO X SOLO X DECLIVIDADE presentes na bacia mostrou que há doze tipos de unidades preponderantes. Embora de pequena área, a bacia representa uma boa parte da diversidade de tipos de solos, usos da terra e classes de declividade presentes na região.

A delimitação das URHs a partir de classes de declividade, solo e uso da terra compreendeu os tipos a seguir:

1. Relevo plano a suave ondulado, em Gleissolos e CAMBISSOLOS FLÚVICOS, com presença de culturas anuais e áreas de preservação permanente
2. Relevo moderadamente ondulado, em Latossolos e Argissolos, com predomínio de culturas anuais.
3. Relevo ondulado, em Latossolos e Cambissolos, predomínio de culturas anuais
4. Relevo ondulado, em Latossolos e Argissolos, com predomínio de pastagens, culturas perenes e florestas naturais.
5. Relevo fortemente ondulado, em Latossolos e Argissolos, com predomínio de pastagens e culturas perenes.
6. Relevo fortemente ondulado, em Cambissolos, com predomínio de pastagens e culturas perenes.
7. Relevo fortemente ondulado, em Argissolos com inclusões de Cambissolo, predomínio de florestas naturais e culturas perenes
8. Relevo fortemente ondulado e montanhoso, em Latossolos, predomínio de florestas e culturas perenes.
9. Relevo fortemente ondulado e montanhoso, em Cambissolos associados a Neossolos, predomínio de florestas naturais e culturas perenes.

10. Relevo montanhoso, com Neossolos e Afloramentos rochosos, predomínio de florestas naturais e vegetação rupestre (afloramentos).
11. Relevo montanhoso, com Neossolos e Afloramentos rochosos, e predomínio de culturas anuais.
12. Relevo montanhoso (acima de 45 %), com inclusões de 20 a 45 % (forte ondulado), e Afloramentos rochosos (sem vegetação).

As doze unidades de resposta hidrológica dominantes na bacia do Pito Aceso representam as combinações de classes de solo, uso e declividade com maior relevância para os processos de fluxo hidrológico da bacia. A parametrização do modelo hidrológico do Pito Aceso, para cálculo dos processos de fluxo, exige a atribuição às URHs de valores relativos a suas respectivas características.

Agradecimentos à Embrapa, pela bolsa de graduação à autora pelo Projeto 01.12.01.001.01.05, e à equipe do Núcleo de Geomática da Embrapa Solos.

## Referências

- CALDERANO, B. **Análise geoambiental de Paisagens Rurais Montanhosas da Serra do Mar utilizando Redes Neurais Artificiais**. Subsídios a sustentabilidade ambiental de ecossistemas frágeis e fragmentados sob interferência antrópica. 2012. 304 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.
- FLÜGEL, W.-A. Hydrological response units (HRUs) to preserve basin heterogeneity in hydrological modelling using PRMS/MMS – case study in the Bröl basin, Germany. **Modelling and Management of Sustainable Basin-scale Water Resource Systems** (Proc. of a Boulder Symposium, July 1995). IAHS Publ. No. 231, 1995.
- MENDES, C. A. R. **Erosão superficial em encosta íngreme sob cultivo perene e com pousio no município de Bom Jardim-RJ**. 2006. 236p. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- SILVA, L. C. da; CUNHA, H. C. da S. (Org.). **Geologia do Estado do Rio de Janeiro**: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro. 2. ed. Brasília: CPRM, 2001. CD-ROM.

## AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA DO SOLO EM DIFERENTES SITUAÇÕES DE MANEJO

Camila Isabel Pereira Rezende<sup>1</sup>, Edmar Isaias de Melo<sup>1</sup>, Ricardo Reis Alves<sup>2</sup>, Vitor Araújo Alves<sup>2</sup>, Danilo Cardoso Rodrigues<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo, Graduando, Pesquisadora, Bolsista, Monte Carmelo - MG, *camilaisabel36@hotmail.com*; <sup>2</sup>Universidade Federal do Oeste da Bahia; <sup>3</sup>Faculdade São Francisco de Barreiras.

**Palavras-chave:** solo; bioindicação; manejo.

O Oeste da Bahia é reconhecido como uma área de fronteira agrícola consolidada, tendo destaque no cenário nacional com a produção de algodão, soja e milho e também é uma região onde se localiza a Estação Ecológica da Serra Geral do Tocantins. As situações de manejo, em específico a aplicação de pesticidas e fertilizantes, a proximidade das áreas de cultivo e o estreitamento das zonas de amortecimento podem estar afetando a biodiversidade e a qualidade do solo e da água de áreas de preservação permanente.

O manejo de culturas pode modificar a qualidade do solo, que pode ser definida como a capacidade em funcionar dentro do ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e animais (DORAN; PARKIN, 1994). A utilização de fertilizantes, pesticidas, a realização de plantio direto e rotação de culturas, pode promover alterações da comunidade de microrganismos e consequentemente na atividade microbiológica do solo o que impacta diretamente na qualidade do solo e pode promover alterações na biodiversidade de ecossistemas. Um dos métodos utilizados para avaliar tais alterações na qualidade do solo, pode ser o monitoramento de parâmetros de bioindicação onde é realizado a avaliação da resposta de organismos vivos a mudanças no seu ambiente (WITTIG, 1993).

O presente trabalho possui como objetivo avaliar a qualidade do solo, por métodos de bioindicação no sentido de contribuir no estabelecimento de faixas de zona de amortecimento que possam amenizar os impactos do manejo das culturas na qualidade do solo da Estação Ecológica do Tocantins.

A área de estudo está localizada no extremo leste do estado de Tocantins, na divisa com o estado da Bahia, de maneira que a área da Estação Ecológica da Serra Geral do Tocantins e sua respectiva zona de amortecimento (ZA), estão inclusas nestes dois Estados. As amostras de solo sob cultivo e amostras de solo sob vegetação nativa do bioma cerrado, foram coletadas a 50, 100, 200 metros no interior da área com solo sob cultivo e também na área da faixa de amortecimento a 50 e 100 m, e na posição que limita as duas áreas, identificado como ponto zero.

A atividade microbiana foi avaliada, monitorando a Respiração Basal do Solo (RBS) segundo a metodologia descrita por Lundegardh (1927). Os experimentos foram realizados no laboratório do Grupo de Pesquisa em Recursos Naturais e Agrícola-RENAGRI, localizado na Universidade Federal de Uberlândia Campus Monte Carmelo - MG. A resposta analítica, quantidade de CO<sub>2</sub>, gerada por massa de solo por unidade de tempo, reflete o somatório de todas as funções metabólicas na qual o CO<sub>2</sub> é produzido. Amostras de solo foram analisadas em duplicata, onde 5 g de solo foram colocados em frascos de 10 mL. Para cada frasco contendo amostras de solo, 5 mL de NaOH 1,0 mol L<sup>-1</sup> foi

adicionado em novos frascos de 10 mL. Transferiu-se imediatamente cada amostra de solo juntamente com seu respectivo frasco contendo NaOH para um frasco de vidro de 500 mL, denominado de frasco de incubação, hermeticamente fechado, para que não houvesse a entrada de CO<sub>2</sub>. Frascos de incubação contendo apenas frascos com NaOH, também foram incubados como solução de controle (Branco). A incubação foi realizada durante cinco dias a uma temperatura de 28 °C. Após o processo de incubação, os frascos contendo a solução de NaOH, foram retirados dos frascos de incubação e adicionado 1,0 mL de BaCl<sub>2</sub> 10,0 % (m/v) para completa precipitação do CO<sub>2</sub>. Adicionou-se duas gotas de fenolftaleína 1,0 % m/V e titulou-se sob agitação magnética com solução de ácido clorídrico 0,5 mol L<sup>-1</sup> até desaparecimento da coloração rosa (SILVA, 2007).

Observamos que os solos desta região possuem textura arenosa a franco arenosa (porcentagem de argila de 1-14 %) cores amareladas e baixa fertilidade. Os teores de silte são muito baixos, e refletem a absoluta falta de minerais primários com reserva química, bem como o elevado grau de intemperismo desses solos. Outro ponto importante é que a área de zona de amortecimento, também possui solo arenoso, baixa quantidade de matéria orgânica, grande quantidade de rochas, apresentando como vegetação nativa o cerrado. Essa característica de solo resultam, justifica a baixa taxa de atividade microbiana observada no solo da área que corresponde a zona de amortecimento, evidenciado pelos baixos valores de respiração basal.

As amostras de solo sob cultivo, apresentam um teor de matéria orgânica, quantidade de nutrientes e umidade maior que o solo da ZA, neste sentido valores maiores de respiração basal (0,64 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) foram observados em relação ao solo da ZA que apresenta vegetação nativa do cerrado (0,53 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>). Atividade microbiana menor no solo da ZA corrobora com as características do solo, desta área, enquanto que a RBS do solo sob cultivo dependerá do manejo do mesmo. Observando os resultados pontualmente na direção da distância zero entre a área com cultivo e a ZA, verifica-se valores de RBS do solo na ZA maiores nos pontos de coleta 1, 6, 7, 11, 12 e 14 e iguais aos valores de RBS sob cultivo nos pontos de amostragem 2, 5, 8, 10 e 15. Valores de RBS da ZA, foram menores do que a RBS sob cultivo, apenas nos pontos de amostragem 3, 4, 9, 13 e 16.

O valor médio da RBS do solo sob vegetação nativa e do solo sob cultivo corroboram com as características do solo da região e com o manejo utilizado, respectivamente. Entretanto, 75 % da área da ZA pode estar sofrendo influência do manejo realizado na área com cultivo na sua vizinhança, sendo portanto necessário reavaliar as práticas de manejo do solo sob cultivo e aumentar a faixa de vegetação nativa considerada zona de amortecimento.

## Referências

- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. 17 (Org.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. p. 3-21.
- LUNDEGARDH, H. Carbon dioxide evolution of soil in crop growth. **Soil Science**, Madison, v. 23, p. 417-453, 1927.
- SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, E. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>)**. Circular Técnica, Seropédica, RJ Embrapa, Brasil. 2007.
- WITTIG, R. General aspects of biomonitoring heavy metals by plants. In: MARKERT, B. (Org.) **Plant as biomonitors. Indicators for heavy metals in the terrestrial environment**. Weinheim: VCH, 1993. p. 3-27.

## ESTABILIDADE DE AGREGADOS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO INTENSIFICADOS APÓS A PRIMEIRA SAFRA

Aline Martineli Batista<sup>1</sup>, Bruno Montoani Silva<sup>2</sup>, Marina Luciana Abreu de Melo<sup>2</sup>, Gabriela Soares Santos Araújo<sup>2</sup>, Álvaro Vilela de Rezende<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Mestranda em Solos e Nutrição de Plantas, Bolsista, Piracicaba - SP, *martineli.aline@gmail.com*; <sup>2</sup>Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>3</sup>Embrapa Milho e Sorgo.

**Palavras-chave:** agregação; física do solo; preparo do solo.

O preparo do solo modifica a sua estrutura, tornando-o homogêneo, sobretudo na camada arável (0-20 cm) (DENARDIM; DENARDIM, 2015). No entanto, a adoção do sistema de plantio direto (SPD) pode promover, à longo prazo, a reconstrução da estrutura do solo, modificando a estabilidade dos agregados pela ausência do revolvimento e aporte de matéria orgânica devido manutenção da palhada sobre a área e sua mineralização, o que contribui para manutenção de agregados maiores.

Porém, a manutenção de palhada sobre a área consiste em uma das principais dificuldades da manutenção do SPD em regiões quentes e com ocorrência de veranicos, devido a baixa formação de massa verde e a sua rápida mineralização. Uma proposta para melhoria dessa condição é a adoção de gramíneas em consórcio com a cultura principal intensificando o sistema de cultivo com o objetivo de formação e manutenção de palhada na época do pousio.

Além disso, para que ocorra um bom estabelecimento do SPD é necessário que durante sua implantação seja realizada de forma correta o preparo do solo para promover condições adequadas de aeração às plantas e eliminação da compactação presente. No entanto, o preparo inicial pode reduzir a estabilidade dos agregados do solo, contudo, com o decorrer dos anos é esperada uma melhoria nesta propriedade, sugerindo-se assim a necessidade do estudo da agregação, a longo prazo, desde a implantação do SPD.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade de agregados após a primeira safra de grãos cultivados em SPD recém-implantado nas condições climáticas da região central de Minas Gerais, avaliando-se tratamentos com e sem consorciação com gramíneas.

O experimento foi instalado num LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, em uma área experimental de produção de grãos sob sequeiro da Embrapa Milho e Sorgo, no município de Sete Lagoas - MG. De agosto à outubro de 2014 foram realizadas operações de mobilização do solo visando a construção da fertilidade e preparo do solo para implantação de um SPD. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e sete tratamentos que consistiram em faixas de plantio com diferentes níveis de investimento em adubação: médio investimento, com sucessão soja-pousio-soja (T1); médio investimento, com sucessão milho-pousio-milho (T2); médio investimento, com sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, com sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, com sucessão soja braquiária-milho (T5) e alto investimento em adubação, com sucessão soja-pousio-milho (T6); e a testemunha, área de Cerrado em revegetação (CR). Em novembro de 2015, para as faixas cultivadas, e fevereiro de 2016, para o CR, foram coletados, nas camadas de 0-5 cm e 510 cm, amostras de torrões para avaliação da estabilidade de agregados. A análise foi realizada de acordo com a metodologia do tamisamento úmido (EMBRAPA, 2011) utilizando-se um



conjunto de peneiras com abertura de malhas de 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,09 mm. Determinou-se a percentagem de agregados de diferentes tamanhos, sendo: de 8,00 à 2,00; de 2,00 à 1,00; de 1,00 à 0,50; de 0,50 à 0,25; de 0,25 à 0,09 e  $< 0,09$  mm. A partir destes dados foram determinados, segundo Castro Filho et al. (1998), o diâmetro médio geométrico (DMG) e o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados. Obteve-se também o percentual de macro e microagregados, sendo o diâmetro destes, respectivamente,  $> 0,25$  e  $< 0,25$  mm.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e, quando significativo, ao teste de médias Skott-knott a 5 % de significância.

Para a classe de diâmetro de agregados de 8,00 à 2,00 mm foi observada diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), sendo que os tratamentos submetidos ao preparo do solo apresentaram menores valores (13,97 a 23,56 %) em relação ao tratamento CR (76,31 %), mas não diferenciaram entre si. Este resultado corrobora com Mota et al. (2013), que observou que o preparo convencional do solo promovia a destruição dos agregados, principalmente aqueles de tamanhos maiores, promovendo uma menor estabilidade de agregados.

DMG e DMP mostraram comportamento tal como à percentagem dos agregados de 8,00 à 2,00 mm, sendo que os tratamentos submetidos ao preparo do solo apresentaram menores valores em relação ao tratamento CR. Para DMG, CR apresentou média de 2,89 mm e os demais tratamentos entre 0,46 à 0,73 mm e para DMP, CR teve média de 4,00 mm e os outros tratamentos variaram de 1,16 à 1,63 mm. Este resultado era esperado, visto que quanto maior é a percentagem de agregados de 8,00 à 2,00 mm, maior é o DMP e DMG consiste em uma estimativa da classe de agregados de maior ocorrência (HICKMANN et al., 2011).

Avaliando-se as camadas de 0-5 e 5-10 cm, observou-se diferença estatística entre elas, apenas para DMG, sendo encontrados valores maiores para a camada de 5-10 cm, sendo a média de todos os tratamentos desta camada de 1,03 mm, enquanto na camada de 0-5 cm a média foi de 0,88 mm. Isto ocorre porque a camada superficial (0-5 cm) está mais exposta à ação de agentes climáticos e à própria ação desagregadora provocada pelo homem, reduzindo a DMG dos agregados (CARVALHO et al., 2014).

A avaliação de micro e macroagregados demonstraram resultados opostos, sendo que para os microagregados os maiores valores foram encontrados nos tratamentos submetidos à ação agrícola em relação ao CR e dentre os tratamentos T1 à T6, T5 apresentou os menores valores, sendo que T5 apresentou média de 52,48 %; CR de 10,26 % e os demais variaram de 41,93 à 46,95 %. O oposto foi observado para os macroagregados, sendo que T5 apresentou média de 47,52 %, CR de 89,74 % e os demais de 53,05 à 58,07 %. Este resultado corrobora com os demais resultados observados e aponta que o T5 possivelmente não estava nas mesmas condições dos outros tratamentos quando foi realizado o preparo do solo para implantação do SPD ou que este preparo não teve o mesmo efeito nele. Mota et al. (2013) também observou aumento dos microagregados quando o solo foi submetido ao preparo convencional.

Conclui-se que o preparo do solo causou redução dos macro em microagregados, reduzindo consequentemente o DMG e DMP. Este estudo mostra assim a homogeneização inicial realizada nos agregados e sua estabilidade, com aumento do risco de erosão nessa fase. Espera-se que com o tempo de adoção dos manejos propostos ocorra diferenciação no sentido de oportunizar a seleção de sistemas de cultivo que promovem melhoria e manutenção da qualidade física do solo.

Agradecimentos à UFSJ, Embrapa Milho e Sorgo, FAPEMIG e CNPq.



## Referências

- CARVALHO, M. A.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M.; PASSOS, R. R.; ARAÚJO, C. A. S. Composição granulométrica, densidade e porosidade de agregados de Latossolo Vermelho sob duas coberturas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.10, 2014.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, n.3, p.527-538, 1998.
- DENARDIN, J. E.; DENARDIN, N. D'Á. **Fatos e mitos em ciência do solo: física, manejo e conservação do solo**. Boletim informativo da SBCS, p.18-21, 2015.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. revista. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.
- HICKMANN, C.; COSTA, L. M. da; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES, R. B. A. Morfologia e estabilidade de agregados superficiais de um Argissolo Vermelho-Amarelo sob diferentes manejos de longa duração e mata atlântica secundária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.6, p.2191-2198, 2011.
- MOTA, J. C. A.; FREIRE, A. G.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Qualidade física de um Cambissolo sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.5, p. 1196-1206, 2013.

## QUALIDADE DE SOLOS MANEJADOS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LEITE E GRÃOS

Edivan José Possamai<sup>1</sup>, Paulo Cesar Conceição<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, Engenheiro-agrônomo, Pato Branco - PR, [edivanjp@emater.pr.gov.br](mailto:edivanjp@emater.pr.gov.br); <sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos.

**Palavras-chave:** manejo de solo; integração lavoura-pecuária; qualidade de solo.

A região Sudoeste do Paraná possui 87,6 % dos estabelecimentos rurais de agricultores familiares, com destaque para o sistema produtivo de integração lavoura-pecuária (ILP), na conjunção “leite+grãos” com o uso dos solos para produção de milho/soja/feijão no verão e aveia/azevém no inverno para bovinos. Anghinoni et al. (2011) citam que dentre os atributos indicadores da qualidade dos solos sob ILP, destacam-se a densidade, porosidade, agregação e estoques de carbono, pois a introdução de animais em áreas de lavouras influencia na remoção de biomassa e de nutrientes, reduzindo a palhada necessária para a realização do plantio direto e a ciclagem de nutrientes, bem como aumenta da densidade do solo e formação de selamento superficial.

Assim objetivou-se avaliar indicadores de qualidade de solo de áreas de cinco agricultores familiares do Sudoeste do Paraná com o sistema grãos+leite, acompanhados pelo programa Redes de Referências da Agricultura Familiar (Emater/IAPAR). São sistemas intensivos de produção de leite, acompanhados por mais de três anos pelo programa e localizados nos municípios de Honório Serpa, Saudade do Iguaçu, Vitorino, Pato Branco e Ampére.

Em cada localidade foi selecionada uma área de ILP, uma de pastagem de verão (PV) e uma de vegetação nativa (MA) e resgatado o manejo das áreas nos anos 2008/2009/2010. Os atributos analisados foram densidade do solo (Ds) e estoque de carbono orgânico total (COT). Para a determinação da Ds, foi amostrado com anéis volumétricos três pontos em cada área, em três profundidades (0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm). Os manejos foram comparados, dentro de cada localidade e de cada profundidade, utilizando teste de comparação de médias (Tukey a 5 %) e como blocos ao acaso. Para o cálculo dos estoques de COT em cada área analisada, foram coletadas 10 subamostras para formar uma amostra composta. Em cada ponto, foram coletadas amostras na profundidade de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, e determinado o teor de COT por digestão úmida. Para o cálculo de estoque de COT, utilizou-se de metodologia de massa equivalente de solo (FERNADES; FERNADES, 2009), para a camada de 0-20 cm e comparado as áreas manejadas em relação a MA de cada localidade. Todas as coletas foram realizadas entre setembro e outubro de 2010, coincidindo com o final do ciclo da cultura de inverno e antecedendo o plantio de verão.

As áreas manejadas em ILP (1,02 a 1,25  $\text{m m}^{-3}$ ) e PV (1,07 a 1,23  $\text{m m}^{-3}$ ), apresentaram maiores Ds diferindo estatisticamente em relação a MA (0,64 a 0,92  $\text{m m}^{-3}$ ), independente da profundidade analisada, com exceção das camadas 5-10 cm e 10-20 cm em Honório Serpa, demonstrando que o manejo do solo nas áreas de ILP e PV adensou o solo em comparação ao solo referência. Já os valores de densidade do solo para as áreas de ILP e PV, em todos os locais e profundidades avaliadas, não diferiram entre si estatisticamente, com exceção da camada de 0-5 cm em Honório Serpa, onde a área de PV (1,23  $\text{m m}^{-3}$ ) apresentou maior densidade do que a ILP (1,13  $\text{m m}^{-3}$ ). De modo geral, observa-se que o efeito do manejo sobre a densidade do solo ocorreu nas duas áreas manejadas, com um impacto semelhante sobre ambas.

Ao analisar os valores absolutos da densidade da PV e ILP em cada localidade, observa-se que o comportamento da densidade entre as cinco localidades pode também estar relacionada à carga animal aplicada sobre a área e à sequência de cultivos realizados nas áreas de ILP. As áreas de PV receberam maiores cargas animais (2740 a 5500 kg ha<sup>-1</sup>) em comparação à ILP (345 a 1856 kg ha<sup>-1</sup>) em todas as localidades e apresentaram os maiores valores de densidade no geral. No caso dos locais onde a ILP apresentou densidade elevada, foi onde houve maior carga animal entre as localidades e foi onde houve o uso frequente da área de ILP para produção de milho silagem. Nas áreas de ILP, o aumento da Ds foi correlacionável com o aumento da carga animal, com correlação de 0,7834 para a camada de 00-05 cm, 0,6541 para a camada de 05-10 cm e de 0,7735 para a camada de 10-20 cm. Esta correlação não foi observada na PV.

As Ds encontradas nas diferentes localidades, manejos e profundidades encontram-se abaixo de valores críticos para o desenvolvimento de plantas estabelecidos por Reichert et al. (2007), indicando não haver restrições ao desenvolvimento das plantas nestas áreas.

Os teores de COT, em todas as áreas manejadas foram inferiores ao da MA para a camada de 0-20 cm, demonstrando que as áreas de ILP ou PV não aportaram MO em quantidades que possibilitem o aumento dos estoques de MO em concentrações comparáveis à área de referência, cujos valores representam um estado de qualidade do solo como proposto do Mielniczuk (2008). Observou-se uma correlação entre a carga animal e COT, pois com o aumento da pressão de pastejo ocorreu a diminuição nos estoques de COT nas áreas de ILP e PV nas diferentes localidades.

Dentre as áreas de ILP com menores valores de COT em relação a MA, destaca-se Ampére, onde se observou uma redução de 30 % no COT (de 53,14 Mg C ha<sup>-1</sup> para 37,17 Mg C ha<sup>-1</sup>). Para esta além do pastejo no período de inverno, houve o cultivo com milho silagem por três safras consecutivas, proporcionando grande exportação de biomassa da área. Esta área caracteriza que a intensificação da bovinocultura de leite e consequente aumento por demanda de forragens têm proporcionado diminuição nos estoques de COT.

Conclui-se que a densidade do solo apresentou maiores valores para as áreas manejadas em todas as profundidades analisadas em comparação a vegetação nativa, sendo que para ILP este aumento da densidade pode ser função do aumento da carga animal e do cultivo de milho silagem. Não foram observados níveis restritivos de densidade nas áreas manejadas das diferentes localidades. Os estoques de COT das áreas manejadas, em todas as localidades, foram menores que os estoques de COT da MA na camada de 0-20 cm. A diminuição nos estoques de COT na ILP correlacionou-se com a carga animal da área, onde que com o aumento da carga animal houve maior redução dos estoques de COT em relação a MA. Por fim, a intensificação da bovinocultura de leite dos sistemas produtivos na agricultura familiar demonstra problemas para a manutenção ou melhoria da qualidade dos solos manejados sob ILP, em função do aumento da demanda por forragens e do aumento do tráfego dos animais, influenciando na dinâmica dos atributos físicos e biológicos do solo.

## Referências

ANGHINONI, I.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; SOUZA, E. D.; CONTE, O. & LANG, C. R. **Benefícios da integração lavoura-pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto**. Disponível em: <<http://top-phos-expedition.timacagro.com.br/admin/fotos/artigo/20.pdf>> . Acesso em: 23 de novembro de 2011.

FERNANDES, F. A. & FERNANDES, A. H. B. M. **Cálculo dos estoques de carbono do solo sob diferentes condições de manejo.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009. 4 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 69). Disponível em: < [http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq\\_pdf=COT69](http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT69)> . Acesso em: 11 de novembro de 2011.

MIELNICZUK, J. Matéria Orgânica e a Sustentabilidade de Sistemas Agrícolas. In: SANTOS, G.A. et al. (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p. 1-6

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S. & REINERT, D.J.. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação In: CERETTA, C.A. et al. **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.v.5. p.49-134.

## **AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO EM AMBIENTES FISIOGRAFICO, EM HUMAITÁ - AM**

Elilson Gomes de Brito Filho, Willian Barros do Nascimento, Milton César Costa Campos, Selma Ferreira Viana, Paulo Gonçalves da Silva

Universidade Federal do Amazonas, Graduando, Humaitá - AM, [bfsambiente@gmail.com](mailto:bfsambiente@gmail.com).

**Palavras-chave:** multivariada; relevo movimentado; fitofisionomias.

Atualmente pesquisadores em diversas áreas do conhecimento vem debatendo sobre a qualidade do ambiente, da utilização dos recursos naturais de forma sustentável. De acordo com (BRAUN; RAMOS, 1959), A região Sul do Amazonas apresenta várias fitofisionomias denominada de Campos Naturais, que compreende as áreas dos “Campos de Puciari - Humaitá”, que inclui várias formações campestres.

Dessa forma, o conhecimento das modificações químicas do solo, causadas pelo cultivo contínuo, pode fornecer subsídios para adoção de práticas benéficas ao agroecossistema. Com a técnica da análise multivariada é possível explicar o máximo de correlação entre as variáveis e descobrir quais delas contribuem mais para a caracterização e, ou, alteração do solo. Diversas pesquisas têm aplicado a técnica multivariada para análise de dados de solos (PRAGANA et al., 2012).

Neste contexto, o conhecimento do comportamento dos atributos do solo, permite o estabelecimento de práticas adequadas em seu manejo assim como, o conhecimento das condições dos diferentes ambientes fisiograficos consente entender o funcionamento dos ecossistemas, além de ser uma premissa básica para estabelecimento de práticas adequadas de conservação do solo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente, o comportamento dos atributos químicos e físicos em diferente ambiente fisiografico, Humaitá-AM.

Foram selecionadas três áreas com presença das fisiografias representativas da região Sul do Amazonas, estando todas elas em condições naturais as áreas em ambientes de várzeas e terra firme localizam-se na Floresta Nacional de Humaitá, com aproximadamente 468.790 hectares, a primeira margeiam os rios de águas barrenta, ricas em material suspenso e sujeitas à inundação sazonal, e a segunda não sofrem inundação e são formados a partir de sedimentos terciários. Esta área está sob domínio de transição entre os sedimentos aluviais atuais, holocênicos e os sedimentos da Formação Solimões, do Plioceno Médio – Pleistoceno Superior, com materiais provenientes de deposições de ambientes continentais, fluviais e lacustres (BRASIL, 1978).

As áreas de campos naturais localizam-se no 54 Batalhão de Infantaria de Selva do Exército, que caracterizam-se por unidades de campo, separadas umas das outras por zonas florestadas, ou mesmo por zonas de cerrado, cujos contatos nem sempre são gradativos, estando assentada sobre aluviões indiferenciados, que são cronologicamente oriundos do Holoceno. As demais áreas de estudo, localizam-se nas imediações da comunidade de Santo Antônio de Matupi, as margens da BR 230 - Transamazônica, município de Manicoré, Amazonas. Estão situadas sob Granitos Rondonianos que se caracteriza pela presença de granitos, muscovita, biotita, adamelitos e granodioritos (BRASIL, 1978).

Em seguida foram selecionados doze perfis, sendo quatro em cada um dos ambientes fisiógrafos representativos estudados. As análises físicas e químicas foram realizadas de acordo com Embrapa (2011). Nas análises físicas foi realizado textura onde se determinou as frações de areia, silte e argila

pelo método da pipeta, nas análises químicas foram determinados Ca, Mg, Al, K e Na trocáveis, P disponível, acidez potencial (H + Al), pH em água e Carbono orgânico. Com base nos resultados das análises químicas, foram calculadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V %) e a saturação por Al (m).

Os atributos químicos e físicos avaliados apresentaram variação, em decorrência da geologia, topografia e condições climáticas. Os valores de pH em água variaram entre 3,4 e 4,6 em superfície e, na subsuperfície variou de 2,4 a 5,2 prevalecendo os solos ácidos nas áreas estudadas.

O  $\text{Ca}^{2+}$  apresentou tendência de crescimento partindo Campo/Floresta, passando pelo Relevo Movimentado até o ambiente de Várzea/Terra Firme, indicando maior teor desses elementos nos ambientes geomórficos mais jovens. Os teores  $\text{Ca}^{2+}$  apesar de muito baixos em nos ambientes Campo/Floresta e Relevo Movimentado, apresentaram algumas diferenças entre si, podendo-se destacar, por exemplo, que em superfície, o do  $\text{Ca}^{2+}$  foi mais baixo no em ambiente Campo/Floresta e Relevo Movimentado, enquanto em subsuperfície, foi significativamente mais alto no Várzea/Terra Firme. Para o  $\text{Mg}^{2+}$  esse comportamento foi observado em subsuperfície, embora em menor magnitude.

O  $\text{K}^+$  apresentou valores baixos em todos os solos dos ambientes estudados. Por outro lado, os teores de Al trocável foram elevados, apresentando valores menor que na subsuperfície, chegando em alguns horizontes superficiais a valores  $> 4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Os valores da acidez potencial (H+Al) foram elevado, com comportamento crescente em profundidade em todos os ambientes, provavelmente, em consequência da maior lixiviação promovida pelo intenso regime hídrico associado às condições de drenagem (CAMPOS et al., 2012). De maneira geral a soma de bases (SB) e a saturação de bases (V %) foram baixas em todos os solos dos ambientes estudados, exceto nos Neossolos do ambiente de Várzea/Terra Firme e um Latossolo do ambiente de Relevo Movimentado que apresentaram caráter Eutrófico.

A maior concentração da fração areia foi determinada no horizonte subsuperficial de amostras de solo nas áreas de Várzea/Terra Firme; diferindo estatisticamente dos demais pedoambientes. O silte destacou-se nas amostras superficiais provenientes de Campo/Floresta; este fato é justificável pela natureza aluvial dos sedimentos que constituem o material de origem (Brasil, 1978). de acordo com Segundo Rosolen e Herpin (2008) esse comportamento se deve, principalmente, à posição rebaixada, e ocorrência em depressões topográficas que favorecem a deposição de sedimentos mais finos. Enquanto que a argila sobressai nos solos provenientes do Relevo movimentado, tanto para o horizonte superficial, quanto para o subsuperficial.

De maneira geral, os teores naturais analisados para os atributos da região foram menores que os teores normalmente observados em outras regiões brasileiras. Os Neossolos apresentaram os teores naturais médios mais elevados e, os Cambissolos, os mais baixos, para a maioria dos atributos.

## Referências

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL, **Levantamento de Recursos Naturais**. Departamento Nacional de Produção Mineral. Folha SC - 20. Porto Velho, Vol. 16, Rio de Janeiro, 1978.
- BRAUN, E. H. G.; RAMOS, J. R. A. Estudo agroecológico dos campos Puciari-Humaitá (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondônia). **Revista Brasileira de Geografia**. v. 21, n. 04, p. 443-497, 1959.
- CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA, V. S. J.; RIBEIRO, M. R. F.; ALMEIDA M. C. Relações solo-superfície geomórfica em uma topossequência várzea-terra firme na região de Humaitá (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, nº 2, p. 325-336, 2012b.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos 2. ed. Rio de Janeiro, Brasil. 212 p. 2011.

PRAGANA, R. B.; RIBEIRO, M.R.; NÓBREGA, J. C. A.; RIBEIRO FILHO, M. R.; COSTA, J.A. 2012. Qualidade física de Latossolos Amarelos sob plantio direto na região do cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.5, p.1591-1600, 2012.

ROSOLEN, V.; HERPIN, U. Expansão dos solos hidromórficos e mudanças na paisagem: um estudo de caso na região Sudeste da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 03, p. 483-490, 2008.



## ESTOQUE DE CARBONO EM LATOSSOLOS NA BACIA DO CÓRREGO MARINHEIRO, SETE LAGOAS - MG

Adriana Monteiro da Costa<sup>1</sup>, João Herbert Moreira Viana<sup>2</sup>, Amanda Ribeiro de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Professora, Belo Horizonte - MG, [drimonteiroc@yahoo.com.br](mailto:drimonteiroc@yahoo.com.br);

<sup>2</sup>Embrapa Milho e Sorgo.

**Palavras-chave:** sequestro de carbono; bacia hidrográfica; classes de solo.

Uma grande preocupação mundial é o aumento das emissões de Gases de Efeito Estufa, em função das mudanças no uso e cobertura da terra. O solo é considerado o principal sequestrador temporário de carbono no ecossistema (BRUCE et al., 1999) e este sequestro é associado principalmente ao tipo de vegetação e ao manejo do solo. Contudo, o estoque de carbono nos solos é função da classe, que está relacionada a fatores que favorecem ao acúmulo, e da história de gênese dos mesmos, que pode registrar períodos passados de acumulação, além dos efeitos atuais e recentes relacionados ao uso e manejo. Os estoques acumulados no passado, em condições diferentes das atuais, podem justificar os esforços no sentido de proteção e de preservação destes solos, evitando-se que sejam degradados e convertidos em emissão de CO<sub>2</sub>.

A área de estudo está inserida na Bacia do Córrego Marinheiro, afluente do Ribeirão Jequitibá que por sua vez pertence à bacia do Rio das Velhas, localizada no município de Sete Lagoas - MG. A altimetria na bacia varia entre 704 m e 950 m e as declividades variam de suave ondulada a forte ondulada (3 a 45 %) (OLIVEIRA, 2016). A vegetação é caracterizada por pequenas áreas de Cerrado “campo sujo”, Floresta Estacional Semidecidual, Mata Seca e Floresta Ripária (COSTA et al., 2015). Nos locais de coletas das amostras predomina a Formação Santa Helena (Grupo Bambuí), com predomínio de rochas metapelíticas. A classificação climática é a Cwc (tropical de altitude), com verões quentes e chuvosos e invernos secos. Foram selecionados seis perfis de solo cujas descrições morfológicas e caracterização foram realizadas por Oliveira (2016). Os solos são classificados como: L1 (LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico); L2 (LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico); L3 (LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico); L4 (LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico); L5 (LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico); L6 (LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico) e L7 (LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico húmico). Os solos L1, L2, L3 e L4 estão em área de Reserva Legal, sendo L1 e L4 sob pastagem e L2 e L3 sob Floresta Estacional Semidecidual. O L4 está sob pastagem e vegetação primária Cerradão e o L6 está sob área de agricultura irrigada e vegetação primária original de Floresta Estacional Semidecidual.

Para cada classe de solo, foram coletadas amostras em todos os horizontes descritos em triplicata, totalizando 81 amostras. No L1, foram coletadas amostras nas profundidades de 0 - 29, 29 - 42, 42 - 91, 91 - 144 e 144 - 188 cm; para o L2 (0 - 22, 22 - 170, 170 - 210, 210 - 240 cm); L3 (0 - 27, 27 - 60, 60 - 97, 97 - 126 e 126 - 175 cm); L4 (0 - 38, 38 - 92 e 92 - 170 cm); L5 (0 - 16, 16 - 40, 40 - 181 e 181 - 260 cm); L6 (0 - 40, 40 - 77, 77 - 102, 102 - 134, 134 - 210 e 210 - 322 cm).

Foram determinadas a densidade do solo (Ds) pelo método do anel volumétrico, com coleta de amostras indeformadas e o teor de carbono orgânico total do solo (COT) por oxidação em analisador de carbono total. O estoque de carbono em cada camada de solo estudada foi calculado pela expressão (FREIXO et al., 2002):

$$\text{EstC} = (\text{CO}_{\text{total}} * \text{Ds} * e) / 10$$

Onde, EstC = estoque de carbono orgânico na camada estudada ( $\text{Mg ha}^{-1}$ );  $\text{CO}_{\text{total}}$  = carbono orgânico total ( $\text{g kg}^{-1}$ ); Ds = densidade do solo da camada estudada ( $\text{kg dm}^{-3}$ ); e = espessura da camada estudada (cm).

Os valores de estoque de carbono calculados, para cada horizonte, foram plotados em função da profundidade no perfil utilizando-se o *software* Sigmaplot (2008). Diferenças foram discutidas em função do desvio padrão da média ( $n = 3$ ). Para análise do estoque nos horizontes A e B de cada perfil, fez-se uma média de cada horizonte, sendo que, quando da existência de horizontes AB ou BA, estes foram considerados em adição ao horizonte A.

Os solos avaliados apresentaram valores elevados de estoque de carbono, sendo o LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico (L5) o que apresentou maior estoque, com média do perfil (horizontes A e B) de  $240 \text{ Mg ha}^{-1}$ , seguido pelo L4 (LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico húmico) com estoque de  $159 \text{ Mg ha}^{-1}$ , cerca de 35 % inferior ao L5. O menor estoque foi do L1 (LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico) com estoque médio de  $57 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Quando se analisa os horizontes separadamente observa-se, para todos os solos, o maior EstC no horizonte A sendo o maior teor no solo L5 com estoque igual a  $254 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Os elevados valores para este solo estão associados tanto ao teor de carbono orgânico total, que tem média de 11 % nos primeiros 16 cm, quanto à profundidade do horizonte A, que tem espessura de 181 cm, e foi caracterizado como A húmico. O perfil está localizado no terço superior da paisagem e próximo a uma mineração de calcário, em condições atuais de uso (pastagem em ambiente bem drenado) que não justificam estes teores tão elevados. A ocorrência de um clima pretérito mais frio (última glaciação) que possibilitaria este acúmulo pode ser aventada como uma possível explicação para a manutenção destas altas taxas de matéria orgânica no solo. Mesmo o horizonte B deste solo apresenta teores bastante elevados de EstC ( $198 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). O menor EstC no horizonte A ocorreu no solo L1 ( $69 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), que tem o comportamento e as características gerais similares a outros solos já descritos na região (PANOSO et al., 2002). De forma geral, os valores encontrados nestes solos são elevados e acima das médias apresentadas em diversos trabalhos, quando se avalia a influência do manejo do solo no EstC. O fator determinante para o EstC encontrado são as características intrínsecas das classes de solos, sobretudo do tipo de horizonte A.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do projeto e para participação no evento.

#### Referências

- BRUCE, J. P.; FROME, M.; HAITES, E.; JANZEN, H.; LAL, R. Carbon sequestration in soils. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 5, p. 382-389, 1999.
- COSTA, T. C. C.; SILVA, A. F.; OLIVEIRA, L. M. T.; VIANA, J. H. M. Probabilistic Classification of Tree and Shrub Vegetation on Phytogeographic System. **Journal of Environmental Science and Engineering B**, v. 4, p. 315-330, 2015.
- FREIXO, A.A et al. Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.2, p.425-434, 2002.
- OLIVEIRA, A. R. **Relações solo-paisagem e modelo de predição de solos da bacia do córrego Marinheiro, Sete Lagoas (MG)**. 2016. 66 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016.

PANOSO, L. A.; RAMOS, D. P.; BRANDÃO, M. **Solos do campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo: suas características e classificação no novo sistema brasileiro.** Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 2002. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 5).

## COMPORTAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS RURAIS NO BIOMA PAMPA

Miriam Fernanda Rodrigues<sup>1</sup>, Mirian Lago Valente<sup>1</sup>, José Miguel Reichert<sup>1</sup>,  
Rosane Barbosa Lopes Cavalcante<sup>2</sup>, Jean Paolo Gomes Minella<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Pós-doutoranda, Santa Maria - RS,  
[miriamf\\_rodrigues@yahoo.com.br](mailto:miriamf_rodrigues@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Celulose Riograndense.

**Palavras-chave:** silvicultura; *Eucalyptus* spp.; erosão.

Áreas com campo natural vêm sendo substituídas pela produção florestal em ritmo acelerado (JACKSON et al., 2002). Nas últimas décadas, uma parcela do bioma Pampa foi convertida em plantios florestais, o que transformou a paisagem campestre do Pampa, no estado do Rio Grande do Sul.

Os efeitos da implantação de povoamentos de *Eucalyptus* spp. nos processos erosivos e de produção de sedimentos, nessas áreas, ainda são pouco conhecidos e existem incertezas quanto à capacidade deste bioma em suportar a produção de florestas plantadas sem que haja comprometimento dos recursos hídricos ou degradação dos solos. Estudos têm sido realizados para avaliar o efeito desses povoamentos sobre o ciclo hidrológico (NOSETTO et al., 2005), mas o conhecimento do efeito sobre os processos erosivos ainda é incipiente. A obtenção de informações sobre a dinâmica dos processos hidrológicos e erosivos em áreas ocupadas com povoamentos florestais, que anteriormente eram ocupadas por campo e pecuária extensiva é importante para conhecer esse padrão e para propor medidas de manejo.

Objetivou-se avaliar o comportamento da chuva, da vazão e da concentração de sedimentos em suspensão e a magnitude da produção de sedimentos durante eventos de chuva em duas bacias hidrográficas, uma com povoamentos de eucalipto e outra com campo natural e pastagem manejada, no bioma Pampa.

O estudo foi conduzido em duas bacias hidrográficas pareadas localizadas em São Gabriel - RS. A bacia com povoamentos de eucalipto (BE), antes ocupada com campo natural e pastagem manejada, pertence à empresa Celulose Riograndense (CMPC) e possui área de drenagem de 0,83 km<sup>2</sup>. O uso do solo da BE consiste, principalmente, em povoamentos de *Eucalyptus saligna* implantados em 2007. A bacia ocupada com campo natural e pastagem manejada (BC) possui área de drenagem de 1,10 km<sup>2</sup>. O uso do solo da BC consiste, predominantemente, de campo natural, sendo parte dele manejado (62 % da área total da bacia) e aveia (31 %).

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é Cfa, subtropical úmido com verão quente. As bacias estão a uma altitude média de 280 m e as classes de solo são ARGISSOLO VERMELHO, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, CAMBISSOLO HÁPLICO, NEOSSOLO REGOLÍTICO e NEOSSOLO LITÓLICO associados com afloramentos rochosos.

O monitoramento hidrossedimétrico foi conduzido de março a novembro de 2014, em duas seções de monitoramento, localizadas no exutório das bacias e compostas por vertedores compostos automatizados com linígrafo, turbidímetro e pluviógrafo, para determinação da vazão, da concentração de sedimentos em suspensão e da precipitação, respectivamente.

O comportamento hidrossedimentológico da bacia foi avaliado mediante análise da variação da chuva (volume e intensidade máxima em uma hora - IM), da Q máxima (Q max) e da Css máxima (Css

max), por meio da análise qualitativa da histerese entre a Q e a C<sub>ss</sub>, e da produção de sedimentos (PS) durante os eventos de chuva-vazão-sedimentos. A análise qualitativa da histerese foi feita de acordo com o sentido do laço de histerese: em sentido horário, a máxima C<sub>ss</sub> antecede a máxima Q; e em sentido anti-horário, a máxima C<sub>ss</sub> ocorre após a máxima Q (SEEGER et al., 2004).

Durante o monitoramento, eventos de chuva-vazão-sedimentos ocorreram em 14/03, 04/07, 23/09, 25/09, 09/10 e 12/11/14, dentre os quais são destacados aqueles ocorridos em 04/07 e 09/10/14. O evento de 04/07 teve alta magnitude, o volume total precipitado e a IM foram 77,7 mm e 53,1 mm h<sup>-1</sup>, respectivamente, e a Q max foi de 8646,3 L s<sup>-1</sup> para a BC e de 1282,0 L s<sup>-1</sup> para a BE. Por consequência, os maiores valores de C<sub>ss</sub> max (2290,2 mg L<sup>-1</sup> - BC; 1458,5 mg L<sup>-1</sup> - BE) e de PS (24,9 t km<sup>-2</sup> - BC; 11,8 t km<sup>-2</sup> - BE), durante o período de monitoramento, ocorreram nesse evento.

O evento ocorrido em 09/10, com volume total precipitado de 19,9 mm apresentou a menor IM (9,4 mm h<sup>-1</sup>) do período de estudo e, por consequência, as menores Q max (172,3 L s<sup>-1</sup> - BC; 26,1 L s<sup>-1</sup> - BE). Esse evento teve C<sub>ss</sub> max de 103,3 mg L<sup>-1</sup> e PS de 0,32 t km<sup>-2</sup> para a BC e de 47,0 mg L<sup>-1</sup> e 0,05 t km<sup>-2</sup> para a BE. A maior diferença nas variáveis monitoradas entre as bacias foi observada no evento do dia 09/10, onde a Q foi 2,2 vezes maior e a PS foi 6,04 vezes maior na BC do que na BE, embora tenha sido o evento de menor volume de chuva acumulado.

A diferença de magnitude entre a vazão, a concentração de sedimentos em suspensão e a produção de sedimentos entre bacias deve-se, possivelmente, à menor cobertura e proteção do solo proporcionada pelo campo e pela pastagem na BC em relação à maior cobertura e proteção proporcionadas pelas árvores de eucalipto e pela serapilheira na BE. Além disso, o pisoteio animal durante o pastejo na BC também contribui para a compactação do solo, o que limita a infiltração de água no solo e favorece o escoamento superficial. Por consequência, a possibilidade de erosão hídrica e transporte de sedimentos até a rede de drenagem também aumenta e pode proporcionar maior PS na BC em relação à BE.

A dinâmica da vazão e da concentração de sedimentos em suspensão, durante os eventos, resulta em hidrogramas e sedimentogramas raramente sincronizados no tempo. Para a BC, os laços de histerese foram predominantemente em sentido horário para a maioria dos eventos avaliados. Esse tipo de laço ocorre devido ao reduzido suprimento de sedimentos, quando os sedimentos depositados, principalmente no canal fluvial, são exauridos com a evolução do evento (MINELLA et al., 2011) ou mobilizados, transportados e depositados rapidamente (SEEGER et al., 2004). Na BE, a maioria dos laços de histerese foi em sentido anti-horário, com ocorrência da máxima C<sub>ss</sub> após a máxima Q. Esse tipo de histerese deve-se à chegada de sedimentos de fontes mais distantes, que são mobilizados na bacia vertente e transferidos pelo escoamento superficial para o canal fluvial (MINELLA et al., 2011).

A magnitude da vazão, da concentração de sedimentos em suspensão e da produção de sedimentos na bacia hidrográfica da com eucalipto é relativamente pequena em comparação com a magnitude observada na bacia com campo natural e pastagem manejada.

A histerese entre vazão e concentração de sedimentos em suspensão predominou em sentido horário para a bacia com campo natural e pastagem manejada e anti-horário para a bacia com eucalipto, o que indica que a principal fonte de sedimentos está próxima ao curso de água e em áreas mais distantes, respectivamente.

O processo de geração e transporte de sedimentos é significativo em termos ambientais, o que indica a necessidade de descrição dos processos erosivos que ocorrem para esses usos predominantes em bacias hidrográficas e as soluções para reduzir a geração de sedimentos.

## Referências

- JACKSON, R.B.; BANNER, J.L.; JOBBÁGY, E.G.; POCKMAN, W.T.; WALL, D.H. Ecosystem carbon loss with woody plant invasion of grasslands, **Nature**, v. 418, p. 623 – 626, 2002.
- MINELLA, J.P.G.; MERTEN, G.H.; MAGNANO, P.F. Análise qualitativa e quantitativa da histerese entre vazão e concentração de sedimentos durante eventos hidrológicos. **R. Bras. Eng. Agric. Amb.**, 15:1306-1313, 2011.
- NOSETTO, M.D.; JOBBÁGY, E.G.; PARUELO, J.M. Land-use change and water losses: the case of grassland afforestation across a soil textural gradient in central Argentina. **Global Change Biology**, 11: 1101-1117, 2005.
- SEEGER, M.; ERREA, M.; BEGUERIA, S.; ARNAEZ, J.; MARTI, C.; GARCIA-RUIZ, J. Catchment soil moisture and rainfall characteristics as determinant factors for discharge/suspended sediment hysteretic loops in a small headwater catchment in the Spanish pyrenees. **J. Hydrol.**, v.288, p.299-311, 2004.

## ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E SEU EFEITO NA PRODUTIVIDADE DA SOJA

Aline Marques Genú, Ernesto Berezoski, Cacio Murilo Padilha, Cristiano Andre Pott

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Professor, Guarapuava - PR, [agenu@unicentro.br](mailto:agenu@unicentro.br).

**Palavras-chave:** densidade do solo; *Glycine max*; porosidade do solo.

A produção brasileira de soja vem aumentando nos últimos anos e o sul do país apresenta expressiva área plantada da cultura, panorama possível devido as condições edafoclimáticas favoráveis, o melhoramento genético e a tecnologia aplicada na sua produção (FRANCISCO; CÂMARA, 2013). Entretanto, verifica-se que em alguns locais do país, o potencial da cultura não vem sendo atingido devido problemas no manejo aplicado para a cultura, dentre os quais nota-se que os atributos físicos do solo têm sido negligenciados quando comparado a correção química do solo contudo, a compactação do solo causada pelo tráfego de máquinas durante os tratos culturais provoca alterações significativas na densidade do solo, porosidade, infiltração de água e resistência a penetração (LEONEL et al., 2007).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito dos atributos físicos do solo densidade (Ds), porosidade total (Pt), macroporosidade (Map), microporosidade (Mip) e capacidade de campo (CC) na produtividade da cultura da soja em área com alta e baixa produtividade. Para tanto, o experimento foi realizado em uma propriedade comercial que utiliza o sistema plantio direto no município de Imbituva – PR, no ano agrícola de 2015-2016, sendo que o manejo e tratos culturais utilizados foram os mesmos realizados na propriedade para toda a área cultivada com soja.

A área de 60 ha foi dividida de acordo com a produtividade da soja em baixa e alta e, em cada área, foram selecionados 16 pontos para a coleta de amostras indeformadas de solo, em 3 repetições, na camada de 10 – 15 cm, devido apresentar maior resistência a penetração. As amostras coletadas foram encaminhadas ao Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Estadual do Centro-Oeste para realização das análises físicas de Ds, Pt, Map, Mip e CC conforme Embrapa (2011). Posteriormente, os dados de produtividade e dos atributos físicos do solo foram submetidos a análise de variância e teste de t no programa ASSISTAT.

Foi verificada diferença estatística para a produtividade da soja nas áreas de alta e baixa produtividade, respectivamente de 3448,93 e 2956,06 kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade verificada para a área de alta é superior à produtividade média do Estado do Paraná para a safra 2015/2016, que foi de 3141,00 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2016), enquanto a área de baixa foi menor que a média. No entanto, ambas as áreas foram mais produtivas que a média do país para a mesma safra (2882,00 kg ha<sup>-1</sup>).

No que se refere aos atributos físicos avaliados, não foi verificada diferença estatística para Map, Mip e CC entre as áreas de alta e baixa produtividade. A Map verificada foi de 10,02 % e 9,09 % enquanto a Mip foi de 51,22 % e 50,47 % e a CC de 49,52 % e 48,74 % para as áreas de baixa e alta, respectivamente. De acordo com Tormena et al. (2002) valores de Map abaixo de 10 % podem ser restritivas ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

Houve diferença significativa para os atributos Ds e Pt. Verificou-se que a Ds para a área de alta produtividade foi maior (1,10 g cm<sup>-3</sup>) que a de baixa produtividade (1,05 g cm<sup>-3</sup>). No entanto, os valores obtidos estão abaixo do considerado limitante para solos de textura argilosa, de 1,30 a 1,40 g cm<sup>-3</sup>. A Pt apresentou maiores valores (61,24 %) para a área de baixa produtividade em comparação



com a de alta produtividade (59,56 %), o que está de acordo com os resultados para Ds, sendo que maiores valores de Ds afetam a Pt do solo, diminuindo-a.

A resposta obtida para Ds e Pt estão em desacordo com o esperado para a produtividade da cultura uma vez que locais com condições físicas piores a produtividade seria menor. Além disso, os resultados físicos obtidos entre as áreas estão muito próximos e não são considerados impeditivos ao desenvolvimento das plantas devendo ser considerados outros fatores para explicar a diferença encontrada para a produtividade da soja como, por exemplo, as condições de relevo da área, tendo em vista a existência de linhas de drenagem no local que podem ter contribuído para isso mas, para confirmar essa possibilidade, é necessário especializar a informação obtida.

Kramer et al. (2013) verificaram para a cultura do trigo, em zona de alta produtividade, valores de Ds mais baixos e Pt mais elevado do que em zona de baixa produtividade, o que configurou um efeito dos atributos físicos do solo na produtividade do trigo.

Desta forma, conclui-se que para este trabalho os resultados obtidos não configuram um efeito dos atributos físicos do solo na produtividade da soja sendo necessária novas pesquisas para identificar a razão desta diferença. Agradecimento: A Fundação Araucária pelo apoio financeiro na apresentação deste trabalho (Chamada de projetos 06/2014).

## Referências

- CONAB. **Levantamento de safra**. 2016. [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br). Acesso em 26 de agosto de 2016.
- EMBRAPA. Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**; 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011. 230p.
- FRANCISCO, E.A.B.; CÂMARA, G.M.S. Desafios atuais para o aumento da produtividade da soja. **Informações Agronômicas**, n° 143. Piracicaba: IPNI, 2013. 16p.
- KRAMER, L.F.M.; MÜLLER, M.M.L.; TORMENA, C.A.; MICHALOVICZ, L.; NASCIMENTO, R.; VICENSI, M. Wheat yield and physical properties of a brown latosol under no-tillage in south-central paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.1216-1225, 2013.
- LEONEL, C.L.; FREDDI, O.S.; BEUTLER, A.N.; CENTURION, M.A.P.C.; CENTURION, J.F. Influência da compactação do solo no crescimento radicular e na produtividade do amendoim. **Científica**, v.35, n.1, p.51 - 60, 2007.
- TORMENA, C.A.; BARBOSA, M.C.; COSTA, A.C.S. da; GONÇALVES, A.C.A. Densidade, porosidade e resistência   penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v.59, p.795-801, 2002.

## PRODUÇÃO DE PALHADA DE AZEVÉM, MILHO SILAGEM E FEIJÃO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Tangriani Simioni Assmann<sup>1</sup>, Flávia Levinski<sup>1</sup>, Marcelo Luiz Fetzer<sup>2</sup>, André Brugnara Soares<sup>1</sup>, Ezequiel Antonio Albanir Venturim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Professora Associada, Pato Branco - PR, [tangriani@utfpr.edu.br](mailto:tangriani@utfpr.edu.br); <sup>2</sup>Instituto Federal do Paraná; <sup>3</sup>União das Instituições de Serviços, Ensino e Pesquisa.

**Palavras-chave:** cobertura de solo; adubação nitrogenada; intensidade de pastejo.

A manutenção do solo coberto é fundamental para prevenir a erosão, proteger o solo dos efeitos de compactação por máquinas e animais, amenizar infestações de plantas daninhas, além de melhorar o ambiente edáfico para o desenvolvimento radicular. Uma vez que, toda a dinâmica de crescimento de pastagem observado acima do solo, também ocorre abaixo dele (KUNRATH et al., 2015).

O sistema de integração lavoura - pecuária (ILP) é um sistema de produção que alterna, na mesma área, o cultivo de pastagens visando à produção animal, e culturas destinadas à produção de grãos. Neste sistema é possível adotar o sistema plantio direto (SPD), pois permite realizar a rotação de culturas, o não revolvimento do solo e mesmo assim produzir resíduos vegetais visando à cobertura constante do solo, obtida com sucesso com um adequado manejo da pastagem.

Para o manejo da pastagem no inverno, a adubação nitrogenada proporciona um maior vigor e aumento da produção de biomassa vegetal, e consequentemente a deposição dos resíduos orgânicos. Assim, o pastejo estará promovendo o crescimento radicular, bem como, maximizando a absorção de água e nutrientes. Porém, áreas submetidas a constantes superpastejo e sem adoção de prática de fertilização corretas, apresentam descontinuidade de cobertura de solo e redução do sistema radicular.

Desse modo, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito de épocas de adubação nitrogenada e intensidades de pastejo sobre o total de palhada produzido no ano agrícola 2015/16 em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP).

O experimento foi realizado em propriedade rural no município de Abelardo Luz - SC, com área experimental de 14 ha, utilizada desde meados de 2012 para fins de experimentação com ILP sob sistema de plantio direto. No presente estudo foi cultivado azevém (*Lolium multiflorum* L.) sob pastejo no inverno, milho para silagem e feijão safrinha no verão.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial (2 x 2), com três repetições. Assim, constituindo os quatro tratamentos, o primeiro fator foi constituído por épocas de aplicação de nitrogênio (N) no sistema: N aplicado na pastagem (N-pastagem) e N aplicado na cultura de grãos (N-grãos), na dose de 200 kg de N ha<sup>-1</sup> para o cultivo do milho e 100 kg de N ha<sup>-1</sup> para o cultivo do feijão. O segundo fator foi à intensidade de pastejo, caracterizada por duas alturas de manejo da pastagem: Alta altura de pasto (0,30 m) e Baixa altura de pasto (0,10 m).

A pastagem foi formada por azevém semeado a lanço no dia 16/04/15, recebendo adubação nitrogenada no dia 21/05/15 nos tratamentos N-pastagem. O período de pastejo foi de 93 dias, com avaliação da biomassa residual da pastagem após a retirada dos animais dos piquetes, no dia 05/09/15. A semeadura direta do milho para silagem "AG 8780 VT - Pró" foi realizado no dia 14/09/16, com a avaliação da biomassa residual após a colheita para silagem, em 23/01/2016. O feijão safrinha, "IAC

Milênio”, foi semeado em plantio direto dia 27/01/16, avaliando a biomassa residual após a colheita, em 05/05/16. A avaliação da quantidade de palhada foi efetuada por meio do corte e coleta, rente ao solo da biomassa aérea, em um quadro amostral de 0,25 m<sup>2</sup>, em pontos aleatórios por parcela. Apenas na avaliação da biomassa residual após a colheita do milho silagem foi efetuado coleta e separação de material residual dos cultivos antecessores e de papuã, no mesmo quadro amostral. Após as coletas as amostras foram secas, pesadas e o valor foi extrapolado para kg MS ha<sup>-1</sup>.

A biomassa residual de pastagem no inverno e dos cultivos de grão no verão foi somada a fim de obter um total de palhada produzido pelos cultivos no ano agrícola de 2015/2016, demonstrando a cobertura do solo durante o ano agrícola, com total de 9.383,66 kg MS ha<sup>-1</sup>. Para a biomassa residual do feijão não houve influência dos tratamentos aplicados, com uma média 2.414,89 kg MS ha<sup>-1</sup>. Do mesmo modo, para a avaliação de biomassa residual após a colheita do milho silagem não foi observado efeito dos tratamentos aplicados sobre a quantidade de biomassa residual de milho, dos restos de culturas antecessores ao milho e de restos de papuã, com uma média de 1.607,17 kg MS ha<sup>-1</sup>, 1.117, 34 kg MS ha<sup>-1</sup> e 823,53 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Somando se a quantidade de MS residual da separação do milho (45,2 %), restos culturais antecessores (31,5 %) e papuã (23,3 %), o período produziu 3.548,04 kg MS ha<sup>-1</sup>. A biomassa residual do milho teve maior proporção do cultivo de verão, 45,2 % do total, entretanto, a maior parte dos resíduos foi formada por colmo, com alta relação C/N o que reduz a ciclagem de nutrientes, porcentagem de cobertura de solo, bem como, o benefício à cultura sucessora.

Entretanto, sobre a biomassa residual do cultivo do azevém no inverno constatou-se influência de ambos os fatores, época de aplicação de N e intensidade de pastejo ( $P < 0,05$ ). Constatou-se maior produção de palhada do azevém quando a adubação nitrogenada foi aplicada na pastagem (3.831,36 kg MS ha<sup>-1</sup>) em relação ao manejo N-grãos (3.010,1 kg MS ha<sup>-1</sup>). Já para o fator intensidade de pastejo, o manejo Alta altura de pasto foi o que proporcionou maior produção de biomassa residual (4.263,44 kg MS ha<sup>-1</sup>) em relação ao manejo Baixa altura de pasto (2.278,02 kg MS ha<sup>-1</sup>).

A aplicação de N na pastagem é um fator preponderante para aumentar a produção de biomassa e consequentemente aumentar a produção de biomassa residual de azevém no final do cultivo. Todavia, com a pastagem nutrida é possível ter uma maior carga animal, diferente do que ocorre com o tratamento N-grãos, que deve ser reduzida a carga para não afetar os níveis de biomassa residual final. Por isso, maximizar a produção de biomassa dos cultivos para promover o acúmulo de matéria orgânica é tão importante quanto à manutenção de uma quantidade mínima de biomassa residual sobre o solo no final do ciclo da cultura (SOARES et al., 2015).

Ressalta-se que mesmo nas parcelas manejadas com Baixa altura de pasto, ao final do período de pastejo o solo encontrava-se 100 % coberto, situação contrária ao observado, por exemplo após o cultivo do feijão o qual foi realizado após a silagem de milho, processo este que retirou grande quantidade de matéria seca da área.

Assim, mesmo que a pastagem manejada a Baixa altura de pasto tenha resultado em uma menor quantidade de matéria seca residual, uma maior quantidade de MS foi consumida pelos animais e consequentemente contribuiu para uma maior ciclagem de nutrientes, principalmente nas parcelas N-pastagem. Desta forma, considera-se que a quantidade de matéria seca e nutrientes ciclados durante o processo de pastejo e consequentemente a constante cobertura verde do solo, “pousio zero” é preponderante para evitar perdas de solo, água e nutrientes.

Em sistemas ILP a produção de maior quantidade de biomassa vegetal aérea faz com que aumente a ciclagem de nutrientes e consequentemente disponibilidade dos mesmos as plantas, do mesmo modo, que a manutenção de biomassa residual para o SPD. Assim, perfazendo a ciclagem de nutrientes um importante indicador de qualidade e conservação de solo.

## Referências

KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; NUNES, P. A. A. et al. Fase Pastagem: Produção e manejo do pasto. In: Grupo de Pesquisa em Sistema Integrado de Produção Agropecuária (GPSIPA). **Integração soja -bovinos de corte no sul do Brasil**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015, p. 33-38. (Boletim técnico).

SOARES, A. B.; AIOLFI, R. B.; DE BORTOLLI, M. A. et al. Produção animal e vegetal em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. In: **SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO**, 3., 2015, Dois Vizinhos. Anais... Maringá: Sthampa, 2015, p. 139-176.

## CAPACIDADE DE USO DE SOLOS SOB FLORESTAS PLANTADAS EM CURITIBANOS - SC

Gustavo Henrique Mozzer Regazolli, Carla Eloize Carducci, Roberto Fabris Goerl, Mário Dobner Júnior, Jânio dos Santos Barbosa

Universidade Federal de Santa Catarina, Graduating, Curitiba - SC, [freza-ghenrique@hotmail.com](mailto:freza-ghenrique@hotmail.com).

**Palavras-chave:** levantamento; qualidade do solo; conservação do solo.

Cada solo devido suas características físicas e químicas tem limites de possibilidade de uso dado por análises pedológicas e de capacidade de uso do solo. O termo capacidade de uso nos passa a idéia de relação entre a indicação do melhor uso agrícola que o solo pode conter e seu grau de degradação. Caso seja explorado acima desse limite, estará sujeito a riscos de degradação (PEDRON et al., 2006; SANTOS et al., 2012). Se sua capacidade de uso for respeitada, há um bom custo-benefício das atividades agrícolas (LEPSCH, 2010). A utilização abaixo de sua capacidade de uso pode trazer perda econômica (SANTOS et al., 2012). Esse trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de uso das terras da Fazenda Experimental Florestal da Universidade Federal de Santa Catarina juntamente com características físicas do solo em laboratório e, assim, verificar se as populações florestais lá inseridas estão em locais adequados. A Área de estudo possui 31,9 hectares, está inserida na fazenda Forquilha (Curitiba - SC) e tem por coordenadas 27° 19' 07" latitude sul e 50° 42' 36" longitude oeste. Apenas 9,2 hectares podem ser utilizados para as atividades da universidade: ensino, pesquisa e extensão. A maior parte da área é de preservação permanente (APP). A área experimental está inserida no ecossistema Mata Atlântica (Mata das Araucárias), de fitofisionomia floresta ombrófila mista (FOM). Segundo Köppen, o clima é Cfb (clima temperado). Na área há plantios de *Araucaria angustifolia*, *Quercus acutissima*, *Eucalyptus* sp., *Pinus* sp., *Cupressus lusitanica*, *Pinus greggii*, *Pinus patula*, *Liquidambar* sp., *Eucalyptus dunnii*, *Cryptomeria japonica*, *Pinus taeda* no terço superior da paisagem; *Pinus greggii*, *Pinus taeda* e *Cupressus lusitanica* no terço médio e no terço inferior; há bambu e forragem (azevém). No campo a área foi dividida por diferença de relevo em terço superior que é a parte mais elevada, terço médio referente à vertente e terço inferior referente à baixada. Em cada um dos terços foi determinado um ponto amostral, a não ser no terço médio no qual foram determinados dois pontos amostrais para melhor representar a paisagem. Foram obtidas as coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) de cada ponto amostral. Em cada um deles foram coletadas amostras de solo com um trado holandês para análises pedológicas, físicas e para medir sua profundidade. As amostras deformadas foram utilizadas nas análises laboratoriais de textura, densidade de partícula e limite de plasticidade. Ainda no campo foram feitas a capacidade de uso da terra de cada ponto amostral de forma visual observando a fertilidade aparente, profundidade efetiva, drenagem interna e pedregosidade. Sendo empregada a fórmula básica ((textura – permeabilidade / declividade – erosão) uso atual) (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2012). No laboratório foram analisados os horizontes B de cada ponto amostral. Para cada horizonte foram feitos teste de textura pelo método da pipeta, densidade de partícula (Dp) pelo método do balão volumétrico e consistência do solo (limite de plasticidade) pelo método de Atterberg (EMBRAPA, 2011). Após as análises os solos foram enquadrados em relação ao seu possível uso tanto para culturas anuais ou perenes (grupo A ou B) ou áreas de preservação (C). Também foi indicado seu grau de limitação física em classes (I, II

a VIII). O ponto amostral do terço superior (ponto um), com coordenadas (UTM) 6978480 N 528713 E, apresentou 1,36 m de profundidade, fertilidade aparente média, drenagem interna moderada e sem presença de pedras. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2012) o solo se enquadra na classe IIs4,6 e grupo A (terras agricultáveis) da capacidade do uso. Como principais limitantes apresentam fertilidade aparente média, sendo necessária a correção (calagem) e adubação. A espessura do horizonte B foi de 0,23 m (0,40-0,63 m) de textura franco argilo siltosa (38,01; 57,34 e 4,65 % argila, silte e areia, respectivamente). O solo atingiu seu limite de plasticidade a 36,64 % de umidade. Foi encontrada Dp de 2,44 g cm<sup>-3</sup>; com relação silte/argila de 1,5 indicativo de solo jovem no terço superior. No terço médio o ponto dois de coordenadas (UTM) 6978080 N e 528559 E, apresentou 0,89 m de profundidade efetiva. O horizonte B teve espessura de 0,36 m (0,36-0,72 m), com textura franca argilo siltosa (32,98; 51,60 e 15,42 % de argila, silte e areia, respectivamente). A Dp foi de 2,47 g cm<sup>-3</sup>. O solo atingiu o limite de plasticidade a 34,13 % de umidade, valor inferior ao terço superior. Em relação à capacidade de uso do solo, além da profundidade efetiva citada acima, ainda foram observadas fertilidade aparente baixa, drenagem interna moderada e pedregosidade de 30 a 50 %. A relação silte/argila de 1,56 é indicativo de solo jovem. O ponto três de coordenadas (UTM) 6978319 N e 528585 E, ainda no terço médio da paisagem apresentou 1,11 m de profundidade efetiva, drenagem interna moderada, fertilidade aparente média a baixa e afloramento de rochas maior de 50 % no perfil (alta pedregosidade), em relevo ondulado (8-18 %). O horizonte B apresentou 0,32 m de espessura (camada de 0,34-0,66 m) de textura argilo siltosa (43,61; 41,82 e 14,57 % argila, silte e areia). Sua Dp foi de 2,29 g cm<sup>-3</sup> e o LP foi atingido a 38,73 % de umidade, sendo a relação silte/argila de 0,95 indicativo de solo jovem. Esses pontos de características semelhantes, foram enquadrados na classe VI e1;s1,3,4 recomendada para algumas culturas perenes e pastagens (grupo B) (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2012). Como principais limitantes têm a pouca profundidade e alta declividade. Para essa situação Lepsch (2010) recomenda plantio de proteção (seringais ou florestas plantadas com uso de práticas conservacionistas). No terço inferior de coordenadas (UTM) 6978187 N e 528331 E (ponto quatro) o solo apresentou 1,03 m de profundidade efetiva, média fertilidade aparente, drenagem interna pobre e afloramento de rochas. Em análises laboratoriais realizadas no horizonte B com 0,19 m de espessura (0,66-0,85 m) apresentou textura franca (21,69; 33,79 e 44,52 % argila, silte e areia). A Dp foi igual a 2,54 g cm<sup>-3</sup> com limite de plasticidade a 22,55 % de umidade. Solo considerado novo pela relação silte/argila de 1,55. Com base nas suas características analisadas, o solo se enquadrou na classe Va1,3, solos encharcados na maior parte do ano, planos e com pedregosidade (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2012). Os solos presentes na área experimental florestal apresentam diferentes características e limitações. Os solos do terço superior estão adequados de acordo com a capacidade de uso para diferentes plantios (culturas anuais, semi-perenes e perenes). Os plantios no terço médio onde os povoamentos estão instalados em curva de nível já apresentam cinco anos de idade o que promovem maior cobertura de solo e diminui o risco de erosão principal limitação encontrada nessa posição da paisagem. Os plantios do terço inferior estão alocados de forma correta segundo a capacidade de uso do solo.

## Referências

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

SANTOS, P. G. et al. Classificação de terras segundo sua capacidade de uso e identificação de conflito de uso de

solo em microbacia hidrográfica. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, Lages, v.11, n.2, p.146-157, 2012.

PEDRON, F. A. et al. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.105-112, 2006.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 8 ed. São Paulo: Ícone, 2012, 355p.



## DINÂMICA DA ÁGUA E RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO EM QUANTIDADES DE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Maria Regina Gmach<sup>1</sup>, Henrique Pose Guerra<sup>2</sup>, Guilherme Baldo Cyrino<sup>2</sup>, Carlos Clemente Cerri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Doutorado, Piracicaba - SP, [mariaregina@usp.br](mailto:mariaregina@usp.br); <sup>2</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo.

**Palavras-chave:** qualidade física; conservação do solo; manejo da palha.

A demanda por biocombustíveis é cada vez maior, e nesse contexto a cana-de-açúcar se destaca pela produção de etanol, proveniente do colmo e também o etanol proveniente da palha, chamado etanol de segunda geração (2G). O recolhimento parcial da palha da cana-de-açúcar do solo, para vias de produção de etanol 2G pode causar alterações no ambiente decompositor, e isso afeta os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, causando um desequilíbrio no sistema (ROSCOE et al., 2006).

Solos sob sistemas de manejo que mantenham a palha como cobertura, tendem a ter maior porosidade com o passar do tempo, devido a criação de uma estrutura física mais estável, um aumento na MOS e aumento do número de bioporos. Desta maneira, um maior fluxo nos macroporos e uma redução no selamento superficial podem ser atribuídos à manutenção dos resíduos (GODDART et al., 2008), além disso, estes solos apresentam menor densidade e um consequente aumento nas taxas de infiltração (FLIEBBACH et al., 2007; KARAMI et al., 2012), reduzindo riscos de erosão (HUNKE et al., 2015). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes quantidades de palha deixadas na superfície do solo na alteração das propriedades físicas do mesmo.

Os estudos foram realizados com solo da Usina Bom Retiro, em Capivari - SP, classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, com textura média argilosa e o clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa. Foram feitas análises de Resistência à Penetração (RP) e percolação de água no solo.

A avaliação da RP foi realizada no campo, 90 dias após a colheita, com penetrômetro de impacto manual (STOLF, 1983) em seis profundidades (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 e 50-60 cm), no meio da entrelinha com espaçamento de 0,90 m, onde há um menor tráfego e, portanto, há apenas o efeito das diferentes quantidades de palha, que foram 0, 3,4, 7,8 e 13 Mg ha<sup>-1</sup>. A avaliação da RP foi realizada quando o solo estava com umidade próxima à capacidade de campo.

A avaliação da percolação da água no solo foi realizada em tubos lisimétricos montados em PVC, expostos sob condição de luz e precipitação natural, com 20 cm de diâmetro, nas profundidades 01, 20, 50 e 100 cm de solo com as quantidades de palha de 0 (solo descoberto), 3, 6 e 12 Mg ha<sup>-1</sup>, da cultivar RB86-7515, sobre a superfície do solo, com quatro repetições. Ao final do tubo havia uma malha de peneira, um funil e um coletor da solução do solo. A duração do experimento foi de 90 dias, sendo que a coleta da solução era realizada a cada evento de precipitação. Assim, foi medido o volume de solução lixiviada, juntamente com o volume de chuva medido em estação meteorológica, para a verificação do volume de água que percolou, para a avaliação da dinâmica da água em diferentes profundidades.

No período do experimento a precipitação total no local foi de 299,3 mm d água, que corresponde a uma entrada de 9,4 L de água nos tubos. Sendo que o volume médio percolado, de todos os tratamentos, foi de 8,2, 7,1, 6,7 e 6 L, nas profundidades de 01, 20, 50 e 100 cm, respectivamente.

Portanto, um volume de água de 1,2, 2,2, 2,6 e 3,4 L de água, nas mesmas respectivas profundidades, ficou retido no solo e na palha ou evaporou.

A percolação de água no solo diferiu entre as quantidades de palha, sendo que o solo sem palha apresentou uma grande quantidade de água lixiviada em 01 cm, pois nesta profundidade não há muita retenção pelo solo, mas foi muito menor que os demais tratamentos nas outras profundidades, resultado que está intimamente ligado a umidade do solo, que provavelmente é maior no solo com mais cobertura. Os tratamentos que apresentaram maior percolação no decorrer do perfil foram o de 06 e 12 Mg ha<sup>-1</sup>, com diferença mais marcante nos primeiros 20 cm de profundidade com 7,7 e 8,2 L de água lixiviada, respectivamente, enquanto que no solo sem palha foi 5,7 L, e 7 L no solo com 3 Mg ha<sup>-1</sup> de palha. Nas profundidades de 50 e 100 cm o aumento da percolação da água também foi maior com o aumento na quantidade de palha.

No solo descoberto a RP foi maior até os 40 cm, sendo seus valores na camada de 0-10 cm de 0,97, 0,73, 0,65 e 0,6 nas doses 0, 3,4, 7,8 e 13 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e esta redução da RP com o aumento da quantidade de palha segue até os 30 cm, podendo-se estimar que o solo esteja mais compactado, resultando em uma menor qualidade física para o desenvolvimento de plantas. Resultado correspondente a este pode ser visto na percolação de água, que foi menor no solo descoberto na mesma profundidade. Estes resultados podem estar relacionados à maior compactação e aumento da densidade do solo sem ou com pouca cobertura, que afeta a porosidade, que consequentemente afeta a infiltração de água, além de, muito provavelmente estar sendo formada uma camada superficial de compactação que dificulta a entrada de água, chamada de selamento superficial. Estes resultados mostram a importância de se deixar a cobertura, para fins de manter a qualidade física e para a conservação do solo. No entanto, não se pode afirmar que quanto mais palha melhor, pois doses intermediárias (entre 6 a 8 Mg ha<sup>-1</sup>) permitiram manter uma boa qualidade física ao solo.

## Referências

- FLIEBBACH, A.; OBERHOLZER, H.R.; GUNST, L.; MADER, P. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. **Agriculture Ecosystem and Environment**, v. 118, p. 273–284, 2007.
- GODDARD, T.; ZOEBISCH, M.; GAN, Y.; ELLIS, W.; WATSON, A.; SOMBATPANIT, S. No-till farming systems. **World Association on Soil and Water Conservation (WASWC)**, Special Publication, No 3, 2008.
- HUNKE, P.; MÜLLER, E.N.; SCHRÖDER, B.; ZEILHOFER, P. The Brazilian Cerrado: assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use. **Ecohydrology**, v. 08, p. 1154–1180, 2015.
- KARAMI, A.; HOMAEI, M.; AFZALINIA, S.; RUHIPOUR, H.; BASIRAT, S. Organic resource management: impacts on soil aggregate stability and other soil physic-chemical properties. **Agriculture Ecosystem and Environment**, v. 148, p. 22–28, 2012.
- ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; SALTON, J.C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. 1 ed. Dourados: Embrapa, 2006. 305 p.
- STOLF, R., FERNANDES, J., FURLANI NETO, V.L. **Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. 9p.

## MAPEAMENTO DIGITAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS E FÍSICO-HÍDRICOS DO SOLO POR TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS

Cesar da Silva Chagas, Silvio Barge Bhering, Waldir de Carvalho Junior, Nilson Rendeiro Pereira

Embrapa Solos, Pesquisador, Rio de Janeiro - RJ, [chagas.rj@gmail.com](mailto:chagas.rj@gmail.com).

**Palavras-chave:** árvores de regressão; random forest; redes neurais artificiais.

A informação sobre solos, incluindo a variabilidade de seus atributos, é fundamental para a formulação de políticas agrícolas, manejo dos solos e para o monitoramento dos impactos ambientais advindos de seu uso. Para Boettinger et al. (2008), dados de sensores remotos orbitais podem ser utilizados como covariáveis ambientais no mapeamento digital dos solos, especialmente em regiões áridas e semiáridas, facilitando, dessa maneira, o mapeamento e reduzindo a necessidade de levantamentos de campo onerosos e demorados. Vários estudos têm demonstrado as relações entre diferentes atributos do solo e dados de sensores remotos, sendo que os métodos mais comumente utilizados para a predição desses atributos têm sido a regressão linear múltipla, a regressão por mínimos quadrados parciais e os métodos geoestatísticos. A aplicação de métodos de mineração de dados como redes neurais artificiais (RNA), random forest (RF) e árvores de regressão (AR) tem sido menos comum. O presente estudo tem por objetivo comparar a eficiência dos modelos AR, RF e RNA na predição de atributos físicos e físico-hídricos do solo utilizando dados do sensor TM do Landsat 5 como covariáveis ambientais em uma área do semiárido brasileiro.

O estudo foi realizado em uma área pertencente ao projeto de irrigação Salitre, no município de Juazeiro, Estado da Bahia. A área possui aproximadamente 35.000 ha e está localizada entre as coordenadas UTM 8.909.500 e 8.938.300 m N e 324.300 e 348.800 m E, zona 24S. O clima é semiárido, segundo Köppen, com vegetação de caatinga hiperxerófila, relevo plano e a geologia formada por calcários e rochas gnáissicas-graníticas. As classes de solo mais representativas são os Vertissolos, Cambissolos e Planossolos.

Para predição dos atributos areia, silte, argila, capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) foram utilizados dados da camada superficial (0 - 20 cm) de 399 perfis de solos disponibilizados pela CODEVASF. Foram utilizados como covariáveis dados do sensor TM do Landsat 5 (números digitais), órbita/ponto 217/67, com resolução espacial de 30 m, de janeiro de 2007, conforme se segue: b1 (0,450-0,515  $\mu\text{m}$ ), b2 (0,525-0,605  $\mu\text{m}$ ), b3 (0,630-0,690  $\mu\text{m}$ ), b4 (0,755-0,900  $\mu\text{m}$ ), b5 (1,550-1,750  $\mu\text{m}$ ), b7 (2,090-2,350  $\mu\text{m}$ ), índices NDVI ( $(b4 - b3)/(b4 + b3)$ ) e GSI ( $(b3 - b1)/(b3 + b2 + b1)$ ), e as relações b3/b2, b3/b7 e b5/b7. Os modelos de predição foram implementados no *software* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013), através da função `rpart` (AR) e dos pacotes `randomForest` (RF) e `RSNNS` (RNA).

A importância das covariáveis ambientais para cada um dos atributos avaliados foi estimada através da correlação linear de Pearson, implementada no R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013), através da função `cor.test`, com valores inferiores a 0,05 indicando que a correlação é significativa. Em seguida, a performance dos modelos foi avaliada utilizando-se um conjunto de dados de validação independente (80 amostras), obtidos aleatoriamente, pelo cálculo da correlação entre os valores observados e os valores estimados através do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Os resultados da análise da correlação linear de Pearson mostraram que, no geral, as covariáveis ambientais utilizadas apresentaram correlação significativa com os atributos dos solos estudados

( $p < 0,05$ ). A areia apresentou correlação significativa com a maioria das covariáveis utilizadas, com exceção das covariáveis b1 e b5/b7, enquanto o silte não apresentou correlação significativa com as covariáveis b1, b4 e b5/b7. Já o comportamento da argila com relação as covariáveis ambientais foi antagônico, porém de mesma magnitude, ao verificado para a areia, apenas as covariáveis b1 e b5/b7 não apresentaram correlação significativa com este atributo e as covariáveis mais relevantes foram b3/b7 ( $r = 0,56$ ), GSI ( $r = 0,40$ ), NDVI ( $r = -0,39$ ) e b3/b2 ( $r = 0,25$ ). A CC e o PMP tiveram o maior número de covariáveis não correlacionadas significativamente (b1, b2, b3 e b5/b7). Dessa maneira, apenas as covariáveis que tiveram correlação significativa com os atributos foram utilizadas nos modelos de predição.

Os resultados para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtidos pelos modelos de AR podem ser considerados como moderados para a areia (0,56), argila (0,52) e PMP (0,41); fraco para a CC (0,34) e muito fraco para o silte (0,17). Henderson et al. (2005) utilizaram AR, atributos do terreno e dados derivados do Landsat, como covariáveis e obtiveram resultados similares aos deste estudo na predição da argila na camada superficial dos solos ( $R^2 = 0,44$ ).

Os modelos de RF tiveram desempenho para o  $R^2$  moderado para a areia (0,64), argila (0,56), CC (0,52) e PMP (0,42) e fraco para o silte (0,27). Akpa et al. (2014) relataram valores de  $R^2$ , na camada superficial do solo (0 - 15 cm), de 0,48 - 0,49 para areia, 0,26 - 0,27 para o silte e 0,53 - 0,56 para argila, em um estudo realizado na Nigéria. Por sua vez, os resultados obtidos pelos modelos de RNA foram moderados para areia (0,65), argila (0,67), CC (0,58) e PMP (0,53), e fraco para o silte (0,31). Os modelos de RNA foram superiores aos modelos de RF e AR na predição de todos os atributos avaliados, sendo que as maiores diferenças foram verificadas entre a RNA e a AR para a CC (0,24), argila (0,15) e silte (0,14). Viscarra Rossel e Behrens (2010), utilizaram métodos de mineração de dados, entre eles RNA, RF e AR para modelar os teores de argila no solo, a partir de dados de reflectância difusa no visível e infravermelho próximo obtidos em laboratório e encontraram resultados de  $R^2$  para RNA superiores aos demais modelos e aos encontrados no presente estudo.

Demattê et al. (2007) ressalta que a quantificação de atributos do solo a partir de um sensor orbital não é uma tarefa simples, devido à complexidade dos solos. Neste sentido, resultados de  $R^2$  próximos de 0,5, como os obtidos para areia e argila pelo modelo RNA, no presente estudo, provavelmente são devidos à interferência física destes constituintes do solo na energia incidente e refletida.

O modelo RNA apresentou coeficientes de determinação ( $R^2$ ), considerando as amostras de validação, superiores aos obtidos pelos modelos RF e AR na predição de todas as frações avaliadas.

O uso de covariáveis obtidas por sensoriamento remoto orbital aliado a abordagem por redes neurais mostrou potencial de utilização para estimar valores de granulometria, em especial areia e argila, para condições de solos de clima semiárido.

## Referências

- BOETTINGER, J.L.; RAMSEY, R.D.; BODILY, J.M.; COLE, N.J.; KIENAST-BROWN, S.; NIELD, S.J.; SAUNDERS, A.M.; STUM, A.K. Landsat Spectral Data for Digital Soil Mapping. In: HARTEMINK, A. E.; MCBRATNEY, A. B.; MENDONÇA-SANTOS, M. L. (Eds.). **Digital Soil Mapping with limited data**. New York, Springer-Verlag, 2008. p.192-202.
- DEMATTÊ, J.A.M.; GALDOS, M.V.; GUIMARÃES, R.V.; GENÚ, A.M.; NANINI, M.R.; ZULLO JR, J. Quantification of tropical soil attributes from ETM+/LANDSAT-7 data. *Int. J. Remote Sens.*, v.28, p.3813-3829, 2007.

HENDERSON, B.L.; BUI, E.N.; MORAN, C.J.; SIMON, D.A.P. Australia-wide predictions of soil properties using decision trees. **Geoderma**, v.124, p.383-398, 2005.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2013. Disponível em < [http://www.r-project.org/isbn 3- 900051-07-0](http://www.r-project.org/isbn%203-900051-07-0)> . Acesso em 08 de maio de 2013.

VISCARA ROSSEL, R.A.; BEHRENS, T. Using data mining to model and interpret soil diffuse reflectance spectra. **Geoderma**, v.158, p.46-54, 2010.

## ALTERAÇÕES FÍSICAS DO SOLO CAUSADAS PELA FITOMASSA E ESCARIFICAÇÃO EM PLANTIO DIRETO

Micael Stolben Mallmann, Fabio José Andres Schneider, Dinis Deutsche, Jean Paolo Gomes Minella, Dalvan José Reinert

Universidade Federal de Santa Maria, Mestrando, Santa Maria - RS, *micaelstolben@gmail.com*.

**Palavras-chave:** plantio direto; compactação; propriedades do solo.

As propriedades físicas do solo são alteradas com o preparo do solo e com os manejos de culturas utilizados, e estas se refletem diretamente nos serviços ambientais pelos quais o solo é responsável. O plantio direto (PD) tem sido apontado como manejo que reduz as perdas de solo e água e que aporta maior quantidade de material orgânico, porém em áreas que utilizam o PD frequentemente é reportada a ocorrência de camadas compactadas (DRESCHER, 2015). Frente a isso, a utilização da escarificação mecânica e de manejos de plantas de cobertura tem sido utilizada para reduzir ou mitigar a compactação do solo, melhorando assim as propriedades físicas do solo e reduzindo os efeitos da ocorrência de compactação (CAMARA; KLEIN, 2005; NICOLOSO et al., 2008). Nesse sentido, buscou-se avaliar o efeito da escarificação e da adição de fitomassa nas propriedades físicas do solo em escala de lavoura, visto que nesta escala de trabalho os resultados são tipicamente mais variáveis e dinâmicos que em pequenas parcelas (MUKHERJEE; LAL, 2015). Para avaliar o efeito dos tratamentos nas propriedades do solo foram determinadas a densidade do solo (Ds), a porosidade total (PT), a microporosidade (Mic) e a macroporosidade (Mac).

O experimento foi conduzido na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul (FEPAGRO), no município de Júlio de Castilhos, RS, entre os anos de 2014 e 2016. O solo da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2013). As macroparcelas possuem, em média, uma área de 0,6 ha, com declividade média de 9 %. As propriedades físicas do solo foram avaliadas em duas épocas, logo após a implantação dos tratamentos e após dois anos. Avaliou-se dois sistemas de uso, um composto por alta adição de fitomassa (AA) e o outro composto por baixa adição de fitomassa (BA). Em adição, foram avaliados dois manejos de solo, plantio direto (PD) e plantio direto escarificado (ESC). No tratamento com AA utilizou-se a rotação de culturas composta por aveia/nabo, milho, nabo, trigo e soja, e no tratamento com BA utilizou-se a sucessão soja/ trigo. Para avaliar as propriedades físicas do solo, coletou-se amostras indeformadas do solo com auxílio de anéis volumétricos nas camadas de 0 a 0,1 m; 0,2 a 0,3 m e 0,3 a 0,4 m, todas em triplicatas. Na primeira data, um mês após a intervenção, foram coletados seis pontos em cada macroparcela, compreendendo dois na parte superior, dois na porção intermediária e dois na parte inferior, totalizando dezoito anéis por camada. Na segunda data, após a colheita da soja, foram coletados três pontos por macroparcela, totalizando nove anéis por camada. As determinações seguiram as recomendações de Embrapa (2011).

Para análise dos dados obtidos foram utilizadas duas estratégias. Realizou-se a análise de variância e teste de hipóteses para a interação e efeitos principais entre os fatores alocados. Na primeira estratégia foi considerado na parcela principal o manejo de fitomassa e na subparcela o manejo de solo, para as três camadas e as duas datas analisadas separadamente. Na segunda estratégia foi utilizada na parcela principal o manejo de solo e na subparcela os tempos de coleta, sendo as três



camadas e as duas fitomassas avaliadas separadamente. As médias foram comparadas pelo teste LSD ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

Não ocorreu interação entre a fitomassa e os manejos de solo bem como entre os manejos de solo e as datas de coleta. Sendo assim, as médias dos tratamentos foram comparadas separadamente. Após o preparo do solo com a escarificação observa-se redução na densidade do solo até a camada 0,3 m. Este efeito é observado em ambos os manejos de fitomassa, tanto com BA quanto com AA, reduzindo a densidade de 1,52 Mg m<sup>-3</sup> para 1,30 Mg m<sup>-3</sup> na camada superficial e 1,46 Mg m<sup>-3</sup> para 1,27 Mg m<sup>-3</sup> na segunda camada. Na terceira camada não foram observadas alterações na densidade do solo. Após dois anos da intervenção, a densidade no tratamento ESC não diferiu do tratamento PD, apresentando valores de densidade de 1,52 Mg m<sup>-3</sup> para PD e 1,49 Mg m<sup>-3</sup> para ESC. Isto ocorre devido a reestruturação do solo, ocasionada pelos ciclos de umedecimento e secagem do solo, crescimento radicular das culturas (HILLEL, 1998), e também pelo tráfego de máquinas. Isto pode ser observado analisando os resultados de densidade do primeiro ano (1,30 Mg m<sup>-3</sup>) para o segundo ano (1,49 Mg m<sup>-3</sup>). Estes resultados corroboram com os resultados observados por Drescher (2015), onde os efeitos da escarificação na densidade do solo não são mais observados após uma safra. A densidade não diferiu para ambas as adições de fitomassa, tanto na primeira quanto na segunda coleta, para as três profundidades avaliadas.

A porosidade total apresentou comportamento similar a densidade. A ESC aumentou a PT nas duas primeiras camadas avaliadas logo após a intervenção, passando de 0,42 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no tratamento PD para 0,50 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no tratamento ESC na primeira camada e 0,44 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> para 0,51 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> na segunda camada. Após dois anos da ESC, não são mais observados resultados da prática. A adição de fitomassa não alterou a PT em ambas as datas. No tratamento com AA ocorreu redução da PT entre as datas avaliadas, passando de 0,46 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> na data 1 para 0,42 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> na data 2.

Para a microporosidade, em ambas as datas, o manejo do solo diferiu entre os tratamentos. Embora na data 1 o manejo PD apresentou maior valor (0,35 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) em relação ao ESC (0,33 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>), na segunda data avaliada observou-se um aumento da Mic em superfície no tratamento ESC (0,36 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) e uma manutenção do valor no PD. Em relação a fitomassa, embora maior adição de fitomassa tenha apresentado os menores valores de microporosidade em ambas as datas, não foram observadas diferenças entre os tratamentos.

Os resultados obtidos para Mac seguiram comportamento semelhante da Mic. Enquanto na data 1 a ESC promoveu aumento, passando de 0,07 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no PD para 0,16 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no ESC, na data 2 esta diferença não é observada, sendo de 0,08 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no PD e 0,07 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no ESC. É possível observar uma manutenção da macroporosidade no PD e uma redução deste parâmetro no ESC dois anos após a intervenção em relação a primeira coleta. Este efeito também foi observado na segunda camada avaliada.

A escarificação foi eficiente em alterar as propriedades físicas do solo logo após a intervenção, porém após dois anos da intervenção, não são observados resultados da prática nas propriedades avaliadas. Após dois anos, ainda não são observados resultados nas propriedades do solo avaliadas pela adição de fitomassa.

## Referências

CAMARA, R.K.; KLEIN, V.A. Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v35, n.4, p.813-819, 2005.



DRESCHER, M.S. **Estratégias para descompactação do solo por escarificação e hastes sulcadoras em sistema plantio direto**. 2015. 119 f. Tese (doutorado) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

HILLEL, D. **Environmental soil physics**. New York, Academic Press, 1998. 770p.

MUKHERJEE, A.; LAL, R. Short-term effects of cover cropping on the quality of a Typic Argiaquolls in Central Ohio. **Catena**, v. 131, p. 125-129, 2015.

NICOLOSO, R.S. et al. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n° 6, p. 1723-1734, 2008.

## CARBONO ORGÂNICO NO SOLO EM FUNÇÃO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS E DE SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO

Lutécia Beatriz dos Santos Canalli<sup>1</sup>, Ademir Calegari<sup>1</sup>, Josiane Burkner dos Santos<sup>1</sup>, Alceu Luiz Assmann<sup>1</sup>, Ademir Oliveira Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Engenheira Agrônoma, pesquisadora, Ponta Grossa - PR, [luteciabsc@hotmail.com](mailto:luteciabsc@hotmail.com); <sup>2</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa.

**Palavras-chave:** plantas de cobertura; matéria orgânica do solo; plantio direto.

A matéria orgânica desempenha papel importante na qualidade do solo para o crescimento das plantas. Os sistemas de manejo do solo e dos resíduos culturais influenciam os teores de matéria orgânica (FREIXO et al., 2002). O sistema plantio direto, quando criteriosamente implantado e racionalmente conduzido, associado à rotação de culturas, com o uso de culturas de relação C:N contrastantes, promove elevado aporte de resíduos culturais favorecendo a proteção e a estruturação do solo, além de aumentar o aporte de carbono orgânico no solo, refletindo na melhoria da qualidade do mesmo.

O objetivo deste estudo foi avaliar os estoques de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico associado aos minerais (COAM) sob sistemas de manejo do solo e culturas de cobertura de inverno em rotação com soja e milho em um experimento de longa duração (26 anos). O experimento está instalado na Estação Experimental do IAPAR, município de Pato Branco, na região sudoeste do Paraná, em um LATOSSOLO VERMELHO Aluminoférrico. O clima é Cfb (Köppen), com precipitação média anual entre 1500 e 1800 mm.

O delineamento experimental é um fatorial com blocos ao acaso e parcelas subdivididas, com três repetições. As culturas de cobertura de inverno (tremoço azul (*Lupinus angustifolius* L.), ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Roth), ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.), aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), centeio (*Secale cereale* L.) e pousio) foram as parcelas principais e, os sistemas de manejo do solo, preparo convencional (PC) (uma aração + duas gradagens) e o plantio direto (PD), foram as subparcelas. As amostras de solo foram coletadas em novembro de 2012 nas profundidades: 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Foi realizado o fracionamento granulométrico das amostras de solo para obtenção do carbono orgânico particulado (COP, fração > 53 µm) e carbono associado aos minerais (COAM, fração < 53 µm). Nas mesmas profundidades foram coletadas amostras indeformadas em cilindros para a determinação da densidade do solo. Também foram coletadas amostras na mata adjacente ao experimento para comparação com a vegetação natural da região. A determinação de COT, COP e COAM foi feita pelo método da combustão seca. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), aplicando-se o teste F para identificar as diferenças entre os tratamentos. Para os efeitos significativos, foi realizada a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

Independente do manejo do solo, na camada de 0-5 cm, somente para COP houve diferença significativa, sendo centeio (20,19 Mg ha<sup>-1</sup>) maior que ervilhaca peluda (17,39 Mg ha<sup>-1</sup>). Na camada de 5-10 cm, COP foi superior para ervilhaca peluda (12,92 Mg ha<sup>-1</sup>) em relação as demais e centeio (8,47 Mg ha<sup>-1</sup>) foi inferior. Nesta profundidade COT foi inferior para centeio (13,67 Mg ha<sup>-1</sup>) e pousio (13,17 Mg ha<sup>-1</sup>). Na camada de 10-20 cm não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Estudos sobre níveis de matéria orgânica do solo e teores de carbono em áreas sob diferentes sistemas de manejo de solo e rotação de culturas têm demonstrado que os resultados positivos do plantio direto foram consistentes quando as rotações de cultura incluíam plantas de coberturas, especialmente leguminosas como adubo verde (BERTOL et al., 2004; SISTI et al., 2004). Após 26 anos do uso de plantas de cobertura em rotação com milho e soja no presente estudo, independente do sistema de manejo, observou-se poucas diferenças entre as plantas de cobertura com relação aos estoques de carbono no solo.

Independente das rotações, na camada de 0-5 cm, o PD foi superior ao PC para COT, COP e COAM. Na camada de 5-10 cm, o PD foi também superior para COT e COAM, não apresentando diferença para COP. Por outro lado, na camada de 10-20 cm, somente COP apresentou diferença significativa, sendo o PC superior ao PD.

Os estoques de COT, COP e COAM foram mais altos sob sistema plantio direto na camada de 0-10 cm, provavelmente pelo não revolvimento do solo e pela decomposição lenta e gradual dos resíduos culturais mantidos sob o solo neste sistema, o que proporciona uma adição contínua de carbono orgânico no solo. Por outro lado, na camada de 10-20 cm, COT, COP e COAM foram mais altos no plantio convencional, justamente pelo preparo do solo, que com a inversão das camadas do solo por duas arações e quatro gradagens anuais, leva o material vegetal fresco para esta profundidade. Sá e Lal (2009) também afirmam que ao longo do tempo, os resíduos de plantas deixados na superfície do solo levam à conversão de C orgânico dos resíduos para o C no solo, conseqüentemente, contribui para a recuperação de matéria orgânica do solo. Por outro lado, outros autores (DE MARIA et al., 1999; SISTI et al., 2004) encontraram que a incorporação dos resíduos vegetais no sistema de preparo convencional e a homogeneização do solo na camada arável pode proporcionar uma distribuição mais uniforme da matéria orgânica até camadas mais profundas do solo.

Dieckow et al. (2005) reportaram que a matéria orgânica particulada, fração derivada diretamente dos resíduos culturais, em solos da região subtropical foi significativamente afetada pelo manejo do solo e pelas diferentes combinações de culturas. No caso do presente estudo foram mais significativas as diferenças entre os sistemas de manejo do solo do que entre as plantas de cobertura, possivelmente pelo equilíbrio promovido pelos 26 anos do uso de plantas de cobertura em rotação com soja e milho.

Os resultados mostram que, rotações de cultura incluindo plantas de cobertura aumentam o carbono orgânico do solo tanto no PC quanto no PD, porém o PD foi mais eficiente em recuperar o carbono orgânico do solo com valores mais próximos a mata, usada como valor de referência da vegetação natural da região. Já o PC, por revolver o solo, faz com que o carbono se perca para a atmosfera, reduzindo seus valores no solo.

Apesar do COT e COP (C lábil) serem mais afetados pelo manejo do solo e pelo aporte de resíduos culturais que COAM (C recalcitrante), após 26 anos, houve pouca diferença entre as coberturas de inverno, provavelmente pelo equilíbrio promovido por tantos anos de rotação.

## Referências

- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A.J.; ZOLDAN JUNIOR, W.A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.1, p.155-163, 2004.
- DE MARIA, I.C.; NNABUDE, P.C.; CASTRO, O.M. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.51, n.1, p.71-79, 1999.

DIECKOW, J., MIELNICZUK, J., KNICKER, H., BAYER, C., DICK, D.P. & KOGEL-KNABNER, I. Composition of organic matter in a subtropical Acrisol as influenced by land use, cropping and N fertilization, assessed by CPMAS <sup>13</sup>C NMR spectroscopy. British Society of Soil Science, **Eur. J. Soil Sci.**, v.56, p.705-715, 2005.

FREIXO, A.A.; MACHADO, P.L.O.A.; SANTOS, H.P.; SILVA, C.A.; FADIGAS, F.S. Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferrasol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v.64, p.221-230, 2002.

SÁ, J. C. M & R. LAL. Stratification ratio of soil organic matter pools as an indicator of carbon sequestration in a tillage chronosequence on a Brazilian Oxisol. **Soil Tillage Research**, v.64, p.221-230, 2009.

SISTI, C.P.J.; SANTOS, H.P. dos; KOHHANN, R. A.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.76, n.1, p.39-58, 2004.

## ATRIBUTOS FÍSICOS E COMUNIDADE BACTERIANA DE SOLOS SOB DIFERENTES INTENSIDADES DE PISOTEIO ANIMAL

Andréa Scaramal da Silva<sup>1</sup>, Gabriela S. Machineski<sup>1</sup>, Oswaldo Machineski<sup>2</sup>, Maria de Fátima Guimarães<sup>3</sup>, Arnaldo Colozzi Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná e Universidade Estadual do Paraná, Doutoranda, Londrina - PR, [andreascaramal@yahoo.com.br](mailto:andreascaramal@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Instituto Agronômico do Paraná; <sup>3</sup>Universidade Estadual do Paraná.

**Palavras-chave:** integração lavoura-pecuária; pastejo; diversidade microbiana.

A busca por sistemas agrícolas sustentáveis, que proporcionem altas produtividades atreladas à conservação do solo e do ambiente tem recebido atenção crescente. O sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) é reconhecido como opção de sistema agrícola de produção com sustentabilidade e tem se mostrado como uma alternativa viável para a recuperação e melhoria da qualidade do solo (CARVALHO et al., 2005, ANGHINONI et al., 2011).

Entretanto, o pisoteio animal, quando realizado de forma inapropriada e excessiva, pode alterar importantes atributos físicos do solo, como a estrutura e agregação, o que a médio prazo provoca compactação e desagregação, diminuindo sua qualidade (PARENTE; MAIA, 2011). Ainda, mudanças na estrutura e agregação modificam nichos funcionais no solo e podem afetar diretamente a composição da comunidade bacteriana podendo levar à diminuição da diversidade e contribuir para degradação do solo.

Para compreender os efeitos do sistema ILP na qualidade do solo são necessários estudos de avaliações conjuntas de seus componentes físicos e biológicos, bem como de monitoramento das modificações no solo. Assim, este trabalho tem como objetivo verificar a influência de diferentes intensidades de pastejo nos atributos físicos e consequentes alterações na comunidade bacteriana de solos submetidos a um sistema de ILP.

O estudo foi desenvolvido em um experimento de ILP conduzido pelo Instituto Agronômico do Paraná no município de Xambrê - PR, em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, cultivado com *Brachiaria ruziziensis* com diferentes intensidades de pastejo animal: sendo IP-10, IP-20, IP-30 e IP-40 correspondentes a altura em cm (10, 20, 30 e 40 cm respectivamente) da pastagem remanescente após o pastejo animal na área e uma área sem pastejo (SP), conforme descrito por Silva et al. (2015). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições.

Amostras de solo foram coletadas na camada de 0-10 cm, em dez pontos por parcela formando uma amostra composta e representativa e com três anéis por tratamento com estrutura indeformada (100 cm<sup>3</sup>) para as análises biológicas e físicas, respectivamente. O DNA total do solo foi extraído e a composição da comunidade bacteriana das amostras foi acessada pela amplificação com iniciadores específicos para região V4 do gene 16S rDNA e sequenciamento dos fragmentos obtidos. Os atributos físicos determinados foram umidade, densidade de partículas, porosidade macro, micro e total e a significância das propriedades físicas sobre a estrutura da comunidade bacteriana das amostras de solo analisadas nas diferentes intensidades de pastejo animal.

O pastejo animal não alterou a umidade e a densidade do solo e as intensidades de pastejo moderadas e baixa (IP-20, IP-30 e IP-40) não provocaram diferenças na porosidade total, macro e microporosidade quando comparada a área sem pastejo. Entretanto, a área IP-10, com alta intensidade

de pisoteio animal, apresentou maior porosidade total que a área sem pastejo, sendo a maior parte dessa diferença na macroporosidade, ou seja, poros de aeração do solo.

O perfil taxonômico da comunidade bacteriana presente nas amostras foi sensível para detectar distinções entre os tratamentos com diferentes intensidades de pastejo IP-10, IP-20, IP-30 e IP-40 e na área sem pastejo (SP). As comunidades bacterianas das áreas estudadas apresentaram predominância dos filos Proteobacteria, Acidobacteria, Firmicutes e Verrucomicrobia (Figura 1), sendo estes incluídos entre os filos de bactérias de maior ocorrência nos solos (ZHANG; XU, 2008; YOUSSEF; ELSHAHED, 2009).

A introdução de animais na área (manejo com pastejo) quando comparado à área sem pastejo, proporciona aumento principalmente dos grupos Firmicutes, Actinobacteria e Verrucomicrobia, enquanto que na área sem pastejo predominam Proteobacterias e bactérias não classificadas. A maior abundância dos grupos bacterianos Proteobacteria e bactérias não classificadas encontradas predominando a área sem pastejo (SP) apresentou correlação negativa com o aumento da porosidade e correlação positiva com o aumento da densidade do solo. O aumento da porosidade total do solo, macro e microporosidade, foram diretamente proporcional a maior abundância dos filos Acidobacteria, Firmicutes e Verrucomicrobia, encontrados em maior significância nas áreas com pisoteio animal, que também proporcionaram aumentos nesses atributos físicos do solo.

O aumento da porosidade do solo apresentou correlação positiva à riqueza de espécies das áreas estudadas, enquanto a densidade do solo mostrou uma correlação negativa ao número de espécies encontradas. Este estudo aponta a necessidade da mensuração de diferentes parâmetros para compreender os impactos de um sistema de integração Lavoura-Pecuária na qualidade do solo. A utilização de pisoteio animal intensivo não implica necessariamente em degradação física do solo, pois associado a uma pastagem de crescimento radicular superficial e plantio direto pode incrementar sua porosidade e contribuir com nichos bacterianos e proporcionar maior riqueza de espécies.

## Referências

- ANGHINONI, I.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; SOUZA, E. D.; CONTE, O. & LANG, C. R Benefícios da integração lavoura-pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto. In: FONSECA, A.F. da; CAIRES, E.F.; BARTH, G. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. AEACG/Inpag: Ponta Grossa, 2011.
- CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C.L; CEPIK, C. T.C.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R; SULC, R. M.; PELISSARI, A. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (Org.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas-RS, p.7-44, 2005.
- PARENTE, H.N.; MAIA, M.O. Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 3, pág. 3-15, 2011.
- SILVA, A. S., COLOZZI FILHO, A. NAKATANI, A. S., ALVES, S. J., ANDRADE, D.S., GUIMARAES, M. F. Microbial characteristics of soils under an integrated crop-livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 3v.39, p.40-48, 2015.
- YOUSSEF, N.H.; ELSHAHED, M.S. Diversity rankings among bacterial lineages in soil. **The ISME Journal**, v. 3, p.305–313, 2009.
- ZHANG, L.; XU, Z. Assessing bacterial diversity in soil. **Journal of Soils and Sediments**, v. 8, p. 379–388, 2008

## PROJETO ÁGUA LIMPA: PROTEÇÃO DE NASCENTES COM SOLO-CIMENTO

Ricardo Augusto da Silva<sup>2</sup>, José Eduardo Creste<sup>4</sup>, Marcos Antonio Piza<sup>5</sup>, William Hiroshi Suekane Takata<sup>4</sup>, Fábio Bernardes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, Extensionista Rural, Santa Fé - PR, [ricardoaugusto@emater.pr.gov.br](mailto:ricardoaugusto@emater.pr.gov.br); <sup>2</sup>Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural;

<sup>3</sup>Companhia de Saneamento do Paraná; <sup>4</sup>Universidade do Oeste Paulista;

<sup>5</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**Palavras-chave:** água potável; meio ambiente; área de preservação permanente; saneamento básico.

De acordo com o artigo 4 da lei 12.651 (BRASIL, 2012), que dispõe sobre o Código Florestal Brasileiro, a preservação dos recursos hídricos é enaltecida pelo seguinte texto: “Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros”. A Constituição Brasileira (BRASIL, 1988) relata que “Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para à presente e futuras gerações”.

A água tem papel essencial nas atividades desenvolvidas e também na utilização para o consumo das pessoas e animais. A Área de Preservação Permanente (APP) ou vegetação ciliar se preconiza a manutenção da cobertura florestal nativa, a fim de que esta desempenhe importantes funções ambientais, como a preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, da biodiversidade e do fluxo gênico de fauna e flora, além de proteger o solo contra a ação do processo erosivo e assegurar o bem-estar das populações humanas (COUTINHO et al., 2013).

O trabalho teve início em setembro de 2014, em propriedades rurais situadas no município de Santa Fé – PR, com coordenadas geográficas 23° 2’ 25” S; 51° 48’ 30” W, estando a uma altitude de 538 m.

O clima do Município de Santa Fé é classificado conforme Köppen como Cfa - Clima subtropical, temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR, 2011).

O Projeto é resultado de uma parceria entre os municípios participantes, Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e os agricultores familiares participantes.

Paralelo a essa ação, os agricultores familiares foram orientados pela equipe do projeto a se para, caso não estejam em conformidade com a Lei Federal 12.651 de 2012 (Código Florestal Brasileiro), a recomposição da vegetação ciliar ao redor da nascente num raio de 50 m.

Após a realização da visita e compra dos materiais pelos agricultores familiares, exceto as pedras irregulares sem o fundo amarelo doadas pela prefeitura, realizou-se a proteção das nascentes



utilizando a tecnologia solo-cimento, que visa a proteção do ponto de captação de água, utilizando os seguintes materiais (quantidades baseadas para proteção de uma nascente média). As proteções foram realizadas, primeiramente, através da limpeza e eliminação de qualquer construção (caixas de alvenaria) e vegetação viva ou morta presente no olho d'água, afim de evitar a proliferação de organismos e microrganismos indesejáveis após a proteção. Na sequência, realizou-se a elaboração da massa que será utilizada para efetuar a proteção propriamente dita, onde esta será aplicada ao redor do olho d'água, afim de lacrar a nascente, evitando contaminação do ambiente. Logo em seguida, se faz a introdução das pedras irregulares sem fundo amarelo entre a nascente e a barreira feita com solo-cimento e os canos (Figura 2), para, na etapa seguinte, realizar o término da proteção, com o lacre definitivo da nascente com solo-cimento.

Foram realizadas 21 amostragens de seis nascentes diferentes, de 3 agricultores Jocimar Lanjirolani (A), Carlos Almeida (B) e Carlito Sena (C) (ambas protegidas) e outros 3 agricultores Evandro Pilegi (D), José Arlindo Pedrazani (E) e Osvaldo Marchi Bessa (F) Osvaldo Marchi Bessa (F) (ambas sem proteção com solo-cimento [controle]), propriedades estas localizadas na zona rural do município de Santa Fé, sendo realizadas mês a mês durante 4 meses após a proteção das mesmas.

Analisando os resultados da tabela 2, pode-se perceber que houve confirmada a presença de *Escherichia coli* na maioria das amostras de água das nascentes sem proteção, o que resulta na conclusão de que essas águas não atendem os padrões de potabilidade, de acordo com a portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011), que classifica como padrão microbiológico de potabilidade de água para consumo humano a ausência em 100 ml de água amostrada de coliformes totais e *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes, que é uma das principais causas de doenças infecciosas em seres humanos e é o agente etiológico mais frequente das infecções do trato urinário (ITUs) (ESPARIS et al., 2006).

Já para os valores de Turbidez presentes nos laudos de análises acima (tabela 2), a água das nascentes protegidas atendem esse critério, conforme a portaria do Ministério da Saúde n.º 2914/2011, que é de 0,62 Unidade de Turbidez (UT), resultando na classificação da água como atendente dos padrões de potabilidade, o que se difere das nascentes em que não houve a proteção, se tratando de Turbidez.

Se água potável é definida como aquela própria para consumo humano, que apresenta características físico-químicas e microbiológicas que estejam de acordo com o padrão de potabilidade da Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, podemos concluir se conforme laudos das análises, as nascentes que receberam a proteção com solo-cimento atendem os padrões de potabilidade na maioria dos meses amostrados.

Pode-se concluir, após análise e discussão dos resultados obtidos até o momento, que a proteção de nascentes utilizando a tecnologia solo-cimento é viável e deve ser utilizada a fim de garantir a potabilidade das águas para consumo humano, em especial para garantir a ausência da bactéria *Escherichia coli*, atestada na nascente protegida que foi analisada e comparada com a nascente testemunha.

## Referências

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 1988. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm) > Acesso em 27 Ago. 2016.

BRASIL. **Lei 12.651**, de 25 de Maio de 2012. Brasília, DF, 2012. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)> Acesso em 27 Ago. 2016.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria MS no 2914/2011**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: < [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)> Acesso em 29 Ago. 2016.

COUTINHO, L. M.; ZANETTI, S. S.; CECÍLIO, R. A.; GARCIA, G. de O.; XAVIER, A. C. Usos da Terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio da Prata, Castelo-ES. **Floresta e Ambiente**. Seropédica, RJ, v. 20, n. 4, p.425-434, 2013.

ESPARIS, C. M; TEIXEIRA, L. M; IRINO, K; GIL, P. F; ALMEIDA, M. M. T. B; LOPES, G. S; BRAVO, V. L. R; PACHECO, R. S; REGUA-MANGIA, A. H. Aspectos biológicos e moleculares de amostras uropatogênicas de *Escherichia coli* isoladas na Cidade do Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 39, n. 6, p. 573 – 576, 2006.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná** - Classificação Climática. Londrina, PR. Disponível em: < <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>> Acesso em 23 Ago. 2016.

## MICROPEDOLOGIA COMO INDICADOR DE QUALIDADE DO SOLO EM ÁREAS DE REGERENAÇÃO FLORESTAL EM PINHEIRAL - RJ

Thaís de Andrade Corrêa Neto, Gilsonley Lopes dos Santos, Júlio Cesar Feitosa Fernandes, Marcos Gervasio Pereira, Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Pesquisador, Seropédica - RJ, *tacneto@gmail.com*.

**Palavras-chave:** micropedologia; indicador; regeneração florestal.

Atualmente tem se observado em regiões de clima tropical, o aumento da fragmentação florestal (com predomínio de florestas secundárias), sendo que essa expansão pode ser atribuída aos altos níveis de desmatamento. Em função destas modificações, as florestas secundárias vêm se tornando cada vez mais importantes como um componente da paisagem tropical, que apresenta potencial para fornecer serviços ambientais, tais como o armazenamento de carbono no solo, regulação climática, entre outros (SCHEDLBAUER; KAVANAGH, 2008).

O município de Pinheiral encaixa-se nesse cenário. Localizado na região do Médio Vale do Paraíba do Sul, estando inserido no domínio da Mata Atlântica, sob a formação florestal Estacional Semidecidual. Devido aos ciclos econômicos iniciados a partir do século XVIII, de cana-de-açúcar, café e pecuária leiteira, iniciou-se o processo de degradação, com a retirada da floresta tropical. Hoje na área são observados fragmentos em diferentes níveis de regeneração e áreas com distintos graus de degradação (MENEZES, 2008).

É relevante a importância de estudos que contribuam para avaliação do grau de degradação/recuperação dessas áreas através de indicadores de qualidade do solo, e desta forma buscar práticas mitigadoras do processo de degradação das terras. Tais medidas são necessárias e servem de subsídios para planos de manejo, utilização e ocupação racional desses sistemas. Apesar de vários estudos terem sido desenvolvidos na área em questão, observa-se a necessidade de estudos específicos complementares e inovadores, os quais contribuam para a orientação de manejos mais eficientes para a recuperação dessas áreas, sendo um deles a avaliação da agregação do solo, que pode ser estudada através da micropedologia.

O objetivo do estudo foi avaliar os atributos físicos, químicos e a micromorfologia do solo, em fragmentos florestais em diferentes estádios de sucessão em comparação a uma área de pastagem.

As áreas selecionadas para o estudo localizam-se no município de Pinheiral - RJ, na região do Médio Vale do Paraíba Fluminense, na sub-bacia do ribeirão Cachimbal, que compõe a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, situado em sua margem direita, localizada entre as latitudes 22° 29' 03" e 22° 35' 27" S e entre as longitudes 43° 54' 49" W e 44° 04' 05" W. E estão sob diferentes coberturas, a saber: a) Floresta estágio inicial de sucessão (FSEI), Floresta estágio médio de sucessão (FSEM), Floresta estágio avançado de sucessão (FSEA) e Pasto misto manejado (PMM).

Em cada área foi avaliado no campo: atributos micromorfológicos, físicos e químicos. Para avaliação micromorfológica foram abertas trincheiras para coletas das amostras segundo método preconizado por Bullock et al. (1985). As lâminas foram analisadas e fotografadas usando microscópio petrográfico, em objetivas de 2,5 a 100 X, e oculares de 10X. A descrição obedeceu aos critérios de Bullock et al. (1985), Brewer (1976) e Stoops (2003). Nas mesmas profundidades de amostragem para micromorfologia, foram coletadas amostras de terra deformadas, que no laboratório foram

secadas ao ar, destorroadas e passadas por peneira de 2,0 mm de malha. Nessas amostras foram analisados os atributos químicos: pH, Ca, Mg, Al trocáveis P, K e Na, H+Al e carbono orgânicos segundo Embrapa (1997).

Ao avaliar os teores de nutrientes nas áreas de estudo, observa-se que na área (FSEA), apresenta valores de pH ligeiramente ácidos entre 4,5 em comparação às demais, que variam entre 5,5 à 6,0. O mesmo ocorre para Al e P na FSEA, apresentando maiores valores de  $0,7 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e  $3,7 \text{ mg kg}^{-1}$ , em comparação às demais, que variam entre 0,2 a  $0,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e 2,2 a  $2,7 \text{ mg kg}^{-1}$  respectivamente, e menores valores para Ca, Mg, Na e K na FSEA - 1,7 - 2,0 - 0,03 -  $0,11 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  respectivamente, em comparação às demais, que variam em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  para Ca entre 2,9 a 3,2; Mg entre 2,6 a 3,3, Na a 0,05 e K entre 0,36 a 0,52. Refletindo nos valores V % mais baixo na área FSEA (39), quando comparando com as demais áreas nas quais estes valores variaram entre 47 a 58. Para valores de COT as áreas estudadas não apresentaram diferenças significativas, estando os valores entre 22 a  $25 \text{ g kg}^{-1}$ .

Através da análise das lâminas de micromorfologia na área de FSEI foi observado que ocorre grande atividade biológica de minhocas, presença de raízes, entre outros resíduos vegetais. Também são observadas pontuações em pequenos grãos enegrecidos de matéria orgânica e microagregados de matéria orgânica.

Já nas lâminas na área de FSEM, foi verificada uma maior presença de material grosseiro quando comparada as demais áreas. O quartzo aparece circundado de cutãs de argila e ou matéria orgânica que merecem melhor avaliação. Nessa lâmina também é verificada a apresenta minerais primários em alteração sendo impregnados com plasma ferruginosos e nódulos de ferro.

Nas análises micromorfológicas das lâminas na área de FSEA, foi constatada um plasma mais fino e homogêneo, de micronódulos biológicos compactando-se a essa massa de plasma mais fino. A pedalidade apresenta-se mais maciça e de agregados maiores quando comparada em outras lâminas. As estruturas primárias apresentam-se em alteração e invadidas por material ferruginoso. Nessa lâmina verifica-se que os agregados se acomodam de forma concêntrica.

Nas análises micromorfológicas das lâminas da área de PMM, foi observado, grande presença de material grosseiro representada pelo quartzo. Novamente a pedalidade apresenta-se de acomodação, a agregação concêntrica e a porosidade circular. A porosidade é preenchida por plasma mais finos formados por microagregados biológicos. Observa-se uma grande presença de material vegetal com ocorrência de cutãs de ferro e plasma. Nessa lâmina também é observada a presença de nódulos de ferro e feições primárias abundantes e alteradas, feições de depleção e preenchimento de plasma.

Através do exame micromorfológico foi possível observar diferentes padrões de organização. Na FSEA verifica-se padrão diferenciado em comparação às demais áreas. Nódulos, micromassa e porosidade se organizam de forma concêntrica na FSEA, demonstrando feições de acumulação e maior agregação. O mesmo padrão diferenciado foi também observado nos teores de nutrientes para a área de FSEA, em comparação as demais áreas. Demonstrando que a micromorfologia pode ser utilizada como importante ferramenta de diagnóstico e comparações entre áreas, sendo possível a compreensão detalhada e pontual de mecanismos edáficos.

## Referências

- BREWER, R. **Fabric and mineral analysis of soils**. New York, John Wiley & Sons, 1964.482p.
- BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. & BABEL, U. **Handbook for soil thin section description**. England, Waine Research Publication, 1985.152p.

CASTRO S.S.; COOPER, M.; SANTOS M. C.; VIDAL TORRADO, P. Micromorfologia dos solos bases e aplicações. **Tópicos em ciências do solo III** (052-03).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

MENEZES, C.E.G. **Integridade de Paisagem, Manejo e Atributos do Solo no Médio Vale do Paraíba do Sul Pinheiral-RJ**, Tese de doutorado departamento de solos - Agronomia - UFRRJ, 2008

SCHEDLBAUER, J.L. & KAVANAGH, K.L. Soil carbon dynamics in a chronosequence of secondary forests in northeastern Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, v. 255, p. 1326-1335, 2008.

STOOPS, G. **Guidelines for analysis and description of soil and regolith Thin Sections**, 2003.

## ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO SOB DIFERENTES USOS EM ÁREAS MONTANHOSAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Joyce Maria Guimarães Monteiro, Aline Pacobahyba de Oliveira, Mauricio Rizzato Coelho,  
Guilherme Kangussú Donagemma

Embrapa Solos, Pesquisadora, Rio de Janeiro - RJ, [joyce.monteiro@embrapa.br](mailto:joyce.monteiro@embrapa.br).

**Palavras-chave:** serviços ambientais; agricultura familiar; matéria orgânica do solo.

Mudanças nas práticas de manejo, tais como cultivo mínimo, rotação de culturas, adubação verde e de cobertura, redução da pressão de pastejo, agricultura orgânica, supressão do desmatamento, manejo de restos culturais, entre outras, tendem a gerar serviços ambientais (SCHULTE et al., 2014; DOMINATI et al., 2014; POWER, 2010). No estado do Rio de Janeiro, das cerca de 59.000 propriedades rurais, 44.000 são enquadradas como agricultura familiar. Mais de 70 % das propriedades do estado tem menos que 20 hectares e estão ocupadas, majoritariamente, com pecuária e lavouras temporárias (IBGE, 2006). O Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro - RIO RURAL - tem apoiado a adoção de práticas agrícolas sustentáveis em propriedades rurais familiares do estado. Dependendo das práticas de manejo adotadas, esses sistemas agropecuários familiares podem ser grandes provedores de serviços ambientais essenciais para intensificação sustentável da produção de alimentos. A matéria orgânica do solo é de grande importância para o provimento de serviços ambientais, pois é altamente relacionada à resistência do solo à erosão, à retenção de água no solo, à fertilidade química e física e à biodiversidade do solo. Portanto, a quantificação da matéria orgânica do solo pode ser utilizada como um indicador das alterações provenientes do manejo ou mudança de uso da terra. Nesse sentido, o estoque de carbono orgânico do solo foi calculado de acordo com a equação proposta por Ellert e Bettany (1995) para uma área de pousio (regeneração de 4 anos) onde será implantado o plantio direto de hortaliças, no município de Nova Friburgo e uma área de pastagem degradada onde será implantado um sistema de recuperação de pastagens, no município de Varre-Sai, ambos no estado do Rio de Janeiro. Para cada um desses usos, foram selecionadas como referência uma área de mata adjacente e representativa da Mata Atlântica (vegetação original), sendo a de Nova Friburgo, anteriormente ocupada com hortaliças e com cerca de 10 anos de regeneração e a de Varre-Sai, anteriormente ocupada com café, com cerca 20 anos de regeneração. Foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30, 30-50 e 50 -100 cm de profundidade, com nove repetições em cada área, totalizando 45 repetições por uso (COELHO et al., 2011). Os resultados do teste Welch Two sample T-test indicam que há diferenças significativas entre o estoque de carbono do solo em área de pousio e o da área de mata, ambas sobre LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico, textura argilosa, endoálico, fase Floresta Tropical Subperenifolia e para a área de pastagem e mata, sobre LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, endoálico, fase Floresta Tropical Subcaducifolia. O estoque de carbono solo foi em média de 176 Mg ha<sup>-1</sup> na área de pousio e de 186 Mg ha<sup>-1</sup> na área de mata. No município de Varre-Sai, o estoque de carbono médio foi de 155 Mg ha<sup>-1</sup> na área de pastagem e de 161 Mg ha<sup>-1</sup> na área de mata. Os resultados apontam para o grande potencial de manutenção do estoque de carbono em áreas agrícolas sob pousio e pastagens nas condições ambientais avaliadas, tomando como base as matas. Entretanto, esses resultados precisam ser melhor investigados a luz de outros parâmetros, como a fertilidade do solo, física do solo e práticas produtivas anteriormente adotadas.

## Referências

- COELHO, M. R.; FONTANA, A.; MONTEIRO, J. M. G.; GOULART, A. C.; TANIZAKI-FONSECA, K.; COSTA, M. M. **Estoque de carbono orgânico do solo sob floresta e pastagem no município de São José de Ubá, Estado do Rio de Janeiro**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 196. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2011. 32 p.
- DOMINATI, E.J.; MACKAY, A.; LYNCH, B.; HEATH, N.; MILLNER, I. An ecosystem services approach to the quantification of shallow mass movement erosion and the value of soil conservation practices. **Ecosystem Services**, v.9, p. 204–215, 2014.
- ELLERT, B. H.; BETTANY, J. R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. **Canadian Journal Soil Science**, v. 75, p. 529-538, 1995.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística O Censo Agropecuário 2006. SIDRA: **Banco de Dados Agregados**. Disponível em:
- POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v.365, p.2959-2971, 2010
- SCHULTE, R.P.O.; CREAMER, R.E.; TREVOR DONNELLAN, T.; FARRELLY, N.; FEALY, R.; O'DONOGHUE, C.; O'HUALLACHAIN, D. Functional land management: A framework for managing soil-based ecosystem services for the sustainable intensification of agriculture. **Environmental Science & Policy**, v. 38, p. 45–58, 2014.



## QUALIDADE DA ÁGUA EM TRÊS PARQUES NO MUNICÍPIO DE DOIS VIZINHOS - PR

Sandra Mara Krefta<sup>1</sup>, Danieli Regina Klein<sup>1</sup>, Joseane Aparecida Derengoski<sup>2</sup>, Raquel Restofe Rutz<sup>2</sup>,  
Flavia Gisele König Brun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestranda, Lages - SC, [sandra\\_krefta@hotmail.com](mailto:sandra_krefta@hotmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**Palavras-chave:** espaços públicos; temperatura; condutividade.

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação humana, está ligada as condições naturais e do uso e ocupação do solo. De acordo com Tundisi (1999), alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos ameaçam a sobrevivência humana e as demais espécies, sendo que, o desenvolvimento econômico e social dos países está baseado na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção.

Para determinação da qualidade da água as análises de temperatura, pH e condutividade, as medições foram realizadas *in loco* com o uso do termômetro digital, Phmetro e do condutivímetro. As medições foram feitas em três parques do município de Dois Vizinhos (PR), sendo eles, Parque Lago Dourado, Parque Jirau Alto e Parque Lago da Paz.

O potencial hidrogênio (pH) avaliado, representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio ( $H^+$ ). É calculado em escala antilogarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14 (inferior a 7: condições ácidas; superior a 7: condições alcalinas). As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Em águas de abastecimento, baixos valores de pH podem contribuir para sua corrosividade e agressividade, enquanto valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações. Para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se a faixa de 6 a 9 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Temperatura é a medida da intensidade de calor expresso em uma determinada escala. Uma das escalas mais usadas é grau centígrado ou grau Celsius ( $^{\circ}C$ ) (CRPM, 2007). A alteração avaliada da temperatura da água pode ser causada por fontes naturais, energia solar, ou por meio de fontes antropogênicas o qual destaca-se os despejos industriais. A temperatura exerce influência marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Já a condutividade elétrica é uma medida da habilidade de uma solução aquosa de conduzir uma corrente elétrica devido à presença de íons. Essa propriedade varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, com a temperatura, com a mobilidade dos íons, com a valência dos íons e com as concentrações real e relativa de cada íon. A condutividade elétrica é uma propriedade que depende expressivamente da temperatura. Devido a isso, os dados de condutividade elétrica devem ser acompanhados da temperatura na qual foi medida (CRPM, 2007).

Para obtenção dos valores das variáveis explicitadas, os aparelhos utilizados foram colocados em contato direto com a água, por pelo menos 60 segundos, para assim efetuar a leitura dos valores de cada parâmetro. As medições foram realizadas durante quatro dias no mesmo horário, em cinco pontos estabelecidos em torno dos cursos d'água de cada parque avaliado.

Para análise dos dados foram calculados e observados os valores médios de cada variável referente a cada parque em estudo.

Os valores de condutividade da água diferiram entre os parques, sendo o mais alto com  $0,07 \text{ mS cm}^{-1}$  no Lago Dourado,  $0,06 \text{ mS cm}^{-1}$  no parque Jirau Alto e  $0,05 \text{ mS cm}^{-1}$  no Lago da Paz. Segundo Bossoi e Guazelli (2004), altos valores podem indicar características corrosivas da água. Este parâmetro pode sofrer influências antropogênicas (descargas industriais, consumo de sais em residência e comércio), geogênicas (decomposição atmosférica) excreção de sais pelo homem e animais. Visto que a carga de sais na água é composta por cátions (sódio, cálcio, magnésio, potássio) e ânions (cloretos, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos e nitratos).

O aumento das quantidades de substâncias minerais ou da quantidade de sólidos dissolvidos pode resultar numa elevação nos índices desse parâmetro. No lago do parque Lago Dourado observou-se assoreamento em uma grande faixa, o que pode justificar seu maior valor de condutividade em relação aos demais parques. No entanto, este dado não pode ser considerado preciso, pois mais análises seriam necessárias para corroborar tal hipótese.

Os valores médios de pH obtidos nos parques Lago Dourado e Jirau Alto estão dentro dos parâmetros recomendados pela Portaria 518 do Ministério da Saúde (2004), que estabelece pH da água deve ser mantido na faixa de 6,0 a 9,5, para que a água adquira características de potabilidade e de acordo com o padrão de aceitação de consumo. Bem como dentro da faixa de 6,0 a 9,0 que é a faixa adequada para manutenção da vida aquática (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). Já o valor médio do pH da água do parque Lago da Paz ficou abaixo de 6 com 5,58, dando a esta água um caráter mais ácido em relação às outras. Isto deve-se a função exercida pelo lago de estancar as enchentes resultantes de chuvas de grande intensidade. Como este é abastecido pelo rio Água Turva, que passa por áreas urbanas, o transporte de dejetos domiciliares e lixo depositados nas margens até o lago alteram a acidez do mesmo.

Os parques Lago Dourado e Lago da Paz tiveram os maiores valores de temperaturas máxima e mínima, o que pode ser explicado pelo pouco sombreamento ao seu redor, o que aumenta a área exposta à radiação solar. Enquanto o rio do parque Jirau Alto possui uma mata mais densa em suas margens, gerando alto sombreamento pelas copas das árvores e bloqueando parte da radiação solar. Segundo Gonçalves (2008), nos dias de maior temperatura há maior atividade microbológica (decomposição), reduzindo o pH e aumentando a condutividade. Relação essa que pode ser observada no caso do parque Lago Dourado, que obteve as maiores temperaturas, alta condutividade, com pH abaixo de 7.

Para a qualidade da água, o Parque Lago Dourado é o que apresenta as piores condições observadas, seja pelo assoreamento do mesmo e acúmulo de lixo em suas margens, seja pelas ações degradantes que vem ocorrendo nas margens do rio que o abastece. Para tanto, ações de limpeza da parque e restauração de matas ciliares devem ser realizadas para melhorar a sua qualidade. O mesmo é indicado para os outros parques avaliados, que por estarem interligados ao Rio Jirau Alto, sofrem com os mesmos danos ambientais.

## Referências

- BOSSOI, L. J.; GUAZELLI, M.R. **Controle ambiental da água**. Curso de gestão ambiental. Ed. Manole, 2004.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Hidrologia**. 2007. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br>. Acesso em: janeiro de 2015.
- GONÇALVES, G. W. P. S; **Urbanização E Qualidade Da Água: Monitoramento Em Lagos Urbanos De Londrina-Pr**. Londrina-PR, 2008.186f. : il. Disponível em: < [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/2010/Geografia/dissertacoes/7urbanizacao\\_qualidade\\_agua.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Geografia/dissertacoes/7urbanizacao_qualidade_agua.pdf)> . Acesso em Janeiro de 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006, 212p. Disponível em: < [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf)> . Acesso em: Janeiro de 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. Disponível em: < [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf)> . Acesso em Janeiro de 2015.

TUNDISI, J.G. **Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, IIE, 1999. 24 p.

## ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO SOB TIFTON 85 EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E IRRIGAÇÃO

Marina Luciana Abreu de Melo, Eduardo Vieira Guimarães, Bruno Montoani Silva, Édio Luiz da Costa, Ana Lúcia Lara Lanza

Universidade Federal de São João del-Rei, Graduanda, Sete Lagoas - MG, [marinaluciana94@gmail.com](mailto:marinaluciana94@gmail.com).

**Palavras-chave:** qualidade do solo; manejo do solo; pastagem.

Minas Gerais se destaca no cenário nacional como o estado com maior produção de leite bovino. Para o sustento dessa atividade, o pasto tem sido o principal recurso alimentar. Entretanto, aproximadamente 80 % das pastagens brasileiras apresentam algum estágio de degradação, o que evidencia a necessidade de aprimoramento do manejo do solo sob essas áreas.

Diversas estratégias são empregadas com a finalidade de recuperação da qualidade física do solo. Dentre elas, destaca-se o uso de capim-tifton 85 (*Cynodon* sp.), o qual é resultante do cruzamento entre o capim-tifton 68 com um genótipo oriundo da África do Sul. Por apresentar um sistema radicular altamente denso e com elevada capacidade de renovação, essa forrageira vem sendo apontada como uma alternativa para a descompactação biológica e a reestruturação do solo (LIMA et al., 2012).

A combinação entre irrigação e adubação nitrogenada tem mostrado respostas positivas na produção de forragem. No entanto, a intensificação do uso do solo pela irrigação pode favorecer a sua compactação, a qual pode ser observada pelo aumento da densidade do solo, redução da porosidade total e da macroporosidade, entre outros atributos (MAGALHÃES et al., 2009). A compactação acarreta o comprometimento da estrutura do solo, tornando-o mais suscetível à erosão.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física do solo em área de pastejo rotacionado de capim-tifton 85, em função da aplicação de adubo orgânico e irrigação.

O experimento foi realizado na EPAMIG Centro Oeste, em Prudente de Moraes, MG (19° 28' 55" S, 44° 09' 18" W). O clima da região é tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen e Geiger. A classe do solo predominante é LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LVd). Em janeiro de 2011, na ocasião da implantação da pastagem de capim-tifton 85, houve o revolvimento do solo através do uso de grade aradora e grade niveladora, além da abertura de sulcos para o plantio manual da forrageira. Para a correção do solo, foram utilizadas 2 toneladas de calcário dolomítico, e a adubação de plantio foi a lanço com 578 kg de adubo 08:28:16 + FTE e 650 kg de adubo 20:00:20. Realizou-se o plantio em março de 2011, com replantio em outubro do mesmo ano. O delineamento foi blocos casualizados (DBC), em fatorial (2 x 4), com 4 repetições. Os tratamentos consistiram em diferentes formas de suprimento de N, testadas em ambiente irrigado e de sequeiro: 400 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (T1); 400 kg ha<sup>-1</sup> de esterco de bovino (T2); 400 kg ha<sup>-1</sup> de ureia e esterco, na proporção 1:1 e a testemunha, sem adubação nitrogenada (T4). Foram investigadas as seguintes propriedades físicas do solo nas camadas de 0-5 e 5-10 cm: volume total de poros (VTP), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro) e densidade do solo (Ds). Realizou-se a análise granulométrica nas mesmas camadas. As amostragens foram realizadas de julho de 2015 e as determinações foram executadas conforme descritas em Embrapa (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste de F;  $p < 0,05$ ) e, quando significativo, ao teste de médias Skott-Knott a 5 % de significância, com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2014).

A textura do solo da área em estudo variou, a rigor, entre argilosa (até 60 % de argila) e muito argilosa (mais de 60 % de argila). Contudo, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos para todas as frações granulométricas e camadas analisadas, o que evidenciou uma elevada homogeneidade da granulometria do solo entre todas as parcelas do experimento.

O VTP variou de 0,53 a 0,56 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, sem apresentar diferença significativa entre os tratamentos, em ambas as camadas avaliadas. Já em relação ao ambiente, houve diferença significativa para as duas faixas de profundidade, sendo que as parcelas em regime de sequeiro demonstraram maior VTP. O menor VTP é indicativo de possível compactação na área irrigada, tendo em vista a maior suscetibilidade do solo à compactação em sistemas irrigados (SEVERIANO et al., 2010; MAGALHÃES et al., 2009).

A Macro também é apontada como um parâmetro indicador de compactação do solo. No entanto, não foi observada diferença entre os tratamentos em ambas as camadas de solo investigadas. Neste estudo, esse atributo foi, ainda, menos sensível quando comparada ao VTP, uma vez que as médias do ambiente se diferenciaram apenas na camada de 0-5 cm. Salienta-se que todos os valores de Macro permaneceram acima do valor crítico de 0,10 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> (OLIVEIRA et al., 2007).

Os valores de Micro oscilaram entre 0,38 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e 0,41 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, conforme os resultados constatados por Magalhães et al. (2009) após o cultivo de Tifton 85 em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO. As formas de suprimento de N orgânica (T2) e organomineral (T3) diferiram da forma mineral e da testemunha na camada de 5-10 cm, indicando que o uso de adubo orgânico favoreceu esse atributo do solo. Para os ambientes analisados, não houve diferença significativa nas duas camadas amostradas.

A Ds não diferiu entre os tratamentos e os ambientes examinados, abrangendo o intervalo de 1,07 Mg m<sup>-3</sup> a 1,20 Mg m<sup>-3</sup>. Esses valores foram semelhantes aos obtidos por Lima et al. (2012), em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO muito argiloso e degradado fisicamente, após cultivo do Coastcross (*Cynodon* spp.) com finalidade de melhoria da qualidade física do solo.

Pelos resultados obtidos, conclui-se que o cultivo capim-tifton 85 permitiu manutenção de boa qualidade física do solo, evidenciando o potencial de descompactação biológica do solo atribuído às espécies forrageiras do gênero *Cynodon* em experimentos anteriores (MAGALHÃES et al., 2009; SEVERIANO et al., 2010). Acrescenta-se que a forma de suprimento de N para adubação de cobertura dessa forrageira pode ser pouco relevante para induzir alterações no VTP, na Macro e na Ds, porém o uso da irrigação pode afetar a porosidade do solo, nas condições temporais avaliadas.

Agradecimentos aos professores da UFSJ Bruno Montoani Silva, Samuel Petraccone Caixeta e Édio Luiz da Costa pela orientação, à pesquisadora da EPAMIG Centro Oeste Maria Celuta Machado pela cessão da área e ao CNPq e Fapemig pelo apoio financeiro.

## Referências

- EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro - RJ: Documento 182, Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Embrapa Produção de Informação, 2011.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, Alfenas, v. 5, n. 19, p. 2952, 2014.
- LIMA, V. M. P.; OLIVEIRA, G. C.; SERAFIM, M. E.; CURTI, N.; EVANGELISTA, A. R. Intervalo hídrico ótimo como indicador de melhoria da qualidade estrutural de Latossolo degradado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p.71-78, 2012.

MAGALHÃES, E. N.; OLIVEIRA, G.C.; SEVERIANO, E.C.; COSTA, K.A.P.; CASTRO, M.B. Recuperação estrutural e produção de Capim-Tifton 85 em um Argissolo Vermelho-Amarelo compactado. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 68-76, 2009.

OLIVEIRA G.C.; SEVERIANO, E.C.; MELLO, C.R. Dinâmica da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho da Microrregião de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, p. 265-270, 2007.

SEVERIANO, E.C.; OLIVEIRA, G.C.; DIAS JUNIOR, M.S.; COSTA, K. A. P.; CASTRO, M.B.; MAGALHÃES, E. N. Potencial de descompactação de um Argissolo promovido pelo capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.1, p.39-45, 2010.

## RESISTÊNCIA TÊNIL COMO INDICADOR DE QUALIDADE FÍSICA EM DIFERENTES LATOSSOLOS DO ESTADO DO PARANÁ

Luiz Fernando Machado Kramer<sup>1</sup>, Cássio Antonio Tormena<sup>2</sup>, Marcelo Marques Lopes Müller<sup>3</sup>,  
Leandro Michalovicz<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculdade Puava, Professor, Guarapuava - PR, [luizfernandokramer@gmail.com](mailto:luizfernandokramer@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá; <sup>3</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste;

<sup>4</sup>Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural.

**Palavras-chave:** qualidade estrutural; agregados; manejo do solo.

O manejo adotado em sistemas agrícolas tem grande influência na alteração da qualidade dos solos, sendo que a magnitude dessas alterações depende do tempo de uso do solo e das condições edafoclimáticas. A resistência tênil (RT) é uma importante propriedade estrutural que pode afetar a qualidade física do solo, principalmente no que se refere a cama de semeadura, dificultando o crescimento do sistema radicular das culturas. Dexter e Watts (2000) definem a RT como o estresse ou força por unidade de área requerida para fraturar os agregados do solo quando submetidos à ação de uma pressão. A RT pode ser usada como um indicador do efeito do manejo do solo na qualidade do solo, devido à resposta do solo aos processos físicos e mecânicos estarem ligados à sua manipulação, tais como preparo do solo, penetração radicular, emergência, secagem e umedecimento (TORMENA et al., 2008).

O objetivo do presente trabalho foi de avaliar a resistência tênil como indicador da qualidade física em latossolos sob diferentes condições de uso e manejo do solo em três regiões edafoclimáticas do Estado do Paraná.

Para a realização do estudo, foram selecionadas áreas em regiões do estado do Paraná com características edafoclimáticas distintas. As áreas selecionadas estão situadas nos municípios de: (i) Guarapuava, localizado na região centro-sul; (ii) Pato Branco, na região sudoeste; e (iii) São Jorge do Ivaí, localizado na região norte central do estado. Em cada área estudada, as amostragens de solo foram realizadas em dois locais do mesmo talhão: um sob cultivo e outro adjacente sob mata nativa. Na área sob cultivo foram selecionadas duas sub-áreas, sendo uma na bordadura do talhão, com tráfego intenso de máquinas agrícolas para a realização de manobras de máquinas e equipamentos incluindo aqueles para transbordo de grãos e insumos e outra no centro do talhão com menor intensidade de tráfego, relativo à realização das operações mecanizadas para a produção de grãos. Essas áreas no talhão foram denominadas de sistema: mata, lavoura e bordadura. Em cada um dos sistemas foram abertas quatro trincheiras com dimensões de 1 m x 1 m x 1 m, no sentido perpendicular à linha de plantio e/ou do tráfego de máquinas. As trincheiras foram divididas verticalmente em quatro camadas de 0,25 m a partir da superfície.

Em cada camada, nos diferentes sistemas, foram coletados blocos de solo (0,15 x 0,20 x 0,10 m) para a tomada de agregados visando a determinação da RT dos mesmos. Os blocos foram numerados e envolvidos individualmente em filmes plásticos para a manutenção do teor de água e da integridade estrutural da amostra até serem transportados para o laboratório. Os blocos de solo foram manualmente fragmentados em seus agregados, os quais foram secos ao ar por 36 h e submetidos à secagem final em estufa a uma temperatura de 40 °C, por 48 h, para a homogeneização do teor de água



dos mesmos. Os agregados foram classificados com auxílio de peneiras metálicas de 19,0 e 12,5 mm de abertura, sendo que aqueles que apresentaram diâmetro médio de 15,75 mm foram armazenados em sacos plásticos devidamente identificados, até o momento em que se realizaram os testes para a determinação da RT. Para o estudo da RT foram utilizados 40 agregados de cada bloco de solo, sendo estes submetidos, individualmente, a um teste de tensão indireta, utilizando um atuador eletrônico linear, com uma célula de carga. Após o teste, os agregados foram levados à estufa e, assim, foram determinados os teores de água no momento do teste de tensão. A massa seca de cada agregado foi obtida permitindo o cálculo do diâmetro efetivo dos agregados, utilizando a equação proposta por Watts e Dexter (1998):  $D = D_m (M/M_m)^{1/3}$ , em que  $D$  é o diâmetro efetivo de cada agregado;  $D_m$  é o diâmetro médio (mm);  $M$  é a massa seca de cada agregado; e  $M_m$  é a massa média dos agregados que constituíam uma amostra. A RT foi calculada conforme descrito por Dexter e Kroesbergen (1985):  $RT = 0,576 (P/D^2)$ , em que 0,576 é uma constante de proporcionalidade que reflete a relação entre o estresse compressivo aplicado e o estresse tênsil gerado no interior do agregado;  $P$  é a força aplicada por ocasião da ruptura (N); e  $D^2$  é o diâmetro efetivo de cada agregado (m).

Após a realização do teste de tensão indireta, os agregados foram secos em estufa a 40 °C, e as amostras foram passadas em peneira de 2 mm para determinação do teor de carbono orgânica do solo (Corg). Essa análise foi realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UNICENTRO.

Os valores de RT, nos diferentes sistemas na área de Guarapuava, tiveram comportamento semelhante, não havendo diferença estatística entre os sistemas estudados. O maior valor de RT foi encontrado na área de bordadura (144 kPa). Observa-se um decréscimo dos valores de RT em profundidade. A condição ambiental na região de Guarapuava propicia o acúmulo de matéria orgânica no solo, pois é um ambiente com menores temperaturas e mais úmido do que Pato Branco e São Jorge do Ivaí na maior parte do ano. O decréscimo dos valores de RT em profundidade pode estar associado a composição mineralógica deste solo. Segundo Ferreira et al. (1999) Latossolos gibsíticos apresentaram menor densidade do solo, menor estabilidade de agregados em água, menor macroporosidade e menor permeabilidade, o que contribui para valores menores de RT.

Em Pato Branco, houve diferença estatística entre os valores médios de RT para os solos cultivados e sob mata nativa. A área de bordadura apresentou os maiores valores para RT, variando de 186 a 138 kPa no perfil amostrado enquanto que sob mata nativa o valor médio máximo encontrado foi de 74 kPa na camada de 0-25 cm. Já na área de São Jorge do Ivaí, a RT foi mais elevada na primeira camada, com valores médios de 213 kPa e 182 kPa, respectivamente nas posições de bordadura e lavoura. Não são reportados na literatura valores tão elevados de RT em solos sob SPD. Os valores de RT na superfície podem estar associados ao incremento da quantidade de argila dispersa em água em solos fisicamente degradados, a qual se deposita nas fissuras existentes entre os agregados e atua como agente cimentante (DEXTER; WATTS, 2000). Segundo Tormena et al. (2008) a compactação do solo pode provocar a coalescência dos agregados, aumentando a densidade individual e reduzindo o espaço poroso intra-agregado, provocando o aumento da resistência dos agregados.

O manejo adotado teve impacto negativo na qualidade estrutural do solo, em superfície e em subsuperfície, especialmente no município de Pato Branco. Variações nas propriedades físicas do solo foram induzidas pelos teores de Corg, o qual é influenciado pelas condições edafoclimáticas e manejo adotado. A área de mata apresentou os melhores indicadores de qualidade física do solo, sendo que houve redução dos indicadores de qualidade física do solo para a área de lavoura, seguido pela área de bordadura, em todos os locais avaliados.

## Referências

DEXTER, A.R.; WATTS, C. Tensile strength and friability. In: SMITH, K. & MULLINS, C., eds. **Soil and environmental analysis, physical methods**. 2.ed. New York, Marcel Dekker, 2000. p.401-430.

DEXTER, A.R.; KROESBERGEN, B. Methodology for determination of tensile strength of soil aggregates. **J. Agric. Eng. Res.**, 31:139-147, 1985.

FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região sudeste do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, v.23, p.515-524, 1999.

TORMENA, C.A.; ARAÚJO, M.A.; FIDALSKI, J.; IMHOFF, S.; SILVA, A.P. Quantificação da resistência tênsil e da friabilidade de um Latossolo Vermelho distroférico sob plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v.32, p.943-952, 2008.

WATTS, C.W.; DEXTER, A.R. Soil friability: Theory, measurement and the effects of management and organic carbon content. **Eur. J. Soil Sci.**, 49:73-84, 1998.

## MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ALTO TIBAGI E CINZAS

Rodrigo Yoiti Tsukahara, Eltje Jan Loman Filho, Gabriel Barth, Fabrício Pinheiro Povh, Diego Ruiz de Freitas

Fundação ABC, Coordenador Pesquisa - Agrometeorologia, Castro - PR, [rodrigo@fundacaoabc.org.br](mailto:rodrigo@fundacaoabc.org.br).

**Palavras-chave:** indicadores ambientais; CONAMA 357; uso do solo.

Criada em 23 de outubro de 1984, a Fundação ABC surgiu como a primeira instituição brasileira de pesquisa agropecuária, fundada por produtores rurais associados às cooperativas Agropecuárias e Industriais de Arapoti (Capal), Batavo (Frísia) e Castrolanda. Pioneira no desenvolvimento do sistema de plantio direto, a região de atuação das Cooperativas ABC tornou-se referência tanto pelo manejo conservacionista do solo, quanto pelo sistema integrado entre a pesquisa, a assistência técnica, a cooperativa e o agricultor. Em 2015, os nove setores de pesquisa da Fundação ABC conduziram 52.853 parcelas experimentais, que resultaram em informações estratégicas para mais de 4.170 produtores associados, distribuídos pela região dos Campos Gerais e Norte Pioneiro do Paraná e Sul de São Paulo.

Além da missão de fornecer soluções tecnológicas para o setor agropecuário e diferencial competitivo aos seus associados, o Grupo ABC desenvolve pesquisas direcionadas ao meio ambiente, com foco na sustentabilidade da cadeia agropecuária. Em parceria com a Cargill Agrícola S/A, conduziu-se o “Projeto Ambiental ABC”, cujo objetivo principal compreendeu a quantificação da heterogeneidade espacial e evolução temporal dos indicadores de qualidade da água nas bacias hidrográficas do Alto Tibagi e Cinzas.

No referido projeto, o “Plano de Trabalho 1 – Diagnóstico”, com duração de 24 meses (07/2014 a 06/2016), contemplou as seguintes Metas Físicas:

MF 1. Levantamento das áreas urbanas, altimetria, classes de solo, hidrografia, malha viária, estações de tratamento esgoto doméstico e industrial;

MF 2. Monitoramento da potabilidade da água em 11 localidades do município de Castro - PR, incluindo poços artesianos, semi-artesianos e rede municipal de abastecimento, para determinação de:

- a. Nitrogênio amoniacal ( $\text{mg L}^{-1}$ );
- b. Nitritos ( $\text{mg L}^{-1}$ );
- c. Nitratos ( $\text{mg L}^{-1}$ );
- d. Fósforo ( $\text{mg L}^{-1}$ );
- e. Atrazina ( $\text{mg L}^{-1}$ );

MF 3. Identificação dos critérios sociais, políticos, geográficos, ambientais para estabelecimento de 40 pontos de amostragem;

MF 4. Instalação de marcos geodésicos;

MF 5. Determinação mensal de:

- a. pH;
- b. Condutividade elétrica - CE ( $\mu\text{s cm}^{-1}$ );
- c. Oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ );
- d. Sólidos dissolvidos totais - SDT ( $\text{mg L}^{-1}$ );

- e. Cor (mg Pt L<sup>-1</sup>);
- f. Temperatura (°C);
- g. Turbidez (UNT);
- h. Transparência (m);
- i. Demanda química de oxigênio - DQO (mg L<sup>-1</sup>);
- j. Fosforo (mg L<sup>-1</sup>);
- k. Nitrogênio amoniacal (mg L<sup>-1</sup>);
- l. Nitritos (mg L<sup>-1</sup>);
- m. Nitratos (mg L<sup>-1</sup>);
- n. Atrazina (µg L<sup>-1</sup>);
- o. Glyphosato (µg L<sup>-1</sup>);
- p. Ampa (µg L<sup>-1</sup>);
- q. Imidacloprid (µg L<sup>-1</sup>);
- r. Clorpirifos (µg L<sup>-1</sup>);
- s. Carbendazin (µg L<sup>-1</sup>);
- t. Trifloxtrubina (µg L<sup>-1</sup>);
- u. Protiocanazol (µg L<sup>-1</sup>);

MF 6. Caracterização da paisagem e uso do solo em cada um dos pontos monitorados;

MF 7. Caracterização local e regional sobre o uso do solo e escala temporal do uso de fertilizantes e agroquímicos (imagens de satélite e banco de dados);

MF 8. Implementação de uma rede de monitoramento agrometeorológico (precipitação pluvial, temperatura e umidade do ar, radiação solar global, direção e velocidade do vento, potencial de água e umidade volumétrica);

MF 9. Realização de Workshop sobre boas práticas agrícolas, com a participação da comunidade, técnicos e Cooperativas ABC;

MF 10. Apresentações de Oficinas Técnicas com enfoque nas boas práticas agrícolas, com a participação da sociedade civil local;

MF 11. Elaboração de uma Cartilha Técnica com ênfase em boas práticas agrícolas.

Dada a temática da XX RBMCSA, destacaremos neste resumo os resultados obtidos no Plano de Trabalho 1, MF 5, cujos objetivos foram: identificar a variabilidade sazonal, quantificar a relação espaço-temporal entre estes indicadores ambientais, identificar as melhores e as piores bacias hidrográficas, agrupar os locais monitorados, de modo a direcionar as políticas ambientais internas e definir estudos com enfoque no manejo e conservação do solo e da água.

Para evitar a contaminação ou problemas no transporte das amostras, foram estabelecidos procedimentos operacionais padronizados (POP), auditados pelo setor de Gestão da Qualidade, com posterior treinamento da equipe de coletores de campo. O planejamento e a execução do plano de amostragem contemplaram os materiais específicos e equipamentos necessários em função dos indicadores ambientais avaliados em águas fluviais, os procedimentos de coleta das amostras compostas, a identificação, preservação e transporte das amostras, o preenchimento da ficha de amostragem, os registros fotográficos e as observações das condições atmosféricas, assim com a presença de odores, espumas ou materiais flutuantes.

Todas as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas com gelo (temperatura abaixo de

4 °C), posteriormente recepcionadas pelo Laboratório de Qualidade de Água da Fundação ABC em prazo inferior a 24 horas. As determinações analíticas seguiram os métodos recomendados por APHA (2012). O método de espectrofotometria UV-VIS foi utilizado para determinação da amônia (Ref. 4.500 F), nitrito (Ref. 4.500 B), nitrato (Ref. 4.500 B) e fósforo (Ref. 4.500 E - Método ácido ascórbico). A DQO foi obtida pelo método de refluxo fechado (Adaptado USEPA 410.4), a Turbidez (Hanna, Standard Methods 2130 B), o oxigênio dissolvido (Oxímetro portátil), pH, Cor e Sólidos dissolvidos totais (determinador multi parâmetro Hanna). Para os agrotóxicos, utilizou-se a cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massas em tandem: LC-MS/MS.

Considerando a longitudinalidade dos dados, as médias de todos os indicadores ambientais foram submetidas aos testes de homocedasticidade das variâncias e normalidade dos erros pelos métodos de Levene e Shapiro-Wilks. A estes conjuntos de dados foram aplicados testes paramétricos e não paramétricos de comparação múltipla. Também foram realizadas análises de componentes principais para seleção de variáveis ou locais de amostragem e posterior agrupamento não hierárquico pelo método Ward, além de métodos computacionais como árvores de decisão.

Para alguns indicadores ambientais, utilizou-se a resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), que estabelece condições de qualidade ou conformidade para o enquadramento dos sistemas aquáticos brasileiros. Nestes casos, apenas 12,2 % do total de amostras encontraram-se em desconformidade. Vale destacar também que nenhuma das 1133 amostras coletadas no período analisado apresentou desconformidade para os indicadores Atrazina, Glyphosato e Ampa. No caso do Imidacloprid, Clorpirifos, Carbendazin, Trifloxtróbina e Protiocanazol, os resultados obtidos foram abaixo do limite de detecção.

Houve estreita relação entre cor e turbidez, nitrito e turbidez, fósforo e turbidez, SDT e CE, nitrato e transparência. O efeito da sazonalidade (mês da coleta) não influenciou as determinações dos principais indicadores ambientais. A análise de agrupamento sugeriu a formação de 5 grupos ambientais, através dos indicadores fósforo, turbidez, DQO e SDT. O monitoramento dos principais indicadores da qualidade da água demonstrou ser uma importante ferramenta de gerenciamento e planejamento estratégico para as Cooperativas ABC. Após a finalização do mapeamento de uso e cobertura do solo, será possível identificar e particionar as responsabilidades ambientais de cada setor da economia, incluindo a sociedade civil. Os Planos de Trabalho 2 e 3 ainda necessitam de maiores investimentos.

## Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater**. 22 ed. Washington: APHA, 2012.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005**. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: < [www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf) > . Acesso em: 28 ago. 2016.

## TAXA DE INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Paulo Henrique Hidalgo, Gislaine Paola de Oliveira Barbosa, Adama Gning, Everton Caires da Silva, Elaine Reis Pinheiro Lourente

Universidade Federal da Grande Dourados, Graduando, Dourados - MS, *oguaicuru@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** infiltração; conservação; sistemas integrados.

A infiltração de água no solo é o processo superficial pelo qual a água penetra em seu perfil. É um processo de grande importância prática, pois sua taxa de infiltração determina o deflúvio superficial. A infiltração determina ainda, o balanço de água na zona das raízes, e por isso, o conhecimento do processo e suas relações com as propriedades do solo são de fundamental importância para o seu eficiente manejo e também ao da água (REICHARDT; TIMM, 2004). A taxa de infiltração de água no solo reflete de forma eficaz as suas condições físicas internas, principalmente pelo fato de que a melhora da qualidade estrutural do solo favorece a distribuição de tamanho de poros, propiciando também o melhor crescimento das raízes e a capacidade de infiltração de água (ALVES; CABEDA, 1999).

Dentre as opções de sistemas de manejo que buscam a conservação das propriedades do solo, tem-se adotado sistemas integrados de produção agropecuária como o sistema Integração Lavoura Pecuária (ILP) e o sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF).

Realizou-se essa pesquisa com o objetivo de comparar a influência de sistemas de manejo do solo sobre a taxa de infiltração de água.

A pesquisa foi realizada entre os anos de 2014 e 2015 em um experimento implantado em 2009, ocupando área de 16 ha de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico, textura argilosa na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste (22° 32' 56" S; 55° 38' 56" W) com altitude de 680 metros, no município de Ponta Porã – MS (AMARAL et al., 2000). Antes da implantação, a área vinha sendo cultivada com culturas anuais nos últimos 30 anos. Encontra-se no Bioma de transição entre Cerrado e Mata Atlântica, com clima classificado como Cwa, mesotérmico úmido, com os verões quentes e invernos secos.

Foram utilizados cinco sistemas de manejo do solo, dispostos em faixas paralelas e vizinhas entre si, sendo: Plantio Convencional – PC (Lavoura de soja no verão com sucessão de milho no outono/inverno e preparo do solo utilizando grade de discos pesada e niveladora); Plantio Direto – PD (Lavoura em plantio direto, tendo no verão a soja e milho consorciado com forrageira *Brachiaria ruziziensis* no outono/inverno); Floresta de Eucaliptos – F (Floresta formada por cultivo de eucalipto de espécies variadas em espaçamento de 3 m por 2 m, totalizando 1666 plantas ha<sup>-1</sup>); Integração Lavoura Pecuária ciclo pastagem – ILPp (Integração Lavoura Pecuária com alternância entre lavoura soja e milho consorciado com *Brachiaria brizantha* em ciclos de dois anos, conduzida em plantio direto e que possuía pastagem no momento dos testes); e Integração Lavoura Pecuária ciclo lavoura – ILPl (Integração Lavoura Pecuária com alternância entre lavoura soja e milho consorciado com *Brachiaria brizantha* em ciclos de dois anos, conduzida em plantio direto e que possuía lavoura no momento dos testes).

Em cada sistema foram realizados testes em seis pontos diferentes ao acaso, onde cada ponto constituiu uma repetição.

Os testes de infiltração ocorreram entre os meses de fevereiro e maio de 2015 e a determinação da taxa de infiltração se deu pelo método do infiltrômetro de anéis concêntricos. Visando obter maior precisão nas leituras e maior praticidade na condução desses ensaios de campo utilizou-se um sistema automático de recarga de água (válvula-haste-boia) no interior dos anéis, de modo a evitar indesejáveis variações do nível de água e facilitar a leitura da lâmina infiltrada.

O anel foi mantido conectado a um recipiente volumétrico de forma cilíndrica, cujo nível se visualizava externamente, sobre uma escala milimétrica. O anel externo (bordadura) foi abastecido por um sistema similar.

No início de cada teste de infiltração foram coletadas amostras de solo próximo ao anel externo, utilizando trado de rosca, e com a finalidade de quantificar a umidade gravimétrica do solo, nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm.

A taxa de infiltração foi obtida através da relação entre a lamina d'água infiltrada (mm) e o tempo (horas).

As médias dos tratamentos foram submetidos à análise de variância, utilizando o delineamento inteiramente casualizado e o teste de Duncan ( $p < 0,05$ ). Para quantificar a associação entre as variáveis, submeteu-se os resultados à análise estatística de correlação e regressão.

Os sistemas estabelecidos com culturas agrícolas no momento do teste apresentaram taxas de infiltração básica mais elevadas, sendo o valor para o PC de  $137 \text{ mm h}^{-1}$ , para o PD de  $157 \text{ mm h}^{-1}$  e para o ILPl de  $155 \text{ mm h}^{-1}$ . Essas médias não diferiram entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Duncan. A infiltração de água no sistema F foi de  $67 \text{ mm h}^{-1}$  e ILPp apresentou a menor taxa de infiltração no valor de  $17 \text{ mm h}^{-1}$ .

O sistema ILPp que apresentava a pastagem no momento do teste demonstrou taxa de infiltração reduzida em comparação aos demais sistemas. Mesmo considerando a elevada qualidade da pastagem e a cobertura total do solo, detectou-se influência do sistema suficiente para dificultar o processo de infiltração de água no solo, seja devido à ausência de movimentação do solo, repelência e/ou impedimento mecânico do processo de infiltração causado pelas folhas das gramíneas, ou mesmo o reflexo da densidade do solo e pastoreio. Observando-se os resultados apresentados pelo sistema F, entende-se que a ausência da movimentação do solo, mesmo que apenas pelo processo de plantio agrícola, colabora para a redução da capacidade de infiltração de água.

De acordo com Urbanek et al. (2007), a menor infiltração de água no ILPp também pode ser influenciada pelo aspecto da molhabilidade do solo, que pode influenciar sensivelmente este fenômeno de superfície. Os autores relatam que tem sido observado em solos, especialmente sob pastagens, que há uma repelência de água nas camadas superficiais.

O sistema ILPl apresentou resultados de taxa de infiltração básica de  $155 \text{ mm h}^{-1}$  estatisticamente semelhante aos sistemas PD, PC e F, mesmo após ter recebido o componente animal (pastoreio) em anos anteriores. Esse resultado evidenciou a importância de estabelecer um adequado tempo entre os ciclos com produção agrícola e pecuária, o que neste estudo foi de 2 anos. O efeito observado no sistema ILPl pode ser resultado da ação mecânica de sementeira em seu ciclo agrícola promovendo o rompimento das camadas superficiais compactadas.

De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que os sistemas conservacionistas com lavoura apresentaram uma taxa de infiltração de água no solo semelhante ao sistema em que houve revolvimento, e que apesar de ocorrer uma redução da taxa de infiltração no sistema conservacionista ILPp, a mesma apresentou-se reversível no ciclo seguinte com a implantação da lavoura.



## Referências

- ALVES, M. C.; CABEDA, M. S. V. Infiltração de água em um Podzólico Vermelho-Escuro sob dois métodos de preparo, usando chuva simulada com duas intensidades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 753-761, 1999.
- AMARAL, J. A. M.; MOTCHI, E. P.; OLIVEIRA, H.; FILHO, A. C.; NAIME, U. J.; SANTOS, R. D. **Levantamento detalhado dos solos do Campo Experimental de Ponta Porã, da Embrapa Agropecuária Oeste**, município de Ponta Porã, MS. 2000.
- REICHARDT, K. & TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: Conceitos, processos e aplicações**. Barueri, SP: Manole, 1ed, 478p, 2004.
- URBANEK, E., HALLETT, P., FEENEY, D., HORN, R. Water repellency and distribution of hydrophilic and hydrophobic compounds in soil aggregates from different tillage systems. **Geoderma** 140, 147–155p., 2007.

## RENDIMENTO DO MILHO E DA SOJA EM FUNÇÃO DAS COBERTURAS VEGETAIS DE INVERNO EM SEMEADURA DIRETA

Juliana Tamie Suyama<sup>1</sup>, Gabriel Barth<sup>1</sup>

Fundação ABC, Pesquisadora, Castro - PR, [juliana.suyama@fundacaoabc.org.br](mailto:juliana.suyama@fundacaoabc.org.br).

**Palavras-chave:** biomassa; plantas de cobertura; produtividade.

As culturas utilizadas como cobertura do solo durante o inverno na região dos Campos Gerais, desempenham importante função no sistema de plantio direto, seja pela recuperação ou manutenção da qualidade física do solo por minimizarem os processos de erosão, pela incorporação de matéria orgânica contribuindo para manutenção da fertilidade do solo e para o sequestro e fixação de carbono no solo, sendo necessário o uso de rotação de culturas, com a inclusão de plantas de coberturas (ANDREOTTI et al., 2008).

Silva et al. (1997), comprovaram que o sistema plantio direto e manejo adequado de cobertura do solo são as técnicas que têm adquirido importância na manutenção e na melhoria das produtividades das culturas de verão.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade de grãos de soja e de milho semeadas no sistema plantio direto sobre a palha de diferentes espécies de cobertura de inverno.

O trabalho foi desenvolvido no Campo Demonstrativo e Experimental (CDE) da Fundação ABC em Castro - PR sobre um LATOSSOLO BRUNO Distrófico típico, textura muito argilosa Embrapa (2006). A área adota o sistema de plantio direto a mais de 15 anos, com rotação de culturas de aveia e trigo no inverno e milho, soja ou feijão no verão. A análise química do solo apresentou os seguintes resultados na camada de 0,0-0,2 m de profundidade: matéria orgânica = 28 g dm<sup>-3</sup>; CTC (pH 7,0) = 110 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V % = 54 %; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,9; P (resina) = 19 mg dm<sup>-3</sup>; K = 2,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 46 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 11 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 51 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e; Al = 2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 8 tratamentos, sendo 8 diferentes coberturas de inverno e 2 culturas no verão, com 4 repetições. A implantação do experimento ocorreu no inverno de 2012. As oito coberturas de inverno foram: 3 tipos de aveia preta (AP) (*Avena strigosa* Schreb.) com diferentes ciclos: precoce (APP)-Embrapa 29; médio (APM)-UPFA 21 e tardio (APT)-Iapar 61, aveia branca (AB) (*Avena sativa* L.) Fapa 43, azevém (AZ) (*Lolium multiflorum* Lam.) FABC1, centeio (CEN) (*Secale cereale* L.) BRS Serrano, ervilha forrageira (ERV) (*Pisum sativum* subsp. arvense) Iapar 83 e ervilhaca peluda (ERC) (*Vicia sativa* L.) SS Esmeralda. As culturas de verão foram soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*). As cultivares de inverno nas 3 safras foram as mesmas, bem como a cultivar de soja – NA 5909RG, já o híbrido de milho utilizado foi P 30F53H na safra 2012/13 e P 30F53YH na safra 2013/14 e 2014/15.

Em função das diferenças nos ciclos das coberturas escolhidas, houve um escalonamento da semeadura de inverno, sendo que a APT, o AZ e a ERC foram semeadas no final de abril; a APM, a AB e a ERV foram semeadas em meados de maio; a APP e o CEN eram semeadas no final do mês de maio, todas com espaçamento de 0,17 m. As coberturas de inverno foram dessecadas 30 dias antes da semeadura do milho com herbicida glifosato. A semeadura das culturas do milho e da soja sobre as coberturas ocorreram no começo e meados de outubro respectivamente, com espaçamento de 0,40 e 0,80 m respectivamente.

As coberturas de inverno foram semeadas sem adubação mineral, somente as sementes de ervilha e ervilhaca foram inoculadas com inoculante próprio para cultura. Para soja foi realizada adubação mineral somente na linha de semeadura aplicando-se 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 00-20-20. No milho foi realizada adubação mineral na linha de semeadura com 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 13-31-00+Zn (1 %) e adubação de cobertura com 311 kg ha<sup>-1</sup> de ureia e 150 kg ha<sup>-1</sup> de KCl.

Avaliou-se a produtividade de grãos de milho e de soja das safras 2012/13, 2013/14 e 2014/15.

Os resultados foram submetidos à análise de grupo de experimentos, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, os resultados com interação foram realizados o desdobramento dos fatores.

A análise conjunta dos dados de produtividade de grãos de soja e de milho apresentou coeficiente de variação de 8,3 % e 4,9 % respectivamente, sendo significativo para diferença entre as coberturas analisadas (< 0,0001) e entre as safras (< 0,0001), sem interação dos fatores analisados.

A maior produtividade de grãos de soja foi verificado na safra 2013/14 com média de 4141 kg ha<sup>-1</sup>, seguido pela safra 2012/13 com 4517 kg ha<sup>-1</sup> e por último a safra 2014/15 com 4200 kg ha<sup>-1</sup>.

Entre as coberturas analisadas, a APT proporcionou maior produtividade de grãos de soja (4961 kg ha<sup>-1</sup>) na média das 3 safras analisadas, porém estatisticamente não difere da APM (4932 kg ha<sup>-1</sup>), ERV (4690 kg ha<sup>-1</sup>), AB (4675 kg ha<sup>-1</sup>), APP (4631 kg ha<sup>-1</sup>) e AZ (4608 kg ha<sup>-1</sup>). Na sequência, a soja cultivada sobre o centeio produziu 4458 kg ha<sup>-1</sup> não diferindo estatisticamente da APM, ERV, AB, APP e AZ. A cobertura com ervilhaca proporcionou a menor produtividade de grãos de soja com 4029 kg ha<sup>-1</sup>, não diferindo somente do centeio.

A média de produtividade de grãos de milho foi superior nas safras 2012/13 (12726 kg ha<sup>-1</sup>) e 2014/15 (12478 kg ha<sup>-1</sup>) em comparação com a safra 2013/14 (11695 kg ha<sup>-1</sup>).

Entre as coberturas antecessora ao milho, a produtividade de grãos de milho não apresentaram diferenças entre ERV (12756 kg ha<sup>-1</sup>), ERC (12746 kg ha<sup>-1</sup>), AB (12501 kg ha<sup>-1</sup>), APT (12381 kg ha<sup>-1</sup>), APP (12294 kg ha<sup>-1</sup>), CEN (12255 kg ha<sup>-1</sup>), APM (12155 kg ha<sup>-1</sup>). Entretanto, o azevém proporcionou a menor produtividade de grãos de milho (11306 kg ha<sup>-1</sup>), diferindo das demais coberturas.

O baixo rendimento de grãos de milho em sucessão ao azevém pode ser atribuído à alta relação C/N de seus resíduos, que imobiliza boa parte do N do solo pela ação dos microrganismos que atuam na decomposição dos resíduos e alelopatia (MARTIN et al., 1990).

Nas avaliações realizadas no presente estudo, não foi considerado o uso de dose de N e cobertura, o que poderia apresentar um diferencial para coberturas como ervilha e ervilhaca que conseguem fixar N e disponibilizar para a cultura seguinte, contribuindo para redução do uso de N mineral em cobertura como citado por Borkert et al. (2003), que cada tonelada de matéria seca de ervilhaca pode contribuir com 47 kg de N para o sistema solo-planta.

Houve influência das coberturas de inverno na produtividade de grãos de soja, sendo que a sucessão da soja à ervilhaca e centeio apresentou a menor produtividade. A produtividade de milho cultivada sobre o azevém dessecado apresentou menor produtividade em comparação às demais coberturas.

## Referências

ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um LATOSSOLO em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008.

BORKERT, C.M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Nutrientes minerais na biomatéria da parte aérea em culturas de coberturas de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.143-153, 2003.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; VOSS, M.; AMBROSI, I. Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p.349-355, 2000.

MARTIN, V.L.; MCCOY, E.L. & DICK, W.A. Allelopathy of crop residues influences corn seed germination and early growth. **Agronomy Journal**, v.82, p.555-560, 1990.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.113-117, 1997.

## DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE RELATIVA DO SOLO POR UMA EQUAÇÃO DE PEDOTRANSFERÊNCIA

Francisco Assis de Sousa Filho, Raphael Bragança Alves Fernandes, Carlos Henriques da Silva Rezende

Universidade Federal de Viçosa, Mestrando, Viçosa - MG, [asfilho2@gmail.com](mailto:asfilho2@gmail.com).

**Palavras-chave:** densidade máxima do solo; compactação; textura do solo.

A densidade do solo ( $D_s$ ) é uma relação entre massa de solo seco e seu volume, sendo, portanto, afetada por modificações na estrutura e no arranjo e volume dos poros (KLEIN, 2008). A  $D_s$  é influenciada pela textura do solo (BUENO; VILAR, 1998; REICHARDT; TIMM, 2004; LIBARDI, 2005), com solos arenosos apresentando valores de densidade superiores aos dos solos argilosos (BUENO; VILAR, 1998; LIBARDI, 2005). Solos argilosos, como os Latossolos, apresentam agregação das partículas de argila, da qual resulta a porosidade intra-agregados, o que aumenta o volume do espaço poroso (BRADY; WEIL, 2008), enquanto solos arenosos apresentam densidade do solo superior (BUENO; VILAR, 1998; LIBARDI, 2005).

A densidade do solo ( $D_s$ ) é um dos fatores que afetam indiretamente o crescimento das plantas, e o valor de densidade crítica que limita o desenvolvimento de raízes, varia de acordo com a textura do solo e o teor de matéria orgânica (ZHAO, 2011). Brady e Weil (2008) também destacam que a densidade pode variar em função de suas características mineralógicas, de textura e de teor de matéria orgânica.

Em 1933, um série de trabalhos realizados por Ralf Proctor no estudo da mecânica dos solos, definiram que a compactação do solo é dependente da energia aplicada e da umidade do solo no momento da compactação (VARGAS, 1977). Desses estudos surgiu o ensaio de Proctor normal, que é uma metodologia de baixo custo e conceitualmente fácil de ser entendida. Com a equação da curva de compactação do ensaio de Proctor normal é possível obter matematicamente a densidade do solo máxima ( $D_{smáx}$ ), bem como, a umidade ótima para compactação ( $U_c$ ) com aquele nível de energia aplicada. (MARCOLIN; KLEIN, 2011).

A densidade do solo sozinha não fornece informações suficientes para se quantificar o grau de compactação de um solo agrícola. Visando normalizar os limites de  $D_s$ , em função da textura e outras propriedades do solo, tem sido utilizado o conceito de densidade relativa do solo (DR) ou grau de compactação (HAKANSSON; LIPIEC, 2000; KLEIN, 2008;) que é a relação da  $D_s$  com sua  $D_{smáx}$  obtida pelo ensaio de Proctor normal.

Equações de pedotransferência (PTFs) vêm sendo amplamente usadas nos estudos dos solos para estimar valores difíceis de serem obtidos em campo. As PTFs construídas com base em parâmetros comuns em inventários pedológicos, como teor de carbono orgânico e quantidade de argila, mostram grande potencial para representar as medidas diretas de densidade do solo quando essas são de difícil acesso ou estão indisponíveis (BENITES et al., 2007).

O objetivo desse trabalho foi determinar a densidade relativa do solo a partir de uma função de pedotransferência por parâmetros pedológicos de quatro latossolos do Estado de Minas Gerais e Espírito Santo.

Amostras deformadas de quatro solos de diferentes texturas e teor de matéria orgânica, foram coletadas na profundidade de 0 – 20 cm no Estado de Minas Gerais e Espírito Santo. As amostras

foram peneiradas em peneira com malha de 4,76 mm para a obtenção da curva de compactação por meio do ensaio de Proctor normal e em peneira com malha 2 mm para a determinação da análise granulométrica (textura).

A  $D_{smáx}$  para cada solo foi determinada a partir do ensaio de Proctor normal, com 560 kPa de energia aplicada (NOGUEIRA, 1998). Esse ensaio consiste em compactar o solo em três camadas de 4 cm de espessura num cilindro de 1.000 cm<sup>3</sup>, utilizando um soquete com massa de 2,5 kg, em 25 golpes por camada, numa altura de queda de 30 cm. A partir dos pares de dados, da  $D_s$  em função do teor de água do solo (em base de massa), fez-se o ajuste de equação polinomial de 2º grau. A primeira derivada da função permite estimar a  $U_c$  e a segunda, a  $D_{smáx}$  (KLEIN, 2008).

A densidade do solo variou de 1,12 Mg m<sup>-3</sup> do LVA - Viçosa -MG a 1,71 Mg m<sup>-3</sup> no LVA - Três Marias. O solo LVA - Viçosa -MG apresentou a menor densidade, sendo o solo com o maior teor de argila, e apresenta o maior teor de matéria orgânica que também tem efeito negativo no valor da densidade do solo concordando com Reichardt e Timm (2004), Libardi (2005) e Brady e Weil (2008). A maior densidade máxima ocorreu no solo Três Marias, com o menor teor de argila e menor teor de matéria orgânica do perfil do solo.

Dos parâmetros avaliados, verificou-se estatisticamente que somente as variáveis de areia grossa (AG), areia fina (AF) e equivalente de umidade influenciaram significativamente a ( $p < 0,001$ ) a DR, sendo assim possível obter uma função de pedotransferência capaz de estimar um valor satisfatório para a densidade relativa. Para os solos estudados nesse trabalho pode ser utilizada a função para a DR:

$$DR = -0,0350ns.DP + 0,6815ns.ADA + 1,0091^{**}.AG + 1,0712^{***}.AF + 1,3101^{**}.EU + 0,0305ns.ARG + 0,9154ns.SILTE$$

$$R^2 = 0,99; p < 0,001).$$

É adequado o uso da densidade relativa como um indicador de qualidade física do solo. No entanto, é relativo uma vez que a definição de valores ótimos ou restritivos ao desenvolvimento das plantas dependerá da espécie e das condições climáticas vigentes (TORRES; SARAIVA, 1999). Entretanto, o modelo proposto pode servir com um bom indicador do grau de compactação dos solos agrícolas.

Agradecimentos: À FAPEMIG pelo apoio financeiro para participação da XX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água

## Referências

- BENITES, V.M.; MACHADO, P.; FIDALGO, E.C.C.; COELHO, R.M.; MADARI, E.B. Pedotransfer functions for estimating soil bulk density from existing soil survey reports in Brazil. **Geoderma**, v.139, p.90-97, 2007.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. 14th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2008.
- BUENO, B. S. ; VILAR, O. M. **Mecânica dos solos**. São Carlos: USP, EESC, 1998, v. 1, 131p.
- HAKANSSON, I.; LIPIEC, J. A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. **Soil & Tillage Research**, v.53 p. 71-85, 2000.
- KLEIN, V. A. **Física do solo**. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2008. 212 p.
- LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005, 335p.
- MARCOLIN, C. D.; KLEIN, A. V. Determinação da densidade relativa do solo por uma função de pedotransferência para a densidade do solo máxima. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.33, n.2, p.349-354, 2011.
- NOGUEIRA, J. B. **Mecânica dos solos**. Ensaio de Laboratório. São Carlos: EESC-USP, 1998. 248p.
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceito, processo e aplicações**. Barueri: Manole, 2004.

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. **Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1999.

VARGAS, M. **Introdução à mecânica dos solos**. São Paulo: USP, 1977.

ZHAO, Y. KRZIC, M. BULMER, C. E. SCHIMIDT, M. G. SIMARD, S. W. **Relative bulk density as a measure of compaction and its influence on tree height**. Simon Fraser University. NRC Research Press. 2011.



## MÉTODOS DE DESCOMPACTAÇÃO EM PERFIL DE SOLO SOB PLANTIO DIRETO E RELAÇÃO COM PRODUTIVIDADE DE SOJA

Bruno Montoani Silva, Marina Luciana Abreu de Melo, Paula Karen Mota, Eduardo Vieira Guimarães, Silvino Guimarães Moreira

Universidade Federal de São João del-Rei, Professor, Sete Lagoas - MG, [montoani@gmail.com](mailto:montoani@gmail.com).

**Palavras-chave:** compactação do solo; subsolagem; condicionamento do solo.

Um dos desafios para a agricultura tem sido a necessidade de diagnosticar e controlar a compactação causada pelo tráfego constante de máquinas em áreas sob sistema de plantio direto (SPD) (GIRARDELLO et al., 2014). Aliado a esse fato, há a dificuldade de se manter condições adequadas de correção da acidez em profundidade, visto que não há revolvimento do solo para incorporação de corretivos.

A compactação do solo é uma condição limitante à produtividade agrícola. Nesse contexto, muitos produtores vêm adotando práticas agronômicas que ainda não foram devidamente avaliadas para definição de recomendações de uso. Dentre essas práticas, ressalta-se a subsolagem, a aplicação de gesso agrícola, o uso calcário de alta reatividade e a realização de consórcio com gramíneas em áreas submetidas ao SPD.

A resistência à penetração de raízes (RP) constitui um dos principais atributos físicos empregados para a identificação de solos compactados, sendo usualmente avaliada pelo método da penetrometria (STOLF, 2014). Esse método permite um grande número de observações, é economicamente viável em lavouras comerciais e apresenta significado biológico, uma vez que simula o impedimento mecânico do solo ao crescimento radicular. Além disso, a produtividade das culturas normalmente apresenta maior correlação com a RP do que com outros atributos do solo (GIRARDELLO et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência à penetração de raízes em um solo sob SPD e a sua correlação com a produtividade da soja, após o emprego de métodos de descompactação mecânicos, químicos e biológicos.

O estudo foi realizado na fazenda do grupo G7 Empreendimentos no agronegócio, localizada no município de Nazareno, MG (21° 12' 59" S, 44° 36' 41" W). O clima da região é tipo Cwb, segundo classificação de Köppen. A classe de solo predominante na área experimental é LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (LVA), cultivado sob SPD há 8 anos. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 12 repetições para 6 tratamentos. Em novembro de 2015, foi realizada a semeadura da cultivar de soja VTOP convencional. A adubação de plantio e cobertura foi baseada em análise de solo e nas quantidades de nutrientes extraídas pela cultura. Os tratamentos analisados foram: controle sem subsolagem (T1); controle sem subsolagem e consórcio com *Brachiaria ruziziensis* (T2); controle sem subsolagem e com aplicação de 3.600 kg de gesso agrícola (T3); subsolagem a 50 cm de profundidade com Ikeda (T4); subsolagem a 50 cm com Kamaq e aplicação simultânea de 1.440 kg ha<sup>-1</sup> de Oxyfertil enterrado a 60 cm (T5); escarificação a 25 cm com Stara Fox (T6). A RP foi avaliada em março de 2016, com uso de penetrômetro de impacto modelo IAA/ PLANALSUCAR-STOLF de ponta fina (30°) (STOLF, 2014). Foi avaliado o número de impactos até a camada de 50 cm. Por meio da equação  $RP \text{ (kgf cm}^{-2}\text{)} = 5,6 + 6,98 N$ , o número de impactos foi transformado para kgf cm<sup>-2</sup>. Em seguida, os valores foram convertidos para Megapascal (MPa) por meio da multiplicação pelo

fator 0,098 (STOLF, 2014). O solo foi classificado como argiloso, conforme análise granulométrica realizada na camada de 0-10 cm.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste de F;  $p < 0,05$ ) e, quando significativo, ao teste de médias Skott-Knott a 5 % de significância, com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2014).

Como esperado, houve correlação entre RP e umidade ( $r = -0,406$ ;  $p\text{-valor} < 0,01$ ), sendo esta mais expressiva para a camada 0-10 cm ( $r = -0,497$ ;  $p\text{-valor} < 0,05$ ). Isso permite inferir que o efeito da umidade viesou os resultados de RP nessa camada.

Os tratamentos 1, 3 e 6 (sem subsolagem) apresentaram maior RP nas camadas de 0- 30 cm, sendo que na camada de 0-10 cm, o T3 apresentou maior RP para essa camada (RP = 1,37 MPa). O efeito do gesso (T3) foi observado apenas em profundidade, na camada de 40-50 cm (RP = 2,71 MPa), com redução da RP em relação ao controle, e sem diferença para os tratamentos com subsolagem (T4 e T5). Na camada 0-30 cm, T2, T4 e T5 apresentaram valores de RP inferiores aos demais tratamentos, sendo estatisticamente iguais entre si a 0-20 cm. Na camada 20-30 cm, foi obtido o menor valor para T4 (RP = 1,12 MPa). Na camada 30-50 cm, os valores de RP encontrados para os tratamentos com subsolador (T4 e T5) implicaram maior redução da RP, porém o efeito do calcário não pode ser isolado.

Os resultados atestam que a subsolagem constitui uma alternativa eficiente para a melhoria das condições físicas do solo, uma vez que reduziu a RP. Essa redução pode promover melhoria na infiltração de água no solo e no desenvolvimento das raízes. Em contrapartida, o efeito da descompactação mecânica empregada isoladamente pode ser temporário (NICOLOSO et al., 2008).

Houve correlação significativa e negativa entre RP e produtividade da soja ( $r = -0,219$ ;  $p\text{-valor} < 0,05$ ). Para a camada 40-50 cm, a correlação foi ainda mais expressiva ( $r = -0,524$ ;  $p\text{-valor} < 0,01$ ) o que difere do comumente encontrado na literatura, o qual apresenta correlação nas camadas superficiais (10-20 cm) de solos cultivados com soja (ROSA FILHO et al., 2009; GIRARDELLO et al., 2014). Esse resultado demonstra que, nas condições deste experimento, valores elevados de RP são mais limitantes à cultura quando ocorrem na camada subsuperficial, o que reforça a importância do condicionamento físico-químico do solo em profundidade.

Conclui-se que a descompactação mecânica com o uso dos subsoladores foi o método mais eficiente na redução da RP. Destaca-se, ainda, que a RP em subsuperfície (40-50 cm) melhor se relaciona com a produtividade da soja.

Agradecimentos ao professor da UFSJ Samuel Petraccone Caixeta e Silvino Guimarães Moreira, ao Engenheiro Agrônomo Alessandro Alvarenga, ao CNPq e à Fapemig.

## Referências

- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, Alfenas, v. 5, n. 19, p. 2952, 2014.
- GIRARDELLO, V.C.; AMADO, T.J.C.; SANTI, A.L.; CHERUBIN, M.R., KUNZ, J.; DE GREGORI TEIXEIRA, T. Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em Latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1234-1244, 2014.
- NICOLOSO, R. S.; AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M. E.; GIRARDELLO, V. C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1723-1734, 2008.

ROSA FILHO, G.; CARVALHO, M. P.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R.; BINOTTI, F. F. S.; GIOIA, M. T. Variabilidade da produtividade da soja em função de atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférrico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 283-293, 2009.

STOLF, R. Penetrômetro de impacto Stolf – Programa computacional de dados em Excel-VBA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Araras, v. 38, p. 774-782, 2014.

## AGREGAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO SOB TIFTON 85 EM FUNÇÃO DO USO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E IRRIGAÇÃO

Eduardo Vieira Guimarães<sup>1</sup>, Marina Luciana Abreu de Melo<sup>1</sup>, Aline Martineli Batista<sup>2</sup>,  
Bruno Montoani Silva<sup>1</sup>, Samuel Petraccone Caixeta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de São João del-Rei, Graduação, Sete Lagoas - MG, [eduguimaraes.guimaraes@gmail.com](mailto:eduguimaraes.guimaraes@gmail.com); <sup>2</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

**Palavras-chave:** agregação; física do solo; preparo do solo.

A pecuária brasileira é predominantemente extensiva e dependente de pastagens. Contudo, há muitos fatores que limitam a produtividade das espécies forrageiras, com destaque para o manejo inadequado do solo, o que conduz a sua degradação química, física e biológica.

Diferentes técnicas de manejo podem ser adotadas a fim de restabelecer a qualidade física do solo, incluindo a escolha das espécies que irão compor as pastagens. Nesse contexto, ressalta-se o uso de gramíneas com elevada capacidade de reestruturação do solo, como é o caso do capim-tifton 85 (*Cynodon* sp.). Essa espécie se caracteriza por um sistema radicular altamente desenvolvido e com elevada taxa de renovação de raízes (WENDLING et al., 2005).

O uso de irrigação e adubação nitrogenada favorece o aumento na produção de forragem, o que contribui para o acréscimo de matéria orgânica no solo (MOS). Entre outros benefícios, a elevação do teor de MOS se relaciona ao aumento da estabilidade de agregados do solo (CALONEGO; ROSOLEM, 2008), uma vez que a matéria orgânica favorece a cimentação de suas partículas minerais, induzindo à agregação destas (MIELNICZUK, 1999).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade da agregação em um Latossolo sob área de pastejo rotacionado de capim-tifton 85, em função da forma de adubação nitrogenada e irrigação.

A área experimental, com 1,8 ha, está localizada na EPAMIG Centro Oeste, em Prudente de Moraes, MG (19° 28' 55" S, 44° 09' 18" W). O clima da região se enquadra no tipo Cwa, segundo classificação de Köppen e Geiger. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argiloso (LVd) (EMBRAPA, 2013). O experimento foi implantado em janeiro de 2011, com preparo do solo empregando-se grade aradora e niveladora, seguida pela abertura de sulcos para o plantio manual da pastagem. A correção do solo foi efetuada pela aplicação de 2 toneladas de calcário dolomítico e a adubação de plantio utilizou 578 kg de adubo 08:28:16 + FTE e 650 kg de adubo 20:00:20. O plantio ocorreu em março de 2011, com replantio em outubro do mesmo ano. O delineamento foi blocos casualizados (DBC), com 4 repetições e 4 tratamentos, estabelecidos em ambiente irrigado e de sequeiro. Os tratamentos corresponderam a diferentes formas de suprimento de N, 400 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (T1); 400 kg ha<sup>-1</sup> de esterco de bovino (T2); 400 kg ha<sup>-1</sup> de ureia e esterco, na proporção 1:1 e a testemunha, sem adubação nitrogenada (T4). As amostragens foram realizadas em setembro de 2015, por meio da coleta de torrões de solo. Foram calculados os índices diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG), porcentagem de agregados estáveis > 2,00 mm (AE2) e índice de estabilidade de agregados da classe < 0,25 mm (IEA), para as camadas de 0-5 e 5-10 cm, conforme Castro Filho et al. (1998). A caracterização do teor de matéria orgânica no solo foi realizada pela metodologia de Walkley-Black adaptada.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, ao teste de médias Skott-

Knott a 5 % de significância, com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2014).

As proporções de MOS obtidas na camada de 0-5 cm foram: 4,76 % para T1; 5,23 % para T2; 5,28 % para T3 e 4,29 % para T4. Na camada 5-10 cm, foram encontrados os seguintes valores: 4,43 % para T1; 4,49 % para T2; 4,18 % para T3 e 4,14 % para T4. Como pode ser observado, todos os tratamentos demonstraram elevado teor de MOS, o que contribui fortemente para a agregação do solo (MIELNICZUK et al., 1999).

Os parâmetros DMP, DMG, AE2 e IEA não diferiram quanto à forma de fertilização com nitrogênio, em ambas as camadas amostradas. No entanto, houve diferença significativa entre os ambientes para a camada de 5-10 cm. O regime irrigado exibiu os seguintes valores: DMP = 4,69 mm, DMG = 4,24 mm, AE2 = 92,61 % e IEA = 97,93 %. Em contrapartida, obteve-se para o ambiente de sequeiro: DMP = 4,50 mm, DMG = 3,82 mm, AE2 = 87,94 % e IEA = 96,62 %.

Silva et al. (2006), avaliando os efeitos da compactação sobre as propriedades físicas de um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO oxidico-gibbsítico (LVA) e um LATOSSOLO AMARELO caulinitico (LA), verificou que o DMG dos agregados no LVA aumentou com a compactação do solo em níveis intermediários de pressão. Portanto, tendo em vista que a suscetibilidade à compactação aumenta com a elevação do conteúdo de água no solo, é possível que o solo irrigado tenha sido submetido a uma suave compactação, levando à maior agregação de suas partículas em condições de alta MOS no solo.

As médias dos tratamentos para DMP e DMG foram equivalentes, nessa ordem, a 4,55 mm e 3,92 mm na camada de 0-5 cm, contra 4,59 mm e 4,03 mm na camada de 5-10 cm. Comparativamente, Wendling et al. (2005), em um LV franco argiloso cultivado com capim-tifton 85 dois anos anteriormente a um de cultivo de soja, obtiveram os valores de 2,13 mm para DMP e 1,44 mm para DMG na faixa de 0-5 cm de profundidade, contra 2,09 mm (DMP) e 1,48 mm (DMG) na faixa de 5-10 cm.

As médias dos tratamentos para AE2 e IEA foram, respectivamente, iguais a 90,01 % e 97,28 % na faixa de 0-5 cm de profundidade. Em relação a esses parâmetros, as médias verificadas por Wendling et al. (2005) foram correspondentes a 59,55 % para AE2 e 76,13 % para IEA na mesma camada.

Por meio dessas comparações, fica evidenciado que os valores de DMP, DMG, AE2 e IEA obtidos neste trabalho são elevados. Isso pode ser explicado pelo alto teor de MOS no solo associado à alta taxa de renovação de raízes da forrageira, o qual favoreceu o acúmulo de ácidos húmicos e exsudados radiculares que atuam como agregantes das partículas do solo (MIELNICZUK et al., 1999).

Pode-se concluir que uso da irrigação, nas condições analisadas, beneficiou os atributos DMG, DMP, AE2 e IEA em Latossolo sob capim-tifton 85 com elevado teor de MOS. Contudo, as diferentes formas de adubação nitrogenada do Tifton 85 não implicaram alterações nesses indicadores no tempo de observação aplicado.

Agradecimentos aos professores da UFSJ Bruno Montoani Silva, Samuel Petraccone Caixeta e Édio Luiz da Costa, à pesquisadora da EPAMIG Centro Oeste Maria Celuta Machado Viana e ao CNPq e Fapemig.

## Referências

CALONEGO, J.C.; ROSOLEM, C.A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 04, p.1399-1407, 2008.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistema de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.3, p.527-38, 1998.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, Alfenas, v. 5, n. 19, p. 2952, 2014.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo - ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.1-8.

SILVA, S. R.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M. Atributos físicos de dois Latossolos afetados pela compactação do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 842-847, 2006.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C. L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.40, n.5, p.487-494, maio 2005.

## CONTRIBUIÇÕES DO PROGRAMA SOLO NA ESCOLA/UFPR PARA A CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A CONSERVAÇÃO DO SOLO

Marcelo Ricardo de Lima, Jeferson Dieckow, Letícia Lunardelli Salomon Fontana,  
Fabiane Machado Vezzani, Eloana Janice Bonfleur

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Professor, Curitiba - PR, *marceloricardodelima@gmail.com*.

**Palavras-chave:** erosão hídrica; popularização científica; educação em solos.

A água e o solo são recursos básicos para o desenvolvimento das sociedades rurais e urbanas. O solo, além disso, é um importante meio para a infiltração da água e abastecimento dos lençóis freáticos nas bacias hidrográficas.

Um solo que se encontre sem cobertura, estará mais susceptível à ação da chuva e do vento na superfície do solo, que poderão reduzir a taxa de infiltração e aumentar a taxa de erosão.

Mas, de modo geral, a população não percebe que problemas como as enchentes e assoreamento de rios estão diretamente relacionados aos problemas de degradação dos solos, inclusive nas áreas urbanas. A percepção geral é de o solo seria um recurso natural facilmente recuperado, caso fosse degradado.

Infelizmente, a relação do homem com a natureza nas sociedades modernas ocorre a partir da concepção da natureza como dádiva: a natureza é provedora e encontra-se disponível para o usufruto da humanidade (MUGGLER et al., 2006).

Muitas vezes ocorre um despreparo dos profissionais da educação, bem como do material didático utilizado nas escolas, sobretudo quando destacamos o assunto solos (SOUSA; MATOS, 2012).

Ainda, existe uma ideia, do senso comum, de que a erosão seria um processo relacionado exclusivamente ao intenso voçorocamento, aspecto que é fortemente induzido pelas ilustrações dos livros didáticos do ensino fundamental e médio. Nestes mesmos materiais, praticamente não há menção à importância de práticas como o plantio direto, e frequentemente são citadas ações como a construção de patamares para plantio de arroz irrigado no sudeste asiático como relevante prática de conservação do solo.

Considerando estes aspectos, segundo Muggler et al. (2006) é necessário desenvolver e fomentar a sensibilização das pessoas, individual e coletivamente, em relação ao solo, no âmbito de uma concepção que considere o princípio da sustentabilidade, na qual valores e atitudes de desvalorização do solo possam ser revistos e reconstruídos.

Percebe-se, portanto, a necessidade de se dispor ao professor da educação básica, de ferramentas que possam auxiliar no ensino da conservação do solo, neste nível educacional, que apresente sugestões de abordagem adequadas à realidade brasileira.

O objetivo deste é apresentar experimentos e outras ferramentas didáticas, desenvolvidas pelo Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR para uso na educação básica, que auxiliam no entendimento da degradação do solo, e como esta pode ser evitada.

O Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR dispõe de uma Exposição Didática de Solos, localizada em Curitiba (PR), com dezenas de maquetes e experimentos. Dentre estes se destacam alguns que apresentam aspectos diretamente relacionados à conservação do solo:

- a) Impacto da gota da chuva no solo ("pingômetro"): este experimento simula o efeito da gota



da chuva sobre solo coberto e descoberto. Uma superfície branca, ao redor dos recipientes permitirá a observação mais clara do processo. Este experimento, apesar de sua simplicidade, consegue demonstrar a energia cinética da gota da chuva que impacta diretamente o solo, e a capacidade desta em desagregar o mesmo.

- b) Cobertura do solo e redução da erosão: o experimento conta com solo coberto com plantas vivas, solo coberto com resíduos vegetais e solo descoberto, em uma superfície inclinada. Abaixo de cada tratamento são colocados recipientes vazios, e as três situações são submetidas a uma condição de chuva simulada. Este experimento demonstra a importância da presença de cobertura (viva ou morta) sobre o solo para diminuir a enxurrada sobre o solo. Este experimento pode ser associado à discussão sobre a importância do plantio direto e práticas semelhantes de conservação do solo.
- c) Maquete da voçoroca no solo: mostra a situação de um terreno declivoso, que possui uma pastagem degradada e um rio sem a presença da mata ciliar, que ocasionou a formação de uma voçoroca e o assoreamento do rio. A maquete demonstra que o solo erodido pode ser depositado no fundo do rio, causando assim o assoreamento.
- d) Crescimento das plantas em diferentes horizontes do solo: plantio realizado nos horizontes A, B e C do solo, visa demonstrar que o crescimento vegetal é reduzido caso ocorra a perda do horizonte superficial pela erosão.

Cerca de 2.500 pessoas anualmente visitam a Exposição Didática de Solos, sendo conscientizados, através destes experimentos, sobre a importância da preservação da mata ciliar, o plantio feito sobre a palha, a preservação das florestas, entre outros aspectos.

Para facilitar o uso destes experimentos por professores da educação básica em todo o país, foram desenvolvidos roteiros, que apresentam, de forma detalhada, todo o material necessário e procedimentos. Este material encontra-se em formato PDF no site do Programa Solo na Escola/UFPR ([http://www.escola.agrarias.ufpr.br/index\\_arquivos/experimentoteca.htm](http://www.escola.agrarias.ufpr.br/index_arquivos/experimentoteca.htm)). Além disso, diversas outras Universidades brasileiras, inspiradas nestas propostas, também criaram novos “Solo na Escola”, e também contribuem para a popularização da ciência do solo.

Recentemente estes roteiros também foram transformados em vídeos, com o apoio da UFPR TV, estando disponíveis on-line ([https://www.youtube.com/playlist?list = PLL0F8St54WmQ-fVd3glezFqgCOd5yTR03](https://www.youtube.com/playlist?list=PLL0F8St54WmQ-fVd3glezFqgCOd5yTR03)). Os roteiros em vídeo contribuem para ampliar a divulgação destes experimentos entre os docentes e alunos da educação básica.

Para complementar o uso destes materiais, também foi desenvolvido o vídeo “Vamos Conservar o Solo?”, realizado em parceria com a TV Paulo Freire da Secretaria Estadual de Educação do Paraná e o Instituto Agrônomo do Paraná, o qual está disponível para *download* (<https://vimeo.com/147723619>). Neste vídeo, com linguagem adequada para os estudantes dos anos finais do ensino fundamental e ensino médio, são apresentados os principais aspectos relacionados à degradação e conservação dos solos rurais e urbanos, com a participação de técnicos do Iapar e Instituto Emater.

Brevemente também será publicada a cartilha “Conservando o Solo – Abordagem para Professores do Ensino Fundamental e Médio”, em parceria com o Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e o Instituto Emater, procurando municiar os professores de um material paradidático acessível, que estará disponível *on line*.

O Programa também atua na formação inicial e continuada de professores da educação básica

(educação infantil, ensino fundamental e ensino médio), procurando repassar estas informações sobre a conservação do solo, adequadas à realidade escolar. Já foram realizados mais de 30 cursos que já capacitaram mais de 1.500 docentes da Região Metropolitana de Curitiba e Litoral Paranaense. Este ano também irá começar um curso na modalidade Educação à Distância (EaD) que irá capacitar professores do interior do estado do Paraná, em parceria com a Secretaria Estadual de Educação.

Estes experimentos, vídeo, cartilha e cursos do Programa Solo na Escola/UFPR representam um conjunto de ferramentas para a conscientização da importância da conservação dos solos para o reabastecimento dos lençóis freáticos e bacias hidrográficas, disponíveis para uso pelos professores da educação básica.

## Referências

MUGGLER, C. C.; PINTO SOBRINHO, F. A.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 733-740, 2006.

SOUSA, H. F. T.; MATOS, F. S. O ensino de solos no ensino médio: desafios e possibilidades na perspectiva dos docentes. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 3, n. 6, p. 71-78, 2012.

## ATRIBUTOS FÍSICOS E CARBONO ORGÂNICO EM SOLOS ANTRÔPICOS EM DIFERENTES POSIÇÕES NA PAISAGEM

Lucivania Izidoro da Silva, José Mauricio da Cunha, Milton César Costa Campos,  
Marcelo Dayron Rodrigues Soares, Douglas Marcelo Pinheiro da Silva

Universidade Federal do Amazonas, Graduando, Humaitá - AM, *lucy-vany@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** geoestatística; TPAS.

As Terras Pretas Arqueológicas (TPAs) são unidades de solo que apresentam como característica marcante a sua coloração escura e presença de fragmentos cerâmicos e/ou líticos, incorporados à matriz dos horizontes superficiais do solo (KAMPF; KERN, 2005).

As diferentes formas do relevo e sua influência nos atributos do solo podem ser mais bem entendidas, avaliando aspectos relacionados à geomorfologia, como curvatura, fluxo acumulado do escoamento superficial, declividade e altitude (CAMPOS et al., 2012b).

Uma das soluções propostas é o uso da estatística multivariada, que é possível explicar o máximo de correlação entre as variáveis e descobrir quais delas contribuem mais para a caracterização e/ou alteração do solo. Devido à grande aplicabilidade do uso de métodos estatísticos multivariados, pesquisas recentes têm feito uso desta ferramenta para as interpretações das variações dos atributos no solo (CAMPOS et al., 2012b).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a relação entre parâmetros de relevo e os atributos físicos do solo e do carbono orgânico em áreas de Terra Preta Arqueológica sob floresta e em usos de feijão guandu e pastagem no sul do Amazonas, por meio da estatística univariada.

O estudo localizou-se no município de Novo Aripuanã no município do Amazonas, Brasil, situado ao longo da rodovia Transamazônica (BR-230). O clima da região é Clima Tropical Chuvoso, apresentando um período seco de pequena duração.

Foram delimitadas três malhas amostrais com 88 pontos de coleta de material por malha, sendo 90 pontos de coleta da área do feijão guandu. As dimensões das malhas foram de 2.500 m<sup>2</sup> para a FN, 1.700 m<sup>2</sup> para o FJ e 4.800 m<sup>2</sup> para a PT, com espaçamentos regulares entre os pontos de coleta do solo de 6 x 6 m, de 4 x 5 m e de 8 x 8 m, respectivamente. Esses pontos foram georreferenciados com um equipamento de GPS.

O levantamento altimétrico foi realizado para uma melhor representação do relevo com auxílio da mira e do nível de precisão. A análise de variância univariada (ANOVA) foi utilizada para comparar médias dos atributos individualmente utilizando do teste de Tukey, em relação aos seguimentos vertentes para cada área.

A estatística descritiva para os atributos em comparação aos seguimentos vertentes em áreas Terra Pretas Arqueológicas (TPA) para as camadas de 0,00-0,05 m, 0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m, sob os usos dos solos de floresta, feijão guandu e pastagem.

Os coeficientes de assimetria apresentaram valores próximos a zero para todos os atributos do solo, o que tendem a apresentar valores simétricos nos ambientes em estudo e para as respectivas camadas. Para o coeficiente de curtose, houve predominância para uma distribuição platicúrtica (distribuição mais achatada que a distribuição normal) para os atributos do solo em estudo. O coeficiente de variação (CV) para os atributos do solo apresentaram valores variando de baixo a

moderara, segundo os critérios de Warrick e Nielsen (1980), com predominância a um CV baixo, cuja tendência já havia sido confirmada por outros trabalhos tanto em solos antropogênicos como não antropogênicos.

Na área sob floresta, os atributos apresentaram um CV baixo, com exceção da MaP, RP, CO, teor de silte e argila para as camadas em estudos, que apresentaram CV mediano. Na área de feijão guandu, houve predominância de CV mediano para todas as camadas, com maior variabilidade sobre os atributos RP, CO, DMG, MaP, silte e argila, com exceção do DMP, que obteve alta variabilidade apenas na camada 0,10-0,20 m.

Sob a área de pastagem, houve diferença significativa da areia e silte entre os seguimentos da camada 0,10-0,20 m, e somente da areia na camada de 0,05-0,10 m e do silte na camada de 0,00-0,05 m, respectivamente.

Das características estruturais do solo sob a área de floresta, a maioria dos atributos físicos apresentaram diferença estatísticas em relação às vertentes, com exceção da MaP para as três camadas, MiP para a camada de 0,05-0,10 m e dos atributos DMG e DMP para a camada 0,00-0,05 m.

Em comparação à área de feijão guandu, houve alterações apenas para os atributos Ug, nas camadas 0,00-0,05 m e 0,05-0,10 m, Ds, MiP e VTP, para a camada 0,05-0,10 m, com maiores valores nos seguimentos vertentes superior e vertentes inferior, para as respectivas camadas. Para a área de pastagem apenas a MiP, para a camada de 0,00 -0,05 m, VTP e Ug, para a camada 0,10-0,20 m, promoveram alterações significativas com maiores valores sobre o vertentes médio para os respectivos atributos.

Quando avaliado a resistência do solo a penetração (RP), esse por sua vez foi um dos atributos físicos menos influenciados pelo declive da área, apresentando diferença significativa apenas para o solo sob floresta na camada 0,05 - 0,10 m, com maior média desse atributo sobre a vertente superior e vertente inferior, não havendo mudanças significativas entre os demais seguimentos vertentes e áreas de estudo, em cada camada analisada. O carbono orgânico (CO) teve variações significativas entre os segmentos vertentes para todas as camadas sob a área de floresta, não havendo qualquer mudança significativa entre os valores médios sob as áreas de feijão guandu e pastagem, em comparação aos seguimentos vertentes para as camadas analisadas. Uso e manejo dos solos, e suas variações, interferem no equilíbrio natural dos ecossistemas, alterando os componentes orgânicos tanto em quantidade como em qualidade. (MELO; SCHAEFER, 2009). Para a área sob feijão guandu, que possui uma variação de declividade do terreno de até 0,60 m, apresenta um sistema radicular muito mais profundo em relação a outras leguminosas, mas que é muito semelhante ao da floresta, o que pode ter promovido comportamentos muitos semelhantes. Sobre as condições de dependência do relevo, verificando maior teor de areia sob a vertente superior e de comportamento inverso sobre o teor de argila, mas que não houve interferência sobre o silte (CASTIONE et al., 2015).

Portanto na análise univariada, a área de floresta o que apresentou maior número de atributos do solo estudados influenciado em relação às formas de relevo do solo. A vertente superior apresentou melhores resultados quanto a características estruturais, mecânica do solo e do carbono orgânico. As áreas de feijão guandu e pastagem apresentaram baixa variabilidade dos atributos do solo em relação aos seguimentos vertentes. Comportamento semelhante foi constatada entre as áreas de feijão guandu e floresta, com apenas de inversão de correlação entre os atributos MaP e RP. Para a área de pastagem, torna-se mais nítida a diferença entre os seguimentos vertentes superior e inferior,

com as variáveis MaP e teor de areia que mais influenciaram sobre as amostras de solos coletadas sob a vertente superior, e a MiP e RP para as amostras de solo coletadas sob a vertente inferior.

## Referências

- CASTIONE G.A.F., SOUZA Z.M., SILVA R.B., CAMPOS M.C.C., CUNHA J.M. Variabilidade espacial da textura do solo em área irrigada por pivô central em diferentes posições na paisagem. **Revista Agro@mbiente**. v.9, n.3, p.219-226, 2015.
- CAMPOS, M. C. C., MONTANARI, R., JUNIOR, J. M., PEREIRA, G. T., SOUZA, Z. M. Caracterização de Argissolos em diferentes segmentos de vertente na região de Jaboticabal, SP. **Revista de Ciências Agrárias**, v.55, n.4, p.251-259, 2012b.
- KÄMPF, N.; KERN, D.C. O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A. P.; CARDOSO, E. J. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005, p.277-320.
- MELO V.F, SCHAEFER C.E.G.R. Matéria orgânica em solos desenvolvidos de rochas máficas no nordeste de Roraima. **Acta Amaz.** v.39, p.53-60. 2009
- WARRICK A.W., NIELSEN D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel D, editor. **Applications of soil physics**. New York: Academic Press; 1980. p.319-44

## IMPACTO DA COLHEITA DO EUCALIPTO NA DENSIDADE DO SOLO

Ana Paula Mendes Teixeira, Gustavo Conforti Ventura Mayrink, Ricardo Cardoso Fialho,  
Bruna Delgado Botelho, Ivo Ribeiro da Silva

Universidade Federal de Viçosa, Mestranda, Viçosa - MG, [ana.p.teixeira@ufv.br](mailto:ana.p.teixeira@ufv.br).

**Palavras-chave:** compactação; feller; harvester.

A colheita florestal é um conjunto de operações, por meio de técnicas e padrões pré-estabelecidos, onde a madeira é preparada e transportada até o local onde será transformada em produto final. Dentre diversos métodos de extração da madeira existentes, os *Feller-Bunchers* + *Skidder* e *Harvesters* + *Forwarders* estão entre os conjuntos de corte e baldeio amplamente utilizados. No método de colheita *Harvester* + *Forwarder* o processamento das árvores é realizado no interior do talhão e os resíduos de colheita permanecem distribuídos de forma aleatória na área. Já no método *Feller* + *Skidder* são colhidos feixes, contendo 8 a 9 árvores inteiras, que são arrastadas até o carregador mais próximo, onde serão processadas (SILVA, 2003). A forma como esses métodos de colheita impactam os atributos físicos do solo, especialmente a densidade do solo, ainda não são muitos claros. A compactação do solo é afetada por fatores como o teor de matéria orgânica, umidade do solo, manejo dos resíduos de colheita, textura, frequência de tráfego dos implementos e outros (JESUS et al., 2015).

Dentre os indicadores de qualidade física do solo, destaca-se a densidade ou massa específica seca do solo, dada a sua baixa dependência de outros fatores tal como a umidade do solo (REICHERT et al., 2007). Segundo Kiehl (1979), quando a classe de solo não diferir, a medida que houver aumento da densidade do solo, haverá maior compactação e conseqüentemente uma redução na porosidade total e estruturação do solo, o que pode refletir no desenvolvimento e no crescimento das plantas. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da colheita do eucalipto com *Feller* + *Skidders* e *Harvesters* + *Forwarders* na densidade do solo.

O estudo foi realizado em plantações comerciais de eucalipto localizados na região de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul (20°53' S e 51°44' O). O clima da região é do tipo Aw (Köppen), característico de Cerrado brasileiro. A temperatura média anual é 28 °C e a pluviosidade média de 900 a 1.400 mm ano<sup>-1</sup>, com altitude média de 350 m. Além da cobertura vegetal nativa, boa parte dos solos estão sob pastagens degradadas. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico de textura areia-franca, apresentando 85 %, 1 % e 14 % de areia, silte e argila, respectivamente.

Os povoamentos de eucalipto (híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*) selecionados estavam no final da primeira rotação (7 anos) e haviam sido implantados em áreas previamente recobertas com pastagens plantadas, cultivadas a mais de 20 anos, anteriormente ocupadas por Cerrado nativo. Os povoamentos de eucalipto foram colhidos com dois métodos de colheita distintos: 1) *Feller* + *Skidder* (F+S); 2) *Harvester* + *Forwarder* (H+F). Nesse último, a cada três linhas colhidas uma fica com o resíduo e as outras duas sem resíduo de colheita (folhas, galhos e casca). No caso do atual estudo, ambas as condições, com e sem resíduo de colheita, foram amostradas.

Como forma de avaliar o efeito dos métodos de colheita na densidade do solo, em setembro de 2013 foram realizadas amostragens de solo antes (pré-colheita) e após a colheita (uma semana após a colheita) nas linhas e entrelinhas de plantio. A densidade do solo (DS) da camada 0-10 cm, em ambas as épocas avaliadas, foi determinada pelo método do anel volumétrico. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade.



Antes das operações de colheita o solo, apresentava DS de  $1,53 \text{ g cm}^{-3}$ . Após a colheita e baldeio das árvores, os talhões colhidos com F+S e H+F apresentaram valores de DS de 1,62 e  $1,55 \text{ g cm}^{-3}$ , respectivamente. A área colhida com F+S apresentou acréscimos significativos na DS ( $p < 0,05$ ) em relação à pré-colheita. Tal efeito não foi observado na área de H+F, onde os valores de DS após a colheita foram muito próximos aos valores de referência.

Em relação a uma mesma área total e analisando a extensão do tráfego das máquinas, no método H+F o deslocamento das máquinas, principalmente do forwarder, fica concentrado nas entrelinhas de extração da madeira (SEIXAS et al., 2003). Por outro lado, o uso de F+S impacta o solo, uma vez que o tráfego e o arraste das árvores pelo skidder ocorrem de forma não sistematizada distribuindo os danos por toda a área (FENNER, 2002). Neste sentido, o método F+S pode favorecer à compactação da área trafegada quando comparado ao método H+F. No entanto, o aumento da DS no método F+S pode ser favorável aos povoamentos de eucalipto estabelecidos em solos arenosos, podendo atribuir tal efeito à mudança estrutural do solo decorrente da compactação leve, o que reduz a proporção de macroporos desacelerando assim o processo de drenagem e favorecendo uma maior retenção de água no solo. Na prática, por se tratarem de valores muito próximos de DS, verifica-se que a diferença entre os tratamentos é meramente estatística podendo não impactar a produtividade do povoamento.

Outro fator associado aos métodos de colheita capaz de influenciar o nível de compactação do solo é a permanência dos resíduos de colheita. A manutenção dos resíduos no método H+F pode ter dissipado a força de compressão exercida pelo tráfego das máquinas, resultando em menor compactação do solo. Resultados semelhantes foram constatados por Jesus et al. (2015) comparando áreas com e sem a manutenção do resíduo da colheita. Nos locais onde o resíduo estava presente a compactação causada pelo forwarder foi atenuada, entretanto, nos tratamentos sem resíduo a qualidade física do solo foi comprometida resultando no aumento da DS.

Conclui-se que a colheita com o método F+S promove aumento da DS na camada superficial do solo após a primeira rotação. Estudos futuros devem ser realizados visando elucidar o efeito deste aumento da DS na produtividade dos ciclos subsequentes.

Os autores agradecem ao grupo NUTREE e à Fibria Celulose S.A. pelo suporte e ajuda nas atividades de campo. À FAPEMIG, CNPq e Capes pela concessão de bolsas de estudo e apoio financeiro.

## Referências

FENNER, P. T. Compactação do solo. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 375-396.

JESUS, G., L.; SILVA, I. R.; ALMEIDA, L. F. J.; SANTOS, M. A.; LEITE, F. p.; Neves, J. C. L. Produtividade do eucalipto, atributos físicos do solo e frações da matéria orgânica influenciadas pela intensidade de tráfego e resíduos de colheita. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1190-1203, 2015.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**: relações solo-planta. São Paulo: Ceres, 1979. 264 p.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. **Tópicos em Ciência do Solo**, volume v. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.49-134.

SEIXAS, F.; KOURY, C. G. G.; RODRIGUES, F. A. Determinação da área impactada pelo tráfego de forwarder com uso de GPS. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, n. 63, p. 178-187, 2003.

SILVA, J. R. **Compactação do solo exercida por tráfego de colheita e transporte de madeira**. Botucatu. Tese Doutorado em Energia na Agricultura – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. 134 p, 2003.



## ÍNDICE S DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO EM ÁREA SOB SISTEMAS INTENSIFICADOS DE PRODUÇÃO

Samuel Petraccone Caixeta<sup>1</sup>, Gabriela Soares Santos Araújo<sup>1</sup>, Aline Martineli Batista<sup>2</sup>,  
Bruno Montoani Silva<sup>1</sup>, Emerson Borghi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de São João del-Rei, Professor Adjunto, Sete Lagoas - MG, [samuelcaixeta@ufsj.edu.br](mailto:samuelcaixeta@ufsj.edu.br); <sup>2</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo; <sup>3</sup>Embrapa Milho e Sorgo.

**Palavras-chave:** qualidade do solo; física do solo; plantio direto.

A degradação das áreas agrícolas está relacionada, principalmente, ao uso intensivo e inadequado do solo. Sendo assim, a implantação de sistemas de manejo com a finalidade de amenizar essa degradação torna-se indispensável. A associação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser aferida por meio dos efeitos ocasionados nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Nesse contexto, o índice S, por apresentar potencialidade em aferir as influências mútuas entre os diferentes manejos e a qualidade física do solo, tem sido proposto como um indicador na avaliação estrutural do solo. Esse parâmetro é determinado a partir da declividade da curva de retenção de água no solo em seu ponto de inflexão (DEXTER, 2004a). Ademais, o índice representa a distribuição do diâmetro de poros de maior frequência no solo, o que, em consequência, viabiliza a comparação direta entre os distintos modos de manejo (ANDRADE; STONE, 2009).

Segundo Dexter (2004a), solos dotados de valores de S superiores a 0,035 apresentam boa qualidade estrutural, já solos com S inferior a 0,020 estão fisicamente degradados. No entanto, Andrade e Stone (2009) calibraram esses valores para solos de Cerrado, em que 0,045 representa o limite entre solos de boa qualidade estrutural e solos com tendência a se tornar degradado, sendo que valores de S inferiores ou iguais a 0,025 representam solos inteiramente degradados fisicamente. Em suma, altos valores de S remetem a uma boa qualidade física do solo, sugerindo presença de grande quantidade de poros estruturais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física do solo, em área de plantio direto recém-implantado, a partir do índice S, em sistemas de produção com diferentes níveis de intensificação ecológica e investimento em adubação.

O estudo foi realizado em área experimental de produção de grãos sob sequeiro da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG (19°28'S, 44°15'W). O clima da região é do tipo Cwa, segundo classificação de Köppen. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LVd). Em 2014, operações de mobilização do solo foram realizadas, objetivando a construção da fertilidade e preparo do solo para implantação do sistema de plantio direto. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e sete tratamentos: médio investimento em adubação, com sucessão soja-pousio-soja (T1); médio investimento, com sucessão milho-pousio-milho (T2); médio investimento, com sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, com sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, com sucessão sojabraquiária-milho (T5) e alto investimento em adubação, com sucessão soja-pousio-milho (T6); e a testemunha, área de Cerrado próxima em revegetação (CR). Cada tratamento foi instado em uma faixa de plantio com diferentes níveis de investimento em adubação e intensificação. Após a colheita da primeira safra, em julho de 2015, foram coletadas amostras indeformadas de solo, em anéis volumétricos, nas camadas

de 0-5 cm e 15-20 cm. As amostras foram processadas segundo Embrapa (2011). O índice S foi determinado conforme Dexter (2004a).

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste de F;  $p < 0,05$ ) e, quando significativo, ao teste de médias Skott-Knott a 5 % de significância, com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2014).

Dentre os tratamentos avaliados o CR apresentou o maior valor de S, sendo seu valor médio de 0,098. Esse resultado foi semelhante ao encontrado para T6 (0,097). No entanto, CR e T6 diferiram estatisticamente dos demais tratamentos, que, por sua vez, foram estatisticamente semelhantes entre si. Conforme Dexter (2004b) os menores valores do S encontrados para áreas cultivadas estão relacionados com o achatamento vertical da curva de retenção de água, em decorrência da redução de poros estruturais.

Os maiores valores de S foram encontrados para a camada de 0-5 cm, sendo a média de todos os tratamentos dessa camada igual a 0,085, enquanto para a camada de 15-20 cm a média aferida foi de 0,072.

O preparo do solo altera a sua estrutura, tornando-o homogêneo, principalmente na camada arável. Sendo assim, os maiores valores de S identificados para a camada de 0-5 cm sugerem que as operações de mobilização realizadas na implantação do sistema de plantio direto foram mais efetivas nessa camada, o que modifica a estrutura do solo, ocasionando em uma redução na continuidade de poros e aumento da quantidade de poros de maior diâmetro, fato não observado na camada subsuperficial. Além disso, a presença de elevado teor de matéria orgânica (MO) na camada superficial pode ter contribuído para os maiores valores de S encontrados, pois a presença de MO proporciona maior agregação do solo, gerando poros de maior diâmetro. Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira et al. (2011) ao estudar a qualidade física de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico submetido aos sistemas de semeadura direta e ao sistema convencional de preparo do solo, durante onze anos, utilizando-se culturas anuais.

Salienta-se que valores de índice S superiores a 0,045 indicam adequada qualidade estrutural para solos de Cerrado (ANDRADE; STONE, 2009), assim, os resultados encontrados sugerem que, em todos os tratamentos, o solo demonstrou ter boa qualidade física, como observado no tratamento CR, provavelmente devido à estrutura granular, uma vez que esta apresenta uma satisfatória quantidade de poros estruturais.

Conclui-se que o preparo do solo reduziu sua qualidade estrutural se comparado à área não submetida ao manejo, no entanto todas as situações avaliadas apresentaram ótimo estado de qualidade física do solo. Os diferentes manejos não apresentaram, ainda, diferença substancial nesta avaliação. Espera-se que, com o passar do tempo, ocorra distinção entre os sistemas de cultivo implantados, no intuito de propiciar a seleção daqueles sistemas que visem melhoria e manutenção da qualidade física do solo.

Agradecimentos à UFSJ, Embrapa Milho e Sorgo, FAPEMIG e CNPq.

## Referências

- ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. Índice S como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 382-388, dez. 2009.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. revista. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, p. 201-214, jun. 2004a.

DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part II. Friability, tillage, filth and hard-setting. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, p. 215-225, jun. 2004b.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, Alfenas, v. 5, n. 19, p. 2952, 2014.

PEREIRA, F. S.; ANDRIOLI, I.; PEREIRA, F.S.; OLIVEIRA, P.R.; CENTURION, J. F.; FALQUETO, R. J.; MARTINS, A. L. S. Qualidade Física de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de manejo avaliado pelo índice S. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 87-95, 2011.

## CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE SOLOS ARENOSOS SOB USO INTENSIVO E SOB CERRADO

João Herbert Moreira Viana<sup>1</sup>, Guilherme Kangussú Donagemma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Pesquisador, Sete Lagoas - MG, [joao.herbert@embrapa.br](mailto:joao.herbert@embrapa.br); <sup>2</sup>Embrapa Solos.

**Palavras-chave:** infiltração; física de solos; permeâmetro de Guelph.

Os solos arenosos ocupam uma grande parcela do território nacional, chegando a 20 % da área dos Cerrados mapeada como NEOSSOLOS QUATZARÊNICOS. Outras ordens de solos arenosos com presença expressiva nesta região são também os Latossolos e os Argissolos. Os solos arenosos têm sido considerados inaptos para culturas anuais e perenes sob sistemas de manejo convencionais. Os efeitos da expansão agrícola sob estes solos têm sido, em muitos casos, negativos, com a constatação muito frequente de erosão severa, de compactação superficial e subsuperficial e da perda da capacidade de infiltração, em função do uso de sistemas de manejo preconizados para solos de textura média a muito argilosa. Entretanto, em alguns casos têm apresentado bons resultados, com alta produtividade com a adoção adequada dos sistemas conservacionistas de manejo do solo e da água, como o Sistema Plantio Direto e a Integração lavoura-pecuária-floresta. A topografia nestas regiões favorece a agricultura intensiva, com a utilização de grades de discos (grade pesada e arado), complementada com a utilização de subsoladores e escarificadores (FREITAS et al., 2004). Estas áreas têm também importância ambiental, com grande potencial para prestação de serviços ambientais, como áreas de recarga de aquíferos. Dessa forma, é imprescindível o conhecimento adequado e o monitoramento das áreas com agricultura intensiva para avaliar e, eventualmente, intervir nos sistemas de produção visando manter a capacidade produtiva destes solos e, se possível, incrementar sua resiliência, para manter a sustentabilidade dos ambientes associados a estes solos. Este trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento físico-hídrico de solos sob agricultura intensiva, comparados aos seus equivalentes sob vegetação nativa, em duas regiões agrícolas, por meio de testes de campo de infiltração. Foram escolhidos perfis em áreas nos municípios de Chapada Gaúcha - MG e Campo Verde - MT, em talhões de produção comercial de grãos em regime de sequeiro. Em Chapada Gaúcha - MG foram avaliados 13 perfis em áreas de cerrado e cinco perfis em áreas agrícolas. Em Campo Verde - MT, foram avaliados nove perfis em áreas de cerrado e três perfis em áreas agrícolas. A avaliação se deu por meio de ensaios de condutividade hidráulica saturada com uso do permeâmetro de carga constante (permeâmetro de Guelph). Foi utilizado o permeâmetro do modelo 2800K1 da Soilmoisture Equipment Corp (SOIL MOISTURE, 1987). Os ensaios foram realizados em perfis de solo previamente descritos e classificados (conforme SANTOS et al., 2013) nas profundidades de 20 cm, 40 cm e 100 cm. Foi usado o método de duas cargas sequenciais de 5 cm e 10 cm de altura de coluna de água, em cada medida. As leituras da taxa de infiltração foram tomadas a cada minuto com tempo total de 30 a 40 minutos por ponto. A condutividade hidráulica foi calculada pelo procedimento de Zhang et al. (1998), adaptado de Reynolds (1985). Os resultados indicam uma grande variabilidade nos dados de condutividade em todos os casos, tanto entre as áreas quanto em profundidade, indicada pelos desvios padrão de mesma ordem de grandeza das médias e pela diferença entre os maiores e menores valores medidos da ordem de quatro a oito vezes. De forma geral, apenas na profundidade de 40 cm houve uma tendência clara de redução da infiltração

em ambas as regiões, na comparação das áreas sob vegetação nativa (médias: Chapada Gaúcha – MG, 135 mm h<sup>-1</sup> e Campo Verde – MT, 248 mm h<sup>-1</sup>) com as áreas de produção (médias: Chapada Gaúcha – MG, 85 mm h<sup>-1</sup> e Campo Verde – MT, 39 mm h<sup>-1</sup>). A redução da infiltração na profundidade de 20 cm para as áreas de lavoura, observada em Chapada Gaúcha (médias: cerrado, 301 mm h<sup>-1</sup> e lavoura, 100 mm h<sup>-1</sup>), não se repetiu em Campo Verde (médias: cerrado, 194 mm h<sup>-1</sup> e lavoura, 217 mm h<sup>-1</sup>), o que indica que diferenças de manejo e de solos podem estar influenciando nos resultados. Em Chapada Gaúcha, predomina um sistema de manejo com foco na produção de sementes de gramíneas forrageiras, que são colhidas por varredura, ao passo que em Campo Verde é usado o manejo convencional, com base no cultivo de soja. Na profundidade de um metro, não há diferença significativa em Chapada Gaúcha (médias: cerrado, 167 mm h<sup>-1</sup> e lavoura, 159 mm h<sup>-1</sup>), e a diferença em Campo Verde (médias: cerrado, 144 mm h<sup>-1</sup> e lavoura, 247 mm h<sup>-1</sup>) pode ser devida a diferenças inerentes aos solos, uma vez que nesta profundidade espera-se que os efeitos de manejo sejam reduzidos. Conclui-se que os efeitos dos manejos nas áreas avaliadas afetaram a condutividade hidráulica de forma perceptível apenas na profundidade de 40 cm, com redução da infiltração nas áreas de lavoura, o que pode afetar a dinâmica hídrica em condições de maiores precipitações.

## Referências

- FREITAS, P. L. de; BERNARDI, A. C. de C.; MANZATTO, C. V.; RAMOS, D. P.; DOWICH, I.; LANDERS, J. N. **Comportamento físico-químico dos solos de textura arenosa e média do Oeste Baiano**. Rio de Janeiro, RJ, Embrapa Solos. 2004. 7 pág. (Comunicado Técnico 27, 2004).
- REYNOLDS, W. D.; ELRICK, D. E. In situ measurement of field saturated hydraulic conductivity, sorptivity and the  $\alpha$ -parameter using Guelph permeameter. **Soil Science**, v.140, n. 4, 1985.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa. 2013. 353p.
- SOIL MOISTURE CORP., 1987. Model 2800K1 **Guelph Permeameter: Operating Instructions**. Santa Barbara, CA 93105.
- ZHANG, Z. F.; GROENEVELT, P. H.; PARKIN, G. W. The well-shape factor for the measurement of soil hydraulic properties using the Guelph Permeameter. Department of Land Resource Science, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada N1G 2W1. **Soil & Tillage Research** v.49, p.219-221. 1998.

## EFEITO DO USO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Teresa Cristina Tarlé Pissarra<sup>1</sup>, Renata Cristina Araujo Costa<sup>1</sup>, Carlos Alberto Valera<sup>3</sup>, Sergio Campos<sup>1</sup>, Renato Farias do Valle Junior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Engenheira-agrônoma, Jaboticabal - SP, *teresap1204@gmail.com*; <sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba; <sup>3</sup>Coordenadoria Regional das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente.

**Palavras-chave:** degradação do solo; processo erosivo; declividade.

O desenvolvimento das atividades antrópicas tem causado uma série de efeitos sobre o meio, e é notória a preocupação da academia no que tange ao processo erosivo e a degradação do solo (PANAGOS et al., 2015; PACHECO et al., 2014). Esse processo, quando acelerado, causa um dos efeitos mais impactantes no recurso hídrico e se constitui na principal causa de perda de solo. Uma vez que a natureza leva cerca de 100 a 2000 anos para formar uma camada de solo de 2,5 cm de espessura (ROSS, 1996), é preocupante essa perda, que traz, ainda, como consequência, prejuízos ao setor agrícola e ao meio ambiente, com reflexos não só econômicos, mas também sociais. Assim, se faz necessário desenvolver estudos que estabeleçam normas gerais sobre a proteção do solo e que preveja instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (VALERA et al., 2016).

Como a qualidade da água sofre interferência do carregamento natural de partículas do solo, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da perda de solo e declividade do terreno na qualidade da água microbacias. O trabalho também contém observações de natureza conceitual sobre a análise de políticas integradas de uso e de degradação do solo, considerando a legislação brasileira e introduzindo preocupações de natureza normativa.

O projeto de pesquisa foi conduzido em seis microbacias localizadas no Planalto Ocidental Paulista, centro norte do Estado de São Paulo. O clima é classificado de acordo com o sistema de Classificação Climática de Köppen, como clima mesotérmico úmido de verão quente (Cwa). A precipitação varia entre 1.100 e 1.700 mm anuais e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C e a do mês mais frio inferior a 18 °C. Apresenta conformação relativamente movimentada, sendo o relevo classificado como suavemente ondulado e ondulado. A principal unidade de solo é classificada no mapa pedológico do Estado de São Paulo como Argissolo.

As coletas de água foram realizadas nas nascentes de seis microbacias de 1° ordem de magnitude em gradientes de declividade de 3,3 a 8,5 % (M1 - 8,5 % - cobertura de área de preservação permanente com mata nativa e na parte alta da vertentes pastagem seguida de sistema de produção de cana-de-açúcar; M2 - 5,8 % cobertura de área de preservação permanente com mata nativa e na parte alta da vertentes sistema de produção de cana-de-açúcar; M3 - 5,7 % cobertura de área de preservação permanente com mata nativa e na parte alta da vertentes sistema de produção de cana-de-açúcar; M4 - 3,35 % cobertura de área de preservação permanente e na parte alta da vertentes com sistema de produção de cana-de-açúcar; M5 - 4,0 % cobertura de área de preservação permanente e na parte alta da vertentes com sistema de produção de cana-de-açúcar; M6 - 4,7 % cobertura de área de



preservação permanente e na parte alta da vertentes com sistema de produção de cana-de-açúcar). A seleção dos pontos de coleta foi idealizada no intuito de comparar a variação no tempo (12 meses de coleta de água) e no espaço (6 microbacias) das variáveis turbidez (propriedade física dos fluidos que se traduz na redução da sua transparência devido à presença de materiais em suspensão que interferem com a passagem da luz através do fluido - NTU) e sólidos totais (avalia o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume -  $\text{mg L}^{-1}$ ) em relação à declividade da bacia e práticas de manejo (condução do cultivo de cana-de-açúcar; pastagem e ocupação de área de preservação permanente com mata nativa). Foi utilizada a metodologia de coleta da água superficial central no leito do córrego e a água foi analisada em laboratório de acordo com os parâmetros preconizados pela APHA (2005). As práticas de manejo foram levantadas ao longo de um ano, no dia da coleta da água.

Os resultados da análise de água das nascentes indicaram que as microbacias M3 e M1 com declividades de 13,1 % e 5,5 %, com a proteção de mata nativa ao longo das nascentes apresentaram os valores de turbidez e sólidos totais menores ( $35 \text{ mg L}^{-1}$  e  $38 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente. Entretanto, a microbacia M3, com declividade de 7 % com área de mata nativa ao redor da nascente, apresentou valor de  $118 \text{ mL}^{-1}$ , o que reflete em maior arraste e depósito de partículas de solo no leito do córrego. Este material em suspensão afeta diretamente a turbidez da água (205 NTU), aumentando sua concentração no período. Esse fato foi devido às práticas de manejo e processos erosivos intensos e visíveis nas vertentes verificados em campo, ao longo do período de coleta de dados e principalmente no período de maior precipitação. As microbacias M4, M5 e M6 apresentaram altos valores de turbidez e sólidos totais 309,1 NTU,  $62,69 \text{ mg L}^{-1}$ ; 281,8 NTU,  $68,76 \text{ mg L}^{-1}$ ; 282,1 NTU,  $46,46 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente.

Um dos fatores que comprometem a qualidade do recurso hídrico decorre do carreamento de sedimentos provocados pela erosão. Não se olvida que o processo erosivo ocorre de forma natural, contudo, quando referido processo for acelerado em razão de intervenções antrópicas e má gestão do solo na propriedade rural ou de carreamento de sedimentos (VALERA et al., 2016) e todos os demais elementos que estão presentes na parte superficial e subsuperficial do solo são levados para o interior dos cursos d'água acelerando os processos de assoreamento e de eutrofização, dentre outros, se faz necessário repensar ações de conduta por importarem em alteração adversa daquele ecossistema. Neste contexto, na forma do artigo 3º da Lei Federal 6.938/81, esses processos são classificados como danos ambientais, impondo aos proprietários ou posseiros rurais, em tese, as sanções previstas no parágrafo terceiro, do artigo 225, da Constituição Federal, ou seja, a aplicação de multa administrativa, a responsabilidade penal se a ação for tipificada como crime e a responsabilidade civil pelos danos ambientais causados, situações que evidenciam as prementes à necessidade de implantação de programas, manejos e práticas conservacionistas, no que tange à política de uso do solo.

Nas observações de natureza conceitual sobre a análise de políticas integradas de uso e de degradação do solo, deve ser considerado local de maior poluição hídrica e degradação do solo, introduzindo normas de ajuste de conduta. A caracterização das condições hidrológicas das microbacias hidrográficas indica que as atividades agrícolas, incluindo o manejo de solo e processos erosivos ocasionados por práticas culturais no sistema produtivo interferem no recurso hídrico da rede de drenagem da microbacia.

Agradecimentos à FAPESP e CNPq pela concessão de recurso financeiro para a condução desse projeto e aos funcionários Ronaldo e Luís Cláudio pelo apoio nas coletas de campo.



## Referências

- APHA (2005). Federation, W.E. and American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA. 2005.
- OCHOA, P.A.; FRIES, A.; MEJÍA, D.; BURNEO, J.I.; RUÍZ-SINOCA, J.D.; CERDÀ, A. Effects of climate, land cover and topography on soil erosion risk in a semiarid basin of the Andes. **Catena**, v.140, p.31-42, 2016.
- PACHECO, F.A.L.; VARANDAS, S.G.P.; FERNANDES, L.S.; JUNIOR, R.V. Soil losses in rural watersheds with environmental land use conflicts. **Science of the Total Environment**, v.485, p.110-120, 2014.
- PANAGOS, P., BORRELLI, P., POESEN, J., BALLABIO, C., LUGATO, E., MEUSBURGER, K., MONTANARELLA, L.; ALEWELL, C. The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. **Environmental Science & Policy**, v.54, p.438-447, 2015.
- ROSS, J.L.S. **Geografia do Brasil** (Vol. 3). Edusp. 1996.
- VALERA, C.A., JUNIOR, R.V., VARANDAS, S.G.P., FERNANDES, L.S. AND PACHECO, F.A.L. The role of environmental land use conflicts in soil fertility: A study on the Uberaba River basin, Brazil. **Science of The Total Environment**, v.562, p.463-473, 2016.

## CULTIVO DE MILHO SOBRE DIFERENTES COBERTURAS E FORMAS DE DESCOMPACTAÇÃO DO SOLO, EM PLANTIO DIRETO

Amanda Yamada Tamburús, José Luiz Rodrigues Torres, André Luis Benaventana Leal Junior, Venâncio Rodrigues e Silva, Ricardo de Oliveira Parolini

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Bolsista, Uberaba - MG, [amandayamada.95@gmail.com](mailto:amandayamada.95@gmail.com).

**Palavras-chave:** semeadura direta; biomassa; compactação.

O milho (*Zea mays* L.) tem se destacado como um dos principais cereais produzidos no mundo e tem o Brasil como um dos principais produtores, que ocupa a terceira posição no cenário mundial, contudo ainda tem produtividade considerada de média a baixa, de apenas 5,3 t ha<sup>-1</sup>. Este rendimento insatisfatório está relacionado a vários fatores, dentre eles pode-se destacar o manejo inadequado do solo, correção da acidez e da fertilidade do solo. Com relação ao manejo, o principal problema tem sido o agravamento dos problemas em relação à compactação do solo, que alteram a dinâmica do ar e da água, que prejudicam o desenvolvimento das plantas.

Mesmo em área sob sistema de semeadura direta (SSD) alguns estudos têm evidenciado a alteração da qualidade estrutural do solo à medida que os cultivos vão se sucedendo, principalmente problemas de compactação do solo, da mesma forma que ocorre no sistema de semeadura convencional (SSC), pois as características texturais e estruturais do solo continuam as mesmas, pois enquanto no SSC o revolvimento periódico promove a reorganização das partículas e dos agregados, no SSD ocorre uma acomodação das mesmas na camada superficial, que pode ser amenizada pela cobertura vegetal e pela ação benéfica das raízes das plantas cultivadas. O objetivo desse estudo foi avaliar a produção de biomassa de milho e crotalária cultivadas sobre diferentes formas de descompactação do solo e correlacionar com produtividade do milho cultivado em sucessão, em duas safras agrícolas (2013/14 e 2014/15) em uma área em SSD.

O estudo foi conduzido no município de Uberaba-MG, localizado entre as coordenadas 19°39'19"S e 47°57'27"W, a cerca de 795 m de altitude, numa área que apresentava um histórico de mais de 10 anos onde a vegetação espontânea vinha se desenvolvendo naturalmente. O solo foi caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura média. A precipitação, temperatura e umidade relativa do ar média anual são de 1.600 mm, 22,6 °C e 68 %, respectivamente. O clima é classificado como Aw, tropical quente, segundo Köppen, com inverno frio e seco.

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial (2 x 5 x 2) com parcelas subdivididas. Foram avaliadas as produções de duas coberturas de solo: 2 - Braquiária (B) (*Urochloa brizantha* cv marandú); 2 - Milheto ADR 500 (M) (*Pennisetum glaucum* L.); Cinco formas de descompactação: 1 - Sem preparo; 2 - Escarificador 30 cm; 3 - Escarificador 50 cm; 4 - Subsolador 30 cm; 5 - Subsolador 50 cm; Em dois anos seguidos: 1 - 2014; 2 - 2015, com quatro repetições em parcelas de 50 m<sup>2</sup> (5,0 x 10,0 m).

A amostragem da biomassa seca (BS) foi em 2 pontos por parcela, numa área de 2,0 m<sup>2</sup>, que foram secas, pesadas e os resultados expressos em kg ha<sup>-1</sup>. Após esta amostragem, as coberturas foram dessecadas aplicando-se 1440 g ha<sup>-1</sup> de glifosato+ 600 g ha<sup>-1</sup> de Paraquat.

A densidade do solo (Ds), umidade volumétrica do solo (Uv), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi) e Porosidade total (PT), resistência mecânica penetração (RP) foram avaliadas

nas profundidades de 0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 e 0,30-0,40; 0,40-0,50 e 0,50-0,60 m), com 3 repetições, em parcelas de 4,0 x 5,0 m.

Para avaliar a RP utilizou-se um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar, com ângulo de ponteira cônica de 30°. Os dados de campo foram obtidos em números de impactos ( $\text{dm}^{-1}$ ), transformados em  $\text{kgf cm}^{-2}$  através da equação  $R (\text{kgf cm}^{-2}) = 5,6 + 6,98 N$ , depois multiplicados pela constante 0,098 e transformados em MPa (ARSHAD et al., 1996). A Ds foi determinada pelo método do anel volumétrico. A avaliação da Uv foi realizada no momento da avaliação da RP e nas mesmas profundidades. A distribuição de poros por tamanho foi determinada em amostras com estrutura indeformada. A Ma, PT e Mi foram determinadas segundo Embrapa (1997). A produtividade do milho foi avaliado nas duas linhas centrais de cada parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SISVAR. Aplicou-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo t de Student ( $p < 0,05$ ).

Na área em estudo observou-se a presença de uma camada compactada na profundidade entre 0,10 a 0,30 m. Foi possível observar que a resistência à penetração (RP) atingiu valores de 3,35 e 3,27 Mpa, que foram maiores ( $p < 0,05$ ) quando comparados às outras profundidades. Com relação à Ds, os valores variaram entre 1,64 a 1,71 MPa, enquanto que para a Uv variaram entre 0,15 a 0,19  $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ . Observou-se uma tendência de diminuição destes valores de Ds e Uv em maiores profundidade. Em geral, valores de RP em torno de 2,5 MPa são considerados baixos, ao passo que valores em torno de 3,5 a 6,5 MPa, são considerados como capazes de causar problemas para o desenvolvimento radicular de Fabáceas e Poáceas (TORRES; SARAIVA, 1999). Entretanto vários autores aceitam que 2,0 MPa de RP no solo é o limite crítico para o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas (SILVA et al., 2008). Para a Ds, Araujo et al. (2004) registram os valores críticos de 1,65  $\text{kg dm}^{-3}$  para solos arenosos e 1,45  $\text{kg dm}^{-3}$  para argilosos.

A produção de BV de milho variou entre 27,1 a 39,1  $\text{t ha}^{-1}$  no ano de 2013/14 e 25,9 a 37,7  $\text{t ha}^{-1}$ , que foram significativamente maiores quando comparado a crotalária, que variou de 10,9 a 16,3  $\text{t ha}^{-1}$  em 2013/14 e DE 37,5 a 53,6  $\text{t ha}^{-1}$  no ano de 2014/15. Com relação a BS na safra 2013/14, a produção foi significativamente maior para crotalária (5,3  $\text{t ha}^{-1}$ ) na área sem preparo, enquanto que para o milho, o mesmo ocorreu para a área sem preparo (11,4  $\text{t ha}^{-1}$ ), com escarificação a 30 (12,3  $\text{t ha}^{-1}$ ) e a 50 cm (12,4  $\text{t ha}^{-1}$ ) de profundidade, quando comparado aos outros tratamentos. No ano 2014/15, a produção de BS variou entre 9,9, 8,4 a 13,4  $\text{t ha}^{-1}$  para o milho e de 13,1 e 20,6  $\text{t ha}^{-1}$ , sem ter ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos.

A produtividade de milho variou entre 8,66 e 9,67  $\text{Mg ha}^{-1}$ , sem ocorrer diferenças ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos, enquanto que em 2014/15 variou entre 8,57 e 9,97  $\text{Mg ha}^{-1}$ , sendo os valores significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) nos tratamentos 3, 4 e 5, quando comparados a 1 e 2. Para os parâmetros peso da palha, do sabugo e dos grãos do milho não observados diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em nenhum dos dois anos avaliados. Neste estudo pode-se observar que o solo encontra-se com maior RP na camada entre 0,10 a 0,30 m de profundidade. A produção de BS da crotalária foi maior na área sem preparo, enquanto que o mesmo ocorreu no milho na área sem preparo e escarificadas. A produtividade do milho não foi influenciada pelos tratamentos avaliados.

## Referências

- ARAÚJO, M.A. et al. Efeitos da escarificação na qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférrico após treze anos de semeadura direta. **R. Bras. Ci. S.**, 28: 459-504, 2004.
- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. **S. Sc. Soc. of Am. Jour.**, p.123-141, 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Rio de Janeiro). **Manual de Métodos de análise de solo**. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

SILVA, G.J.; VALADÃO JÚNIOR, D.D.; BIANCHINI, A.; AZEVEDO, E.C.; MAIA, J.C.S. Variação de atributos físico-hídricos em Latossolo Vermelho do cerrado Mato-grossense sob diferentes formas de uso. **R. Br. Ci. S.**, v. 32, p. 2135-2143, 2008

TORRES, E.; SARAIVA, O.F. **Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Circular Técnica, 23).1999. 58p.

## ANÁLISE ESPACIAL DOS ESTOQUES DE CARBONO NO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GIGANTE

José de Oliveira Melo Neto<sup>1</sup>, Antônio Marciano da Silva<sup>1</sup>, Maurício Dias Purcino<sup>2</sup>, Adriano Mota Ferreira<sup>2</sup>, Paulo Henrique Bretanha Junker Menezes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciência e Tecnologia - Universidade Federal de Alfenas, Pós-Doutorando, Poços de Caldas - MG, [joseneto\\_86@hotmail.com](mailto:joseneto_86@hotmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal de Alfenas.

**Palavras-chave:** inverso quadrado da distância; mineração; recuperação do solo.

A matéria orgânica apresenta estreita relação com os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, sendo bastante sensível às mudanças de uso e ocupação da terra. A exploração de sistemas naturais pode comprometer o aporte de matéria orgânica do solo e reduzir os estoques de carbono, tendo uma importante implicação ambiental do ponto de vista das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera. Esta exploração, na maioria das vezes, se dá pela total conversão das áreas naturais em áreas com fins agrossilvipastoris, produção mineral e/ou ocupação humana por meio da urbanização da paisagem.

O carbono orgânico do solo tem ganhado destaque por ser um dos principais componentes terrestres do ciclo do carbono na biosfera, além de ser um importante indicador de qualidade, pois aumenta a disponibilidade de água, atua como agente cimentante da estrutura e, conseqüentemente, favorece a formação de agregados, promove a complexação de elementos e eleva a capacidade de troca de cátions (COGO et al., 2013).

O solo é um dos principais compartimentos terrestres de estoque de carbono, com valores, a níveis globais, de 2500 Pg de carbono orgânico e inorgânico armazenado no solo, superior ao compartimentado na atmosfera (760 Pg) ou pela biota (560 Pg) (LAL, 2004). Entretanto, este potencial do solo em estocar carbono é finito em magnitude e duração, representando uma estratégia viável a curto prazo para mitigar o enriquecimento antropogênico de CO<sub>2</sub> atmosférico.

O armazenamento do carbono no solo é bastante variável espacialmente, sendo influenciado pelos fatores de formação do solo, a exemplo do clima, biota, material de origem e topografia (MELO et al., 2015).

O objetivo neste trabalho foi avaliar espacialmente os estoques de carbono na camada superficial do solo em função dos usos do solo existentes na bacia hidrográfica do Córrego Gigante.

A bacia hidrográfica do Córrego Gigante encontra-se na zona rural do município de Poços de Caldas, Minas Gerais. Esta bacia deságua diretamente no reservatório do Cipó, importante fonte de água para o abastecimento da população do município. A bacia apresenta uma área de 3,67 km<sup>2</sup> e tem sido explorada nos últimos 30 anos pelo setor de mineração para extração de bauxita.

O uso predominante corresponde a áreas com pastagem natural, representada pelos campos de altitude, ou cultivada com predomínio de braquiária, ambas representando 50,4 % da área da bacia. Em seguida tem destaque os fragmentos de área com vegetação florestal nativa ocupando 26,2 % da bacia, 16,3 % da bacia com plantios de eucalipto sob várias condições de manejo (talhões recém-implantados e talhões no segundo ou terceiro ciclo de corte por rebrota), além de 7,1 % da área ocupada por áreas de solo exposto devido à exploração mineral.

Foram monitorados 42 pontos distribuídos na bacia a fim de contemplar a variabilidade

espacial dos usos do solo, classes de solo e declividade presentes na mesma. Foram coletadas amostras deformadas representando a camada superficial do solo (0-20 cm) e coletadas amostras indeformadas com o amostrador de Uhland para determinação da densidade do solo.

O carbono orgânico total do solo foi determinado pelo método preconizado por Yeomans e Bremner (1988), via digestão úmida com solução de dicromato de potássio em meio ácido e fonte externa de calor. Com o COT determinado, foi possível realizar o cálculo do estoque de carbono (Est C), em  $\text{Mg ha}^{-1}$ , segundo equação proposta por Veldkamp (1994):  $\text{Est C} = (\text{COT} \times \text{Ds} \times \text{esp}) / 10$ , onde o COT = carbono orgânico total ( $\text{g kg}^{-1}$ ), Ds = densidade do solo ( $\text{kg dm}^{-3}$ ) e esp = espessura da camada (cm).

A espacialização dos dados de estoque de carbono na camada superficial do solo para a bacia do Córrego Gigante se deu pela aplicação do método do Inverso Quadrático da Distância utilizando o *software* de geoprocessamento *ArcGIS*® em sua versão 10.3.

Foi observado uma média de  $34,63 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estoque de carbono na camada superficial do solo na bacia do Córrego Gigante. As áreas de floresta nativa apresentaram uma média de  $44,48 \text{ Mg ha}^{-1}$  com limites de 16,44 e  $81,90 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Para as áreas de pastagem foi observado 77,11 % ( $34,30 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) do estoque encontrado para a área de floresta nativa, seguida pelas áreas de reflorestamento com eucalipto (70,64 % –  $31,42 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e solo exposto (27,63 % –  $12,29 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). Os fragmentos de floresta nativa apresentam maior estoque de carbono na camada superficial do solo devido a diversidade e quantidade de indivíduos que compõem estes ecossistemas, favorecendo a ampliação da microbiota do solo que atuam diretamente nos processos de decomposição e incorporação do carbono no solo. O inverso também se mostra verdadeiro. As áreas de solo exposto representam áreas recém-mineradas apresentando baixíssima fertilidade, desestruturação do solo e, consequente, ausência ou redução significativa da microbiota do solo, além da ausência de material orgânico sobre a superfície, fatores estes que desfavorecem a incorporação do carbono no solo.

Após a espacialização do estoque de carbono na camada superficial do solo a média para a bacia do Córrego gigante foi para  $34,53 \text{ Mg ha}^{-1}$ , uma diferença de  $0,10 \text{ Mg ha}^{-1}$  em relação a média dos dados observados na análise pontual. Os estoques de carbono por classe de uso tiveram suas amplitudes reduzidas quando comparados os dados espacializados com os observados pontualmente na bacia. As áreas de floresta nativa apresentaram uma média de  $37,22 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Para as áreas de pastagem foi observado 95,97 % ( $35,72 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) do estoque encontrado para a área de floresta nativa, seguida pelas áreas de reflorestamento com eucalipto (87,83 % –  $32,69 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e solo exposto (61,74 % –  $22,98 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). Estes resultados podem ser justificados pelo efeito que as borda das classes de uso do solo exercem umas sobre as outras, característica comum na aplicação de interpoladores fundamentados unicamente na distância entre as observações.

Estimou-se um estoque total de  $12.740,20 \text{ Mg}$  na camada superficial do solo para a bacia do Córrego Gigante. Destaque para as áreas de pastagem com acúmulo de  $6608,20 \text{ Mg}$ , seguida por fragmentos de floresta nativa ( $3573,12 \text{ Mg}$ ), reflorestamentos com eucalipto ( $1961,40 \text{ Mg}$ ) e solo exposto ( $597,48 \text{ Mg}$ ).

Os resultados encontrados neste estudo destacam a importância da recuperação de áreas mineradas e recomposição das mesmas para uma situação de uso do solo semelhante a anterior ao início do processo minerário.

Os autores agradecem a CAPES pela concessão das bolsas de pesquisa e recursos financeiros que permitiram a execução desta pesquisa.

## Referências

COGO, F. D.; ARAUJO-JUNIOR, C. F.; ZINN, Y. L.; DIAS JUNIOR, M. S.; ALCÂNTARA, E. N.; GUIMARÃES, P. T. G. Estoques de carbono orgânico do solo de cafezais sob diferentes sistemas de controle de plantas invasoras. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1089-1097, 2013.

LAL, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. **Geoderma**, v. 123, p. 1-22, 2004.

MELLO, J. M.; COUTO, E. G.; AMORIM, R. S. S.; CHIG, L. A.; JOHNSON, M. S.; LOBO, F. A. Dinâmica dos atributos físico-químicos e variação sazonal dos estoques de carbono no solo em diferentes fitofisionomias do pantanal norte mato-grossense. **Rev. Árvore**, v. 39, n. 2, p.325-336, 2015.

VELDKAMP, E. Organic Carbon Turnover in Three Tropical Soils under Pasture after Deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, p. 175-180, 1994.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, n. 13, p. 467-476, 1988.



## MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA DE LATOSSOLOS APÓS INTENSA ATIVIDADE ANTROPOGÊNICA

Alini Taichi da Silva Machado, Rodolfo Figueiredo, Antonio Carlos Saraiva da Costa,  
Ivan Granemann de Souza Junior

Universidade Estadual de Maringá, Doutorado, Maringá - PR, *atsmachado@gmail.com*.

**Palavras-chave:** alterações mineralógicas; neoformação mineral; óxidos de ferro.

A produção no setor agrícola vem aumentando consideravelmente nas últimas décadas, resultado de fatores como melhoramento genético vegetal e manejo diferenciado do solo. O sistema de plantio direto (PD) destaca-se entre os manejos do solo, sendo amplamente utilizado no Brasil.

Os Latossolos, solos comuns em regiões tropicais, estão presentes em aproximadamente 50 % do território nacional brasileiro. Entre os minerais presentes nos Latossolos, destaca-se os óxidos de ferro, sendo os mais abundantes óxidos metálicos nos solos (COSTA; BIGHAM, 2009), sendo que os óxidos de ferro os mais comuns no solo são goethita, hematita, magnetita e maghemita. O manejo do solo pode afetar fortemente a distribuição e biodisponibilidade do ferro nos solos (LI; RICHTER, 2012), e consequentemente, dos óxidos de ferro. Dependendo das condições geoquímicas presentes durante a oxidação do  $\text{Fe}^{2+}$  (pH, presença de carbonato, sulfato e fosfato) e, dependendo da via de transformação mineral do Fe (dissolução redutiva, dissolução-reprecipitação ou conversão de estado sólido), diferentes fases de Fe podem formar (PORSCH et al., 2014).

Caulinita e montmorilonita são os dois principais representantes dos minerais de argila tipo 1:1 e 2:1, respectivamente (LIU et al., 2013). Dentre os minerais de argila tipo 2:1, o mais comum em solos tropicais é a vermiculita com hidróxido de alumínio na entrecamada (VHE).

O uso da terra pelo homem, transformando áreas naturais em sistema agrícolas transformou grande parte da superfície terrestre e também os solos. O sistema de plantio direto e a aplicação de resíduos orgânicos ao solo acarretam alterações físicas, químicas e biológicas, afetando diretamente a mineralogia destes solos. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do sistema de plantio direto ou da aplicação de diferentes resíduos na mineralogia da fração argila e nos atributos mineralógicos na camada superficial de Latossolos do Estado do Paraná.

Para avaliar a influência da ação antropogênica nos solos agrícolas do estado do Paraná foram coletadas amostras de Latossolos de 7 diferentes municípios do Estado, que são: Campo Mourão, Palmeira, Rolândia, São Miguel do Iguaçu, Ivaíândia, Paraíso do Norte e Londrina. Foram selecionados solos agrícolas no sistema de manejo de plantio direto e solos agrícolas os quais receberam aplicações de resíduos (dejetos líquido suíno, vinhaça e resíduo da indústria cafeeira). Em cada município foram coletadas amostras de solos em condições de Mata natural para comparação, com exceção de Paraíso do Norte e Londrina, onde foram coletadas amostras de solos de uma área próxima a estes solos. Os solos foram coletados na profundidade de 0-5 cm. Foram determinados os teores de ferro total (Fet), ferro associado aos óxidos de ferro livres (Fed), ferro associado aos óxidos de ferro pobremente cristalinos (Feo) na TFSA. Na fração argila, os óxidos de ferro e minerais de argila e gibbsita foram identificados por difratometria de raios-x. A quantificação dos óxidos de ferro foi feita de acordo com os DRX e dos minerais de argila e gibbsita por análise térmica.

O teor de ferro total (Fet) apresentou correlação positiva com o teor de argila e não foi afetado pela ação antrópica. O teor de ferro associado aos óxidos de ferro livres (Fed) diminuiu nos solos em

sistema de PD (Campo Mourão, Palmeira e Rolândia) ao longo do tempo de manejo, em relação ao solo de mata. Estes resultados indicam que ocorreu dissolução dos minerais cristalinos (hematita-goethita e maghemita). O solo com resíduo líquido suíno apresentou aumento no valor de Fed. Já os demais resíduos não apresentaram efeito nos valores de Fed. A aplicação de resíduo orgânico em Campo Mourão (I-CM) elevou o teor de Feo para valores 3x superiores ao solo de mata. O resíduo suíno seguiu o mesmo comportamento, elevando o teor de Feo em 2x no solo S-SM. A aplicação de vinhaça promoveu aumento no teor de Feo apenas nos solos argilosos de Paraíso do Norte.

Os difratogramas de raio-x (DRX) dos óxidos de ferro concentrados da fração argila dos Latossolos em PD mostram nos solos de Campo Mourão e Rolândia os óxidos de ferro hematita e maghemita, além do óxido de titânio anatásio. Já no solo de Palmeira, foi possível identificar a goethita como óxido de ferro predominante. A diferença na distribuição dos óxidos de ferro nestes solos deve-se ao material de origem e ao clima em que estão localizados. Qualitativamente, nas amostras analisadas, o PD não alterou a mineralogia dos óxidos de ferro. No solo com aplicação de rejeito suíno (SU) foi possível identificar, por DRX, goethita, hematita e maghemita, ao passo que no solo de mata foram identificados apenas hematita e maghemita, mostrando o surgimento da goethita decorrente da aplicação do resíduo. Em Ivaí, no solo de mata foram identificados a hematita e goethita. Nos demais solos apenas a hematita foi identificada como óxido de ferro do solo. O pH influencia qual tipo de óxido de ferro será formado a partir da ferrihidrita. Condições de pH próximo da neutralidade (7,0) favorecem a formação da hematita, ao passo que pH mais baixo, forma preferencialmente goethita (SCHWERTMAN; MURAD, 1983). A aplicação de vinhaça nos solos de Ivaí elevaram o pH (pH-H<sub>2</sub>O de 7,0 para V20-I), condição favorável para formação/permanência da hematita no solo, sendo, por este motivo, o único óxido de ferro identificado. Nos solos argilosos de Paraíso do Norte foram identificados os óxidos de ferro hematita, maghemita e goethita. No grupo dos solos arenosos, não foi identificado, por DRX, a maghemita.

Os resultados mostram que nos solos de plantio direto em Campo Mourão a SI da hematita foi menor do que no solo de mata e com resíduo. A diminuição do teor de Al<sup>3+</sup> em PD, seja pela utilização de corretivos, quanto pela sua complexação por colóides orgânicos, diminui sua concentração na solução do solo. Consequentemente, a substituição do ferro por este elemento, ao longo dos anos, passa a ser menor, resultando em menores valores de SI. No solo de Rolândia não foi observado efeito do manejo na SI da hematita. As aplicações de resíduo nos solos de Londrina diminuíram os valores de substituição isomórfica calculada por DRX. Para a maghemita, foram observados aumentos nos valores de SI nos solos em sistema de PD e com resíduo líquido suíno.

A caulinita está presente em todos os Latossolos estudados, sendo o mineral predominante na fração argila. A gibbsita não foi identificada apenas nos solos de Ivaí. Nos solos de Campo Mourão, a aplicação de resíduo acarretou em diminuição no teor de gibbsita, quando comparado ao solo de Mata. Em Palmeira e Rolândia foi observado diminuição nos teores de gibbsita conforme o tempo de implantação do sistema de PD. Em São Miguel do Iguaçu o teor de gibbsita também diminuiu após aplicação de resíduo líquido suíno. A diminuição do teor de gibbsita nos solos em sistema de PD ocorreu juntamente com o aumento no teor de caulinita. A ciclagem de sílica da matéria orgânica pelos microorganismos do solo aumenta seu teor na solução, o que favorece a formação e persistência da caulinita em relação a gibbsita, uma vez que aquele mineral é mais estável em condições de alta atividade de sílica (HUANG et al., 2002). O teor de minerais 2:1 também apresentaram influência do manejo. O resíduo orgânico industrial aplicado ao solo de Campo Mourão continha alto teor de silício

e potássio, os quais foram sendo acumulados no solo ao longo dos anos de aplicação. Menor teor de  $\text{Al}^{3+}$  em solução (pela complexação por ácidos orgânicos) associado ao maior teor de sílica, levou a dissolução da caulinita e neoformação de minerais tipo 2:1.

A ação antropogênica alterou a mineralogia dos Latossolos estudados.

## RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO

Wellington da Silva Guimarães Júnnyor<sup>1</sup>, Isabella Clerici De Maria<sup>1</sup>, Camila Cassante de Lima<sup>2</sup>, Camila Viana Vieira Farhate<sup>3</sup>, Zigomar Menezes de Souza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico (IAC), Doutorado, Campinas - SP, [wellington.agro@gmail.com](mailto:wellington.agro@gmail.com); <sup>2</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo; <sup>3</sup>Faculdade de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual de Campinas.

**Palavras-chave:** compactação do solo; cana-de-açúcar; degradação estrutural.

Nas últimas décadas observou-se uma ampliação da utilização de máquinas agrícolas, com a adoção do manejo mecânico em todas as operações desde o preparo do solo até à colheita. No cultivo da cana-de-açúcar essa mudança ocorreu mais recentemente e de forma acelerada, com a substituição do plantio e da colheita manual por operações mecanizadas.

As operações mecanizadas impactam diretamente as propriedades físicas do solo, podendo melhorar sua qualidade ou causar a degradação estrutural. O preparo do solo para a implantação da cana-de-açúcar é uma operação bastante importante no manejo da cultura por que tem custos elevados e porque as alterações nas propriedades do solo perduram por todo o ciclo da cultura, que em geral é de 5 a 8 anos. O cultivo de plantas de cobertura antes do preparo do solo e o uso de sistemas conservacionistas, como cultivo mínimo e plantio direto, podem ser opções para obter melhor resultado na implantação da cultura.

Para avaliar a qualidade da estrutura do solo, os atributos mais utilizados são a densidade do solo e a resistência do solo à penetração (RP), que apresenta boa correlação com o crescimento radicular das culturas (ROQUE et al., 2008). A RP tem sido largamente utilizada como indicadora da compactação do solo, por ser sensível a modificações na estrutura do solo, apresentar relação com atributos das plantas e por ser uma medida de fácil e rápida determinação. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar, por meio da RP, se a adoção de sistemas de preparo do solo conservacionistas e o cultivo de plantas de cobertura, em áreas de expansão sobre pastagem, resultam em melhor qualidade das propriedades físicas de um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO submetidos a diferentes.

O trabalho foi realizado em uma área experimental pertencente à Usina Santa Fé (Grupo Itaquerê), localizada no município de Ibitinga - SP, recoberto por ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (PVA). O delineamento experimental foi em blocos casualizado, com quatro plantas de cobertura (Amendoim, Crotalária, Milheto e Sorgo), três preparos do solo (CM - Cultivo mínimo; PD - Plantio direto; PP- Preparo profundo) e duas áreas de referência (PA - pasto e PC - preparo convencional sem planta de cobertura), com três repetições.

A composição granulométrica do solo, realizada conforme Camargo et al. (1986), é a seguinte: Ap1 (0,00-0,18 m) 198 g kg<sup>-1</sup> de argila, 60 g kg<sup>-1</sup> de silte e 742 g kg<sup>-1</sup> de areia; Ap2 (0,18-0,36 m) 190 g kg<sup>-1</sup> de argila, 53 g kg<sup>-1</sup> de silte e 757 g kg<sup>-1</sup> de areia e Bt (0,36-1,05 m) 403 g kg<sup>-1</sup> de argila, 48 g kg<sup>-1</sup> de silte e 549 g kg<sup>-1</sup> de areia.

O experimento foi instalado em uma área anteriormente com pastagem, que foi preparada com duas passagens de uma grade aradora intermediária com 26 discos, a uma profundidade de 0,25

m. Foi realizada calagem e correção da fertilidade do solo em área total e o plantio das plantas de cobertura. Após a colheita das plantas de cobertura foram aplicados os tratamentos de preparo do solo: CM - subsolagem à 0,40 m de profundidade e sulcação, PP - subsolagem à 0,70 m e sulcação, PD - apenas a sulcação e na área de referência PC - grade intermediária e sulcação.

A resistência mecânica do solo à penetração foi determinada utilizando o penetrômetro de impacto (modelo IAA/Planalsucar/Stolf), com capacidade de carga de 150 kgf, precisão de 0,001 kgf, haste de 0,65 m de comprimento, cone em aço com inclinação de 30° e diâmetro de 0,2027 m, com leituras a cada 0,05 m até 0,060 m. O número de impacto ( $\text{dm}^{-1}$ ) foi transformado em  $\text{kgf cm}^{-2}$  pela equação  $R (\text{kgf cm}^{-2}) = 5,6 + 6,98 N$  (STOLF, 1991), e multiplicado por 0,098 para transformação em MPa.

Os resultados obtidos indicam que a pastagem original (PA) apresentava compactação na superfície, oriunda da ausência de revolvimento e do pisoteio dos animais. Em relação ao PA, de forma geral, houve melhoria da estrutura do solo até a camada de 0,30 m devido à intervenção mecânica em todos os tratamentos. Os menores valores de RP foram observados no PC, decorrente do revolvimento com grade, que resulta em aumento da macroporosidade e redução da densidade.

A RP foi maior nas camadas superficiais do solo em áreas sob PD, independente da planta de cobertura utilizada, seguido dos tratamentos CM e PP. Isto já era esperado, devido a compactação do solo ser mais concentrada na camada superficial em áreas de PD. De acordo com De Maria et al. (1999) tem-se constatado compactação superficial do solo com a introdução do sistema PD, devido à ausência de revolvimento e com o efeito cumulativo do tráfego de máquinas na superfície do solo.

Na camada superficial os maiores valores de RP foram observados nos sistemas de manejo que utilizaram amendoim e milheto, independente do preparo do solo utilizado. O fato dos tratamentos amendoim e milheto apresentarem maior RP pode estar relacionada à menor quantidade de massa produzida por essas plantas de cobertura, e pelas operações de manejo e colheita dessas culturas.

O aumento da RP em profundidade decorre do acúmulo das cargas dos implementos de preparo de solo utilizados, formando o chamado “pé de grade”. Este fenômeno se deve principalmente ao revolvimento das camadas superficiais do solo com implementos, promovendo a deposição dos sedimentos mineralógicos nas camadas subsuperficiais, isto é, nas camadas onde não houve ação do revolvimento, o que foi observado no PC. Ao analisar o PD utilizando o amendoim como planta de cobertura, verificam-se na camada entre 0,10 e 0,25 m os maiores valores de RP do estudo, provavelmente devido ao efeito acumulativo do tráfego durante a colheita do amendoim.

A RP foi maior nas camadas superficiais do solo em áreas sob PD, independente da planta de cobertura utilizada, seguido dos tratamentos CM e PP. Quanto às culturas de cobertura, os valores de RP decresceram na seguinte ordem: amendoim, milheto, crotalária, sorgo. Os resultados sugerem que para a redução da RP no perfil do solo em relação à pastagem, o PC sem planta de cobertura, CM com crotalária, PP e CM utilizando sorgo se mostraram mais eficiente que os demais tratamentos. A utilização de plantas de cobertura juntamente com a intervenção mecânica é uma opção para melhoria da estrutura do solo na implantação da cultura da cana-de-açúcar.

Os autores agradecem à FAPESP pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor (Processo: 2014/07434-9) e a Fundação Agrisus pelo financiamento deste projeto (Processo PA. 1439/2015).

## Referências

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94p. (IAC, Boletim Técnico, 106).

DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. & SOUZA DIAS H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **R. Bras. Ci. Solo.**, v.23, p.703-709, 1999.

ROQUE, M.W.; MATSURA, E.E.; SOUZA, Z.,de; BIZARI, D.R. e SOUZA, A.L. de. Correlação linear e espacial entre a resistência do solo ao penetrômetro e a produtividade do feijoeiro irrigado. **R. Bras. Ci. Solo.**, v.32, p.1827-1835, 2008.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **R. Bras. Ci. Solo.**, v.15, p.229-235, 1991.

## QUALIDADE DO SOLO E O ÍNDICE DE QUALIDADE PARTICIPATIVO DO PLANTIO DIRETO: EXISTE CORRELAÇÃO?

Tatiane Gorte<sup>1</sup>, Marie Luise Carolina Bartz<sup>2</sup>, George Gardner Brown<sup>3</sup>, Hudson Carlos Lissoni Leonardo<sup>4</sup>, Ricardo Ralisch<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Positivo, Mestre, Curitiba - PR, [tatianegorte@hotmail.com](mailto:tatianegorte@hotmail.com); <sup>2</sup>Universidade Positivo e Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação; <sup>3</sup>Embrapa Florestas; <sup>4</sup>ITAIPU Binacional;

<sup>5</sup>Universidade Estadual de Londrina e Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação.

**Palavras-chave:** manejo do solo; indicadores; minhocas.

O Sistema Plantio Direto, quando realizado atendendo os seus princípios de qualidade, além de melhorar as características físicas e químicas do solo garante um ambiente menos perturbado para os organismos do solo. O manejo do solo inadequado na região oeste do Paraná tem resultado em erosão e assoreamento de rios e lagos. Nesse contexto a Itaipu Binacional, juntamente com a Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação, construiu o Índice de Qualidade Participativo do Plantio Direto (IQP), que foi desenvolvido para avaliar a qualidade do Sistema Plantio Direto praticado pelos agricultores da região.

O presente trabalho teve por objetivo validar o IQP correlacionando-o com atributos de qualidade do solo (físicos, químicos e biológicos) e histórico das áreas, assim como avaliar o potencial das minhocas como bioindicadoras em áreas sob Sistema Plantio Direto no oeste do Paraná (Bacia Hidrográfica do Paraná 3).

Foram amostradas 40 áreas participantes do Índice de Qualidade do Plantio Direto, o qual possui quatro categorias de notas: baixo (< 4,50), regular (> 4,51 a < 6,50), bom (> 6,51 a < 8,50) e muito bom (> 8,50). Em cada área foram amostrados cinco pontos, totalizando de 200 amostras. As minhocas foram amostradas utilizando o método Tropical Soil Biology and Fertility (TBSF) adaptado, segundo Bartz et al. (2013), gerando dados de abundância (ind m<sup>-2</sup>) e biomassa (g m<sup>-2</sup>) de minhocas, riqueza de espécies (número) e porcentagem de espécies nativas e exóticas.

Foram coletados 500 gramas de solo de cada monólito para análise de fertilidade de rotina e granulometria. Próximo ao local de amostragem do monólito foi retirado um anel de solo para determinação da densidade aparente, umidade e porosidade total, macro e microporosidade, e ainda foi realizada a medição de resistência à penetração.

Foi realizado o levantamento do histórico das áreas e dos valores dos indicadores que compõem o IQP, informações essas disponibilizadas pelo acesso a plataforma plantio direto do PTI Itaipu, para estabelecer correlações com o IQP e variáveis das minhocas mensuradas.

Os dados (55 variáveis) foram submetidos a correlações de Pearson e Análise de Componentes Principais (ACP), considerando uma significância de até 10 %.

As 40 áreas foram separadas de acordo com as populações de minhocas, com base nos valores de abundância e riqueza de espécies proposto por Bartz et al. (2013), que classifica em quatro categorias: excelente, bom, moderado e pobre.

Conforme a nota recebida no IQP, a maioria das áreas se enquadraram na categoria de nota “bom” (24 áreas). As correlações realizadas entre o índice e os atributos físicos e químicos, foram significativas para poucos parâmetros avaliados ((umidade, argila, areia, matéria orgânica, idade do plantio direto,



água por cima terraço, preparo do solo, uso de calcário e de adubação química). A ACP entre atributos físicos e químicos do solo, histórico de áreas e o IQP, não obteve correlação significativa, no entanto as áreas classificadas como “muito bom” associaram-se aos teores de matéria orgânica, pH, número de cultivos e a idade do Plantio Direto. Já as áreas “regulares” no IQP associaram-se principalmente com o histórico de plantio das áreas. Não houve um agrupamento das áreas classificadas como “bom”, portanto não estiveram associadas à atributos específicos.

A abundância média de minhocas, nas 40 áreas amostradas, variou de 0 a 715 ind m<sup>-2</sup>. A riqueza total de espécies de minhocas encontradas variou entre 0 a 6 espécies. Houve um predomínio (mais de 50 %) de espécies nativas em 3 áreas e de espécies exóticas em 24. A biomassa total média variou entre 0 e 8,1 g m<sup>-2</sup>.

Segundo a classificação das áreas de acordo com as populações de minhocas sugerida por Bartz et al. (2013) a maioria das áreas foram classificadas como moderado. Porém a época de amostragem pode ter influenciado os resultados, visto que no mês de junho a taxa de precipitação média na região foi baixa, em torno de 94 mm.

As correlações de Pearson dos atributos biológicos com os físicos e químicos do solo, histórico de áreas, os indicadores do IQP e o IQP foram significativas a 10 % para poucos atributos mensurados e dependendo do atributo biológico mensurado (abundância de minhocas: água por cima do terraço, terraceamento correto (TC); riqueza de minhocas: silte, água por cima do terraço (APT), preparo do solo; biomassa de minhocas: Al, TC, APT, preparo do solo; % spp. nativas: microporosidade, MO, erosão, solo exposto após semeadura; % spp. exóticas: resistência a penetração, Ds, solo exposto, calagem, número de culturas). No entanto, a ACP com todos os dados (atributos biológicos, físicos e químicos do solo, histórico das áreas, indicadores do IQP e o IQP) apresentou correlação significativa e agrupou as 40 áreas diferenciadamente. A abundância, biomassa e riqueza de minhocas junto com os parâmetros de uso menos intensivo do solo (como menor tamanho de áreas, maior cobertura do solo, rotação de culturas, número de culturas cultivadas, número de culturas de cobertura), tiveram a maior parte das áreas associadas (33 áreas). De acordo com Brown et al. (2007), práticas de manejo agrícola como rotação de culturas, uso de culturas de coberturas, plantio direto, drenagem do solo, dentre outras, aumentam a densidade das populações e diversidade de espécies de minhocas. A ACP mostrou ainda uma correlação entre as populações de minhocas e os atributos químicos do solo. A atividade das minhocas no solo afeta as características deste como alteração no pH, liberação de nutrientes, tornando-o disponível para plantas e também atuam na mineralização da matéria orgânica (FRAGOSO et al., 1997).

Duas áreas que apresentaram alta abundância de minhocas estão entre as poucas áreas que utilizam na rotação de culturas o nabo forrageiro ou uma gramínea (sem ser aveia ou trigo). O nabo possui alta capacidade de reciclagem de nutrientes, e também promove uma maior cobertura protetora do solo, além de possui raiz pivotante que auxilia na descompactação do mesmo (CALEGARI, 2006). Assim garante proteção e maior diversidade de matéria orgânica para as minhocas. A área que apresentou a maior abundância de minhocas é a que apresenta a maior diversidade de rotação, além de não ser praticado o preparo do solo na mesma. Isso indica que os benefícios oferecidos pela variedade de culturas plantadas têm influência direta na densidade de minhocas.

A maioria das áreas apresenta IQP classificado como “bom”, porém os atributos mensurados nesse estudo evidenciam que o sistema plantio direto não está sendo praticado adequadamente. Isso

leva a uma reflexão sobre a necessidade de melhorias na gestão dos solos, assim como a necessidade de mais estudos, abrangendo um maior número de áreas, para validação do IQP. As variáveis biológicas (abundância, biomassa, riqueza de espécies e % spp. nativas e exóticas de minhocas) tiveram correlações significativas e se mostraram variáveis importantes para as práticas ligadas aos princípios do Sistema Plantio Direto, que garantem a conservação e qualidade do sistema.

## Referências

BARTZ, M.L.C.; PASINI, A.; BROWN, G.G. Earthworms as soil quality indicators in Brazilian no-tillage systems. **Applied Soil Ecology** 69, p. 39– 48, 2013.

BROWN, G.G.; JAMES, S.W. Ecologia, biodiversidade e biogeografia das minhocas no Brasil. In: BROWN, G.G.; FRAGOSO, C. (Ed.). **Minhocas na América Latina: biodiversidade e ecologia**. Cap. Earthworms stimulate plant production .Londrina: Embrapa Soja, p. 297-381, 2007.

CALEGARI, A. **Plantas de cobertura. Sistema Plantio Direto com qualidade**. Cap.5 Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU BINACIONAL, 2006.

FRAGOSO, C.; BROWN, G.G.; PATRÓN, J.C.; BLANCHART, E.; LAVELLE, P.; PASHANASI, B.; SENAPATI, B.; KUMAR, T. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function: the role of earthworms. **Applied Soil Ecology**, v.6, p. 17-35, 1997.

## RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO EM DOIS SISTEMAS DE MANEJO SOB DIFERENTES UMIDADES

Willian Bosquette Rosa<sup>1</sup>, Samara Brandão Queiroz<sup>1</sup>, Edleusa Pereira Seidel<sup>1</sup>, José Barbosa Duarte Junior<sup>1</sup>, Jaqueline Vanelli<sup>1</sup>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Douradoro, Assis Chateaubriand - PR,  
*willian\_agro@hotmail.com.*

**Palavras-chave:** compactação; propriedades físicas do solo; umidade gravimétrica.

O manejo do solo reflete direta e indiretamente no rendimento vegetal. Um solo que apresenta condições ideais para o desenvolvimento das plantas, expressa bom índice de agregação, conserva o balanço ar e água, mantém a estruturação e suporta as culturas implantadas, disponibilizando nutrientes e permitindo o aprofundamento do sistema radicular.

Por outro lado, manejar o solo de forma inapropriada, pode gerar uma série de consequências negativas ao sistema produtivo, dentre essas, a compactação se caracteriza como uma das principais. Tavares et al. (2001) afirmam que as modificações estruturais ocasionadas aos solos, podem interferir na densidade, na porosidade, na infiltração de água e no desenvolvimento radicular das plantas, para os autores, esse processo ocorre devido as alterações gradativas na estrutura física dos solos, influenciada pelo excesso de pressões aplicadas, resultando na redução dos espaços internos onde normalmente são ocupados por ar e água.

Na prática, a compactação de solos pode ser avaliada por vários atributos, dentre eles a densidade e a resistência à penetração (RP). Estudos realizados anteriormente já comprovaram que a RP é influenciada diretamente pelo teor de água no solo e à medida que ocorre a redução da umidade a RP aumenta exponencialmente (HENDERSON; LEVETT, 1989).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a RP de um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura argilosa em dois sistemas de manejo, sob diferentes condições de umidade.

O experimento foi implantado e conduzido na fazenda experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná no ano agrícola 2014/2015. A condução se deu num delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas.

Os principais tratamentos foram duas áreas de 50 m<sup>2</sup> cada, uma sob palhada de aveia, conduzida em Sistema de Semeadura Direta (SSD) a 10 anos e uma em condições de pousio com plantas espontâneas, a 8 anos. As subparcelas foram subdivididas no tempo, variando de um a oito dias. As avaliações iniciaram dois dias após uma precipitação de 44 mm, quando o solo apresentava condições friáveis. Durante oito dias, em cada área, foram realizadas quinze pontos de RP e coletadas três amostras para determinação da umidade gravimétrica.

Para avaliar a RP foi utilizado um penetrômetro eletrônico (PenetroLOG PLG1020), com medições até 0,30 m de profundidade. Em cada dia de avaliação foram coletados 15 pontos dentro de cada área. Para determinar a umidade do solo foram realizadas coletas em três profundidades (0,0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m) e estas, colocadas em cápsula de alumínio e levadas para estufa a 105 °C por um período de 24 horas.

Os dados englobados no decorrer dos ensaios foram submetidos ao programa estatístico SISVAR para a análise de variância, aplicando o teste “F” em nível de 5 % de probabilidade de erro, em seguida, foi aplicado o teste de Tukey para comparação de médias também em nível de 5 %.

A umidade do solo, bem como a RP foram diferentes em função dos dias e dos locais de avaliação, ou seja, a medida que reduziu a umidade do solo aumentou a RP, esse processo foi semelhante para ambos os locais, no entanto, o comportamento do solo conduzido em SSD foi completamente diferente em relação ao sistema de pousio, quando se diz respeito a preservação da umidade e redução da RP.

No local conduzido sob SSD a umidade do solo no primeiro dia de avaliação foi de  $0,28 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  considerando as três profundidades, um valor 12 % maior em relação a área de pousio. Nesta área a RP variou entre 1,12 MPa, avaliada no primeiro dia, e 2,68 MPa no oitavo e último dia de avaliação, sendo estes valores observados na profundidade entre 0,08 a 0,13 m, camada de maior compactação.

Genro Júnior et al. (2004) afirmam que a diminuição do teor de umidade, eleva exponencialmente a RP. Filho et al. (2014) confirmam que a água lubrifica o solo formando uma película que envolve as partículas reduzindo a força de atrito. Os autores reiteram que a RP também é influenciada pela textura do solo, ou seja, quanto maior o teor de argila, mais sensível é o solo a compactação.

Mesmo com a redução da umidade na camada de 0,10-0,20 m a RP não ultrapassou  $2,68 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  ao oitavo dia de avaliação, isso ocorreu principalmente por estar sendo avaliado em SSD, sistema esse que reflete diretamente na redução da degradação solo, formação de camadas compactadas e melhoria da distribuição da matéria orgânica, além da preservação dos teores de água, garantindo assim, equilíbrio entre as fases do solo.

Estudos realizados por Guelf et al. (2013) reafirmam que o limite crítico da RP de solos argilosos estão na faixa de 2,5 MPa, valores superiores interferem no aproveitamento de nutrientes, promove o engrossamento do sistema radicular devido ao impedimento físico da raiz, reduz o número de pelos absolvedores e dificulta a formação da zona pilífera.

Na área de pousio no primeiro dia de avaliação a RP atingiu 2,4 MPa, próximo ao limite crítico de 2,5 MPa, valor observado apenas no sexto dia na área conduzida em SSD. No terceiro dia de avaliação a RP na área de pousio atingiu o maior valor observado na área de palhada (2,68 MPa). Nunes et al. (2014) verificaram que quando conduzido em sistema de sucessão de culturas por dez anos, o valor médio de RP na camada entre 0,07 e 0,20 m foi de 3,8 MPa, porém imediatamente após a escarificação esse valor reduziu para 1,3 MPa.

No oitavo dia de avaliação a RP na área de pousio atingiu um valor 4,5 MPa; portanto, 69 % maior que na área sob SSD. Ao oitavo dia a umidade do solo constatada nessa área foi de  $0,84 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ . A partir do segundo dia de amostragem, semelhantemente ao local com palhada a RP foi expressivamente superior. É possível notar que do quarto ao oitavo dia a RP passou de 3,0 para 4,5 MPa na profundidade entre 0,08 e 0,12 m.

De maneira geral, a RP do solo variou em função dos dias, do teor de umidade e da área.

A área conduzida em SSD com palhada de aveia promoveu a preservação da água no solo por muito mais tempo e conseqüentemente menor RP em relação a área de pousio.

O SSD promoveu melhores condições de umidade e menor RP do solo.

## Referências

FILHO, E. A.; SILVAL, A. P.; FIGUEIRODO, G. C.; GIMENES, F. H. S.; VITIL, A. C. Comparado desempenho de penetrômetros e efeito do teor de água no solo em medições de resistência de penetração. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Voçosa, Minas Gerais, v. 38, p.744-754, 2014.

GENRO, S.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um Latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Minas Gerais, v.28, n.3, p.477-484, 2004.

GUELF, D. R et al. Características estruturais e produtivas do capim-marambu sob efeito de corretivos da acidez, gess e compactação do solo. **Revista de Ciências e Tecnologia das Américas**, Minas Gerais, v. 38, n. 9, p.681-687, set. 2013.

HENDERSON, C., A. LEVETT, D. LISLE. The effects of soil water content and bulk density on the compactibility of some western Australian sandy soils. **Australian Journal of Soil Research**. v.26 p.391-400. 1989.

NUNES, M. R et al. Persistência dos efeitos da escarificação sobre a compactação de Nitossolo sob plantio direto em região subtropical úmida. **Revista Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v. 49, n. 7, p.531-539, 2014.

TAVARES FILHO, J. et al. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um LATOSSOLO ROXO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Minas Gerais, v.25, n.3, p.725-730, 2001.

## PRODUÇÃO DE FITOMASSA E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA COM PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMAS DE USO DO SOLO

Altamir Mateus Bertollo<sup>1</sup>, Lucas Zulpo<sup>1</sup>, Moacir Tuzzin de Moraes<sup>1</sup>, Henrique Debiasi<sup>2</sup>, Renato Levien<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Doutorando, Porto Alegre - RS, [altamirmateus@gmail.com](mailto:altamirmateus@gmail.com);

<sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

**Palavras-chave:** rotação de culturas; compactação do solo; sistema de plantio direto.

O sistema de plantio direto (SPD) tem sido responsável pela sustentabilidade da agricultura brasileira. A técnica foi introduzida no Brasil na década de 70, iniciando no Estado do Paraná, com o propósito de amenizar os graves efeitos do revolvimento do solo e da queima do material vegetal que permanecia na superfície do solo, práticas que eram amplamente utilizadas para anteceder o cultivo da soja. Com a expansão da área agrícola cultivada e a divulgação das vantagens dos sistemas de preparo conservacionistas para os atributos químicos físicos e biológicos do solo, a área cultivada sob SPD foi expandindo e, estima-se que dos 58,2 milhões de hectares cultivados com grãos no Brasil (CONAB, 2016), o SPD é a forma de cultivo de maior predomínio, sendo que em 2012 a área cultivada era de aproximadamente 32 milhões de hectares (FAO, 2016). Porém, mesmo com o conhecimento das inúmeras vantagens da rotação de culturas, a área sob pousio no período de inverno vem aumentando, acarretando em menor aporte de biomassa, diminuição da ciclagem de nutrientes e no acúmulo de matéria orgânica.

Além do aporte de material vegetal em superfície, o cultivo de plantas durante todas as estações do ano se mostra importante para o bom desenvolvimento estrutural do interior do solo, através do desenvolvimento dos sistemas radiculares das plantas. As plantas de cobertura contribuem também para a melhoria da estrutura do solo e prevenção da compactação do solo (DEBIASI et al., 2010). Durante o seu desenvolvimento são liberados exsudatos que contribuem na formação de agregados mais estáveis. Depois de decompostas, as raízes das plantas formam galerias que auxiliam na infiltração de água e ar no solo, além de contribuírem com material orgânico em subsuperfície.

O objetivo deste trabalho foi quantificar a produção de biomassa através do uso de plantas de cobertura e a capacidade de retenção de água no solo que estas plantas disponibilizam para a cultura sucessora.

O trabalho é desenvolvido na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, no município de Londrina - PR (coordenadas 23°11' S e 51°11' W, altitude de 600 m), região que apresenta clima tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico, segundo a classificação de Köppen, com médias anuais de 20 °C de temperatura e de 1340 mm de precipitação. O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico (SANTOS et al., 2013).

O experimento consiste em um esquema fatorial 4 x 4 (espécies vegetais x sistemas de manejo de solo) sob delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições e parcelas subdivididas. O fator espécie vegetal, nas parcelas, é constituído por quatro espécies vegetais de outono-inverno: (i) Trigo (*Triticum* spp.); (ii) milho (*Zea mays*) 2ª safra; (iii) Brachiária (*Urochloa ruziziensis*); e (iv) aveia preta (*Avena strigosa*). O fator sistemas de manejo do solo, alocado nas subparcelas, envolve: (a) SPD com escarificação do solo, realizada na implantação do experimento; (b) SPD sem manejo

adicional; (c) SPD com toda a área trafegada quatro vezes com um trator com massa de 8 Mg; (d) SPD trafegado dez vezes com uma colhedora com massa de 10 Mg.

Os sistemas de manejo do solo foram realizados antecedendo o cultivo de inverno de 2013, onde foi cultivado trigo em área total. A partir de então, no período de inverno são distribuídos os tratamentos “espécies vegetais” nas parcelas e, no período do verão, é cultivada soja (*Glycine max*) em área total.

Para determinação da produção de fitomassa foram coletadas amostras do material vegetal que permaneceu na superfície da área, para determinação da produção do sistema radicular foram coletadas amostras de solo em monólitos que foram lavadas e separadas as raízes, que posteriormente foram secas em estufa. Para determinação da curva de retenção de água no solo foram coletadas amostras indeformadas de solo, com auxílio de cilindros metálicos de 5 cm de altura e 5 cm de diâmetro. No laboratório, as amostras foram saturadas e submetidas aos potenciais matriciais de -3 e -6 kPa utilizando mesa de tensão (EMBRAPA, 1997). Posteriormente, as amostras foram submetidas às tensões equivalentes aos potenciais matriciais: -10; -33; -100; -500 kPa por meio de pressões aplicadas em câmaras de Richards com placas porosas. Na determinação do conteúdo de água retido nos potenciais de -1.000 e -1.500 kPa, foi usado um psicrômetro modelo WP4-C.

No que se refere a produção de fitomassa, o cultivo de *Brachiaria* disponibilizou maiores valores de massa seca de parte aérea, para todos os sistemas de uso do solo. Sendo que o milho, trigo e aveia não distinguiram entre si. A quantidade de fitomassa produzida pela *Brachiaria* foi duas vezes maior do que a produção média dos demais tratamentos “espécies vegetais”. A produção de massa do sistema radicular também foi superior para o cultivo de *Brachiaria*, sendo decrescente para milho, aveia e trigo. A produção desta última cultura foi duas vezes menor do que a produção de massa do sistema radicular da *Brachiaria*. A maior produção de biomassa da *Urochloa ruziziensis* também foi verificada por Pacheco et al. (2011) onde, apesar do baixo desenvolvimento inicial, a cultura apresentou elevada capacidade de rebrote e, no final do ciclo, maior produção de fitomassa seca.

Para a variável potencial de retenção de água no solo, em todos os tratamentos “espécies vegetais” nos menores potenciais há maior armazenamento de água para o tratamento uso do solo com escarificação. Isto ocorre devido à maior presença de macroporos, que são capazes de drenar a água mais facilmente, devido ao seu maior volume poroso. Porém, com a aplicação de maiores tensões, o tratamento uso do solo com escarificação é o que mais perde umidade, enquanto que os tratamentos uso do solo com SPD contínuo e SPD com tráfego 10 são os que apresentam maiores valores de umidade volumétrica do solo. Isto se dá devido à maior presença de microporos nestes tratamentos. No caso do tratamento com maior nível de compactação há uma ação mecânica do tráfego do rodado sobre o solo, influenciando na estrutura e arranjo poroso do solo. Esta compressão resulta na deformação e rearranjo das partículas, que decorre na diminuição do tamanho dos poros. Com esta reestruturação o solo perde capacidade de rápida infiltração de água. Porém, a água que infiltra demanda de maior energia (pressão) para ser removida, aumentando a capacidade de retenção de água neste solo.

Desta forma, é possível concluir que no sistema de uso do solo onde é realizado sistema de plantio direto contínuo há maior capacidade de retenção de água no solo. Ainda, conclui-se que a adoção de espécie vegetal *Brachiaria* contribui com maior aporte de fitomassa tanto de parte aérea como do sistema radicular.



## Referências

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, **Acompanhamento da safra brasileira de Grãos**, v.3, Safra 2015/16 - Décimo Primeiro levantamento, Brasília, agosto 2016. 176p.

DEBIASI, H.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; CONTE, O.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v45, n.6, p.603-612, 2010.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2a. ed. Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- FAO, **CA Adoption Worldwide**. disponível em: <http://www.fao.org/ag/ca/6c.html>, acesso em 02 de agosto de 2016.

PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.O.A.; ASSIS, R.I.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, E.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.17-25, 2011.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

## DISTRIBUIÇÃO DE RAÍZES DE CAFÉ SOMBREADO COM SERINGUEIRA E A PLENO SOL

Amanda Letícia Pit Nunes<sup>1</sup>, Geovanna Cristina Zaro<sup>1</sup>, Thiago Ometto Zorzenoni<sup>1</sup>,  
Glassys Louisse de Souza Cortez Freitas<sup>1</sup>, Paulo Henrique Caramori<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Mestranda, Londrina - PR, [amanda.pit@outlook.com](mailto:amanda.pit@outlook.com);

<sup>2</sup>Instituto Agronômico do Paraná.

**Palavras-chave:** sistema agroflorestal; método do perfil; sequestro de carbono.

Os sistemas agroflorestais são uma excelente prática de adaptação e mitigação aos efeitos das mudanças climáticas, por contribuírem para o sequestro de carbono e atenuação das altas temperaturas no sistema.

O sistema agroflorestal de café com seringueira tem sido utilizado comercialmente nas regiões produtoras, com resultados promissores, em decorrência, por exemplo, da redução de temperaturas extremas para o cafezal. Dentre as várias configurações de plantio, o sistema de plantio em filas duplas de seringueira tem sido preconizado pela menor competição, maior agilidade na sangria e praticidade nas operações agrícolas no cafezal.

Sabe-se que a distribuição do sistema radicular do cafeeiro pode ser alterada em decorrência do sistema de manejo implantado, uma vez que é altamente influenciada pelas condições do meio ambiente e solo. O adequado desenvolvimento do sistema radicular garante às plantas, além de sustentação física, suprimento nutricional e hídrico.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição de raízes de cafeeiros consorciados com seringueira e a pleno sol.

O estudo foi realizado em área experimental do Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Londrina - PR (23° 23' Latitude Sul, 51° 10' Longitude Oeste) e altitude de aproximadamente 566 m. O clima da região segundo a classificação climática de Koeppen é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes. O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico. Os tratamentos avaliados foram café (IPR-59) plantado em pleno sol (PS); meia sombra (MS) e sombreado (S) com seringueiras (*Hevea brasiliensis* L.) com 15 anos de idade. O ambiente MS foi considerado na distância média entre duas linhas de seringueira espaçadas de 16 m, enquanto o ambiente S foi considerado na projeção das copas de uma linha de seringueiras. A distribuição do sistema radicular foi avaliada pelo método do perfil. Em cada tratamento foi aberta uma trincheira, sendo avaliadas as quatro paredes, totalizando oito plantas na linha e quatro na entrelinha. A distância da parede do perfil foi mantida a 0,15 m da base das plantas de café e avaliou-se até 1,2 m de profundidade. Realizou-se a contagem das raízes expostas com telas de 1 x 1 m (quadrícula de 2 x 2 cm). Após a contagem das raízes, foram retiradas amostras de solo da linha e entrelinha para determinar a umidade do solo, conforme Embrapa (2011). Os dados foram submetidos a análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5 %.

Com relação à profundidade efetiva (profundidade em que se localizam 80 % das raízes), não houve diferença significativa entre os tratamentos na linha e na entrelinha de plantio. As profundidades efetivas encontradas nos três tratamentos são superiores ao relatado por Rena e Guimarães (2000), que observaram que 80 % das raízes do cafeeiro se concentram no primeiro 0,50 m. Os resultados

obtidos neste trabalho foram mais próximos dos verificados por Barreto et al. (2006), que encontraram a profundidade radicular efetiva média de 0,70 m no espaçamento de 0,80 m.

Os resultados mostraram que os cafeeiros sob MS apresentaram maior número médio de raízes que os demais tratamentos, tanto na linha como na entrelinha. O PS apresentou menor número médio de raízes nas camadas superficiais até 0,50 m de profundidade no sentido da linha. O MS apresentou maior quantidade de raízes no sentido da linha até 0,20 m dos troncos em relação aos tratamentos PS e S. Na entrelinha houve maior variabilidade da distribuição de raízes do que na linha.

Na linha e entrelinha, houve maior número de raízes na camada superficial do solo (0 – 0,10 m), o que pode ser atribuído à presença de cobertura morta e pelo sombreamento (CASSIDY; KUMAR, 1984), pela ausência de raiz pivotante proeminente e pelas adubações superficiais (RENA; GUIMARÃES, 2000). De acordo com Silva et al. (2009), as raízes presentes em até 0,30 m de profundidade são as mais importantes na absorção de água pelo cafeeiro.

De maneira geral os resultados obtidos indicam que as condições foram satisfatórias para o desenvolvimento do sistema radicular dos cafeeiros nos três ambientes avaliados.

## Referências

BARRETO, C.V.G.; SAKAI, E.; ARRUDA, F.B.; SILVA, E.A. da; PIRES, R.C.de M. Distribuição espacial do sistema radicular do cafeeiro fertirrigado por gotejamento em Campinas. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 641-647, 2006.

CASSIDY, D.M.S.; KUMAR, D. Root distribution of *Coffea arabica* L. in Zimbabwe. I. The effect of plant density, mulch, cova planting and shade in chipinge. **Zimbabwe Journal of Agricultural Research**, v.22, p. 119-132, 1984.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2011. 230p.

RENA, A. B.; GUIMARAES, P. T. G. **Sistema radicular do cafeeiro: Estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 80p.

SILVA, A.L. da; BRUNO, I.B.; REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S.; DOURADO-NETO, D.; FAVARIN, J.L.; COSTA, F.M.P. da; TIMM, L.C. Soil water extraction by roots and Kc for the coffee crop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.257-261, 2009. DOI: 10.1590/S1415-43662009000300006.

## ÍNDICE DE EROSIVIDADE DE CHUVAS EM COLORADO DO OESTE - RO

Wilk Sampaio de Almeida, Rafael Henrique Pereira dos Reis, Ernando Balbinot, Fabiano Gama de Souza

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Professor, Colorado do Oeste - RO, [wilk.almeida@ifro.edu.br](mailto:wilk.almeida@ifro.edu.br).

**Palavras-chave:** potencial erosivo;  $EI_{30}$ ; conservação do solo e da água.

A erosão hídrica é a forma mais intensa do processo de degradação do solo no Brasil. Assim, é fundamental se conhecer o potencial erosivo das chuvas, como o índice de erosividade  $EI_{30}$ , sobretudo nas regiões de predomínio de chuvas intensas, como na região norte do Brasil. Na equação universal de perda de solo (EUPS), o fator R representa a erosividade da chuva e é determinado pelo índice  $EI_{30}$ . O  $EI_{30}$  representa o produto da energia cinética total da chuva ( $E_c$ , MJ ha<sup>-1</sup>) pela sua intensidade máxima em período de 30 minutos ( $I_{30}$ , mm h<sup>-1</sup>).

Estimamos o índice  $EI_{30}$  foi calculado para o mês de fevereiro de 2014 para a localidade de Colorado do Oeste – RO.

Foram utilizadas chuvas referentes ao mês de fevereiro/2014, registradas a cada 15 min na estação automática do Instituto Federal de Rondônia (IFRO). Para o cálculo do índice de erosividade foi utilizado o programa computacional Erosividade (SANT'ANNA et al., 2014), o qual separa as chuvas individuais conforme Cabeda (1976). Toda chuva individual é aquela separada de outra por no mínimo 6 h, com precipitação pluvial inferior a 1 mm; e, erosivas, quando a altura precipitada é superior a 10 mm, ou quando igual ou superior a 6 mm, em período máximo de 15 min. A energia cinética da chuva foi então calculada por meio da equação sugerida por Foster et al. (1981):

$E = 0,119 + 0,0873 \log I$ , em que:

E - energia cinética por mm de chuva, em MJ ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>

I - intensidade de chuva, em mm h<sup>-1</sup>.

Em virtude de numa mesma chuva normalmente existir vários segmentos com intensidades diferentes, a aplicação da equação 1 deve ser realizada para cada um desses segmentos. Os resultados obtidos devem ser multiplicados pela lâmina precipitada em cada segmento e, em seguida, deve ser feita a soma de todos os valores de energia cinética para o mesmo evento de chuva. Assim é possível obter, para cada chuva, a energia cinética total ( $E_{ct}$ ). Deste modo, para obtenção do  $EI_{30}$  (em MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) deve ser identificada a máxima lâmina precipitada em 30 min, o que possibilita o cálculo da intensidade máxima de chuva observada na mesma duração ( $I_{30}$ ). Com o somatório dos índices calculados se obtém o índice mensal.

Para o mês de fevereiro/2014 foram classificadas quatro chuvas como erosivas, sendo seus totais (mm) e  $EI_{30}$  (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), respectivamente de 10, 4; 25,4; 30,2 e 35,8; e 16,927; 72,553; 398,279 e 290,903. A duração das chuvas foi de 4h; 4,5 h; 2,15 h e 2,45 h, respectivamente os eventos mencionados anteriormente. Desta maneira, se pode verificar que para as quatro chuvas do mês de fevereiro o índice  $EI_{30}$  mensal, ou seja, a soma do  $EI_{30}$  das chuvas erosivas do mês estudado foi de 778,66 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Assim, para a localidade, no referido mês, predominaram chuvas as quais geraram altos valores de erosividade. Esse alto potencial erosivo implica na maior capacidade da chuva em iniciar o processo de erosão, sobretudo quando o solo encontra-se revolvido e sem cobertura vegetal. Essa situação ainda predomina na região, pois o principal preparo de solo utilizado é o preparo convencional do solo, feito no período antecedente ao início das chuvas.

O potencial das chuvas em Colorado do Oeste - RO para o mês de fevereiro é alto, o que torna o solo propenso ao processo hídrico erosivo.

### Referências

CABEDA, M.S.V. **Computation of storm EI value**. West Lafayette, Purdue University, 1976. 6p (Não publicado)

FOSTER, G.R.; MCCOOL, D.K.; RENARD, K.G.; MOLDENHAUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI units. **Journal of Soil and Water Conservation**, Baltimore, v.36, p.355-359, 1981.

SANT'ANNA, G.C; CARVALHO, D.F.; ALMEIDA, W.S. Programa computacional para cálculo do índice de erosividade de chuvas. **Anais do II Inovagri International Meeting**, Fortaleza – CE, 2014.

## USO DE VESS E PROPRIEDADES FÍSICAS PARA IDENTIFICAR OS EFEITOS DA SILAGEM NA QUALIDADE DO SOLO

Felipe Gomes de Sousa, Rachel Muylaert Locks Guimarães, Kelen Cristiane Kubiack, Suélen Mazon

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Graduando, Pato Branco - PR, [f.gomes1996@bol.com.br](mailto:f.gomes1996@bol.com.br).

**Palavras-chave:** estrutura do solo; avaliação visual do solo; compactação.

A atividade leiteira está entre as principais atividades agrícolas do Sudoeste do Paraná, em que a maior parte dos produtores utilizam a silagem, produzida na própria área, como principal volumoso. Durante a colheita da silagem retira-se toda a planta, deixando a área com pouca cobertura e solo exposto, favorecendo a desagregação do solo pelo impacto da gota da chuva, podendo reduzir a qualidade física, química e biológica do solo. Além disso, há a compactação exercida pelo rodado do trator durante a operação de colheita da silagem, um dos grandes problemas que se observa após esta operação. Em função disso, muitos produtores realizam o revolvimento do solo periodicamente, o que pode causar mais danos ao solo, se feita de maneira equivocada. Uma alternativa para diminuir os custos e proporcionar maior diversidade de cultivos seria a implantação de plantas de cobertura já usadas na região, como o milheto, com o objetivo de melhorar a qualidade do solo após a colheita da silagem. O objetivo deste trabalho foi avaliar se as operações de silagem diminuem a qualidade do solo e avaliar se o milheto, como planta de cobertura, pode melhorar a qualidade do solo após um ciclo de cultivo.

O experimento foi realizado no município de Itapejara do Oeste - PR. O solo da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO distroférico típico, com aproximadamente 70 % de argila. Selecionou-se duas áreas para o desenvolvimento do experimento: área 1 - área há 15 anos utilizada para produção de grãos e silagem em anos intercalados, principalmente a soja no verão e no inverno a aveia; área 2 - nunca havia sido utilizada para silagem, e mantinha-se a rotação soja\aveia\milho. Ambas as áreas receberam milho para silagem.

As amostragens foram realizadas em dois momentos em cada área. Na área 1, após a colheita da silagem e após a dessecação do milheto, implantado como planta de cobertura; na área 2, antes da silagem (pré-silagem) e após a colheita da silagem. Em cada época de amostragem foram selecionados cinco pontos de amostragem onde foram coletadas amostras de solo com estrutura indeformada nas profundidades 0-5 cm; 5-10 cm; 10-15 cm; 15-20 cm e realizada a Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS – GUIMARÃES et al., 2011). Foram determinadas a densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macroporosidade e microporosidade do solo. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey, no *software* MINITAB 17®, a um nível de significância de 5 % de probabilidade.

Os resultados da ANOVA mostraram que não houve interação significativa entre tratamento e profundidade, portanto os dados serão discutidos entre tratamentos e entre profundidades. Em ambas as áreas a densidade apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos diminuindo de 1,46 para 1,31 Mg m<sup>-3</sup> após a implantação do milheto; e aumentando de 1,14 para 1,27 quando foi feita silagem pela primeira vez na área 2. A porosidade total foi maior nos primeiros 5 cm do solo, revelando um efeito do milheto nesta primeira camada para a área 1. Não houve diferença estatística significativa para macro e microporosidade entre os tratamentos na área 1, somente para

a área 2. Os resultados mostraram que a área que nunca foi feita silagem anteriormente apresentou um valor de microporosidade de 46 % e macroporosidade de 17 % e após a primeira operação de colheita de silagem a micro passou para 50 % e a macro reduziu para 12 %, tendo esta última uma redução para valores próximos ao valor crítico de 10 % de macroporos. Estes resultados revelam mais uma vez o efeito adverso que a operação de silagem impôs ao solo.

A Avaliação Visual de Estrutura de Solo (VESS) não apresentou diferença estatística significativa para área 1, o contrário foi observado para a área 2, em que o solo pré-silagem apresentou nota 2,58 e após a silagem a nota elevou-se para 3,74, revelando perda de qualidade física. Notas até 2,9 indicam bom manejo da área, porém notas acima de 3 indicam que o manejo deve ser modificado. Neste caso, melhorias a longo prazo, como a introdução de espécies com sistema radicular agressivo na rotação de culturas (BALL et al., 2016).

Por meio dos resultados obtidos neste trabalho, foi possível verificar a compactação do solo exercida pela operação de silagem. Visto que o solo na profundidade de 0-5 cm pós-milheto apresentou uma densidade menor que o pós-silagem, o milheto (ou cultura similar) se torna uma alternativa para recuperar a qualidade física do solo a longo prazo.

## Referências

BALL, B.C., GUIMARÃES, R.M.L., CLOY, J.M., HARGREAVES, P., SHEPHERD, T.G., MCKENZIE, B.M. Visual soil evaluation: a summary of some applications and potential developments for agriculture. **Soil Tillage Res.** in press.

GUIMARÃES, R.M.L.; BALL, B.C.; TORMENA, C.A. Improvements in the visual evaluation of soil structure. **Soil Use Manage.**, v.27 p.395-403, 2011.



## RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO EM ÁREAS SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO E MATA NATIVA DE REFERÊNCIA

Ricardo Ralisch, Amanda Letícia Pit Nunes, Ana Carolina Polanarski Coqueiro, Maely Kawana dos Santos

Universidade Estadual de Londrina, Docente, Londrina - PR, [ricardoralisch@gmail.com](mailto:ricardoralisch@gmail.com).

**Palavras-chave:** compactação; estrutura do solo; manejo conservacionista.

A fertilidade do solo é comumente usada como sinônimo de fertilidade química, sua capacidade de fornecer nutrientes em quantidade e proporção adequadas ao desenvolvimento das plantas. Entretanto, essa abordagem é limitante, pois a fertilidade do solo é biológica, mais ou menos afetada pelas suas características físicas, químicas.

Destas, a mais importante e a estrutura do solo, fundamental para possibilitar a atividade biológica do solo, sendo determinada pela característica, distribuição e organização dos constituintes do solo, permitindo o suporte e o desenvolvimento desta atividade e das plantas. A compactação do solo é um processo de grande importância e de altos impactos no setor agropecuário, podendo reduzir ou impossibilitar a produção agrícola, pela degradação da sua estrutura. Compactação é o processo pelo qual as partículas do solo e seus agregados são rearranjados. A forma e tamanho dos agregados também são alterados.

Como não um método analítico para avaliar a estrutura do solo, a resistência do solo à penetração tem sido empregada para avaliar a compactação do solo. O método permite obtenção rápida de dados, possibilitando a identificação de camadas compactadas em diferentes profundidades e sua alta correlação com o crescimento das raízes das plantas.

O Sistema Plantio Direto (SPD) é mundialmente reconhecido como técnica de agricultura conservacionista, muito importante na busca da sustentabilidade agrícola. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação trata como sinônimos SPD e agricultura conservacionista, caracterizados por seus três princípios interligados: contínua mínima perturbação mecânica do solo, cobertura orgânica permanente e, diversificação das espécies cultivadas em sequências e/ou associações (FAO, 2016). Espera-se que o SPD quando bem manejado, possibilite que os atributos físicos de solos cultivados se assemelhem aos de matas nativas.

O trabalho teve como objetivo comparar a resistência à penetração das áreas cultivadas sob Sistema Plantio Direto com mata nativa de referência.

As coletas foram realizadas na região da Bacia do Paraná 3, no oeste paranaense. As coordenadas geográficas são 54° 01' 45" W e 24° 31' 42" S, com altitude média de 420 m. A classe predominante de solo é LATOSSOLO VERMELHO, seguido de Nitossolo (EMBRAPA, 2013). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa. Foram avaliadas quarenta áreas sob Sistema Plantio Direto e seis matas nativas como referência. Em todas as áreas avaliou-se a resistência à penetração (RP) em cinco pontos, de 0 a 0,80 metro, através de penetrógrafo eletrônico digital. No ponto central de cada área foi realizada análise de umidade gravimétrica até 0,70 metro (EMBRAPA, 2011). Os resultados médios de penetrometria foram submetidos ao Teste de Dunnett para comparação com a média das matas nativas de referência, a 5 % de probabilidade. Foi realizada a correlação de Pearson entre as variáveis resistência à penetração e umidade do solo, por mata nativa, até 0,70 m.

A curva da resistência à penetração das áreas cultivadas sob SPD foram semelhantes, em relação à sua forma, às curvas das matas nativas, exceto na mata nativa 3, pois nessa mata foi observado

afloramento rochoso a partir de 0,23 m. Todas as áreas que possuíam como referência a mata nativa 3 apresentaram resistência à penetração superior a partir de 0,10 m, os valores superiores a partir de 0,20 m podem ser justificados pela impossibilidade de obter todos os dados na área de referência.

Das quarenta áreas avaliadas, dezoito apresentaram RP superior à referência entre 0,10 e 0,30 m. Genro Junior et al. (2004) encontraram camada de maior impedimento ao desenvolvimento radicular em SPD entre 0,08 e 0,15 m. Das dezoito áreas, nove ainda apresentaram valores superiores de resistência à penetração em camadas mais profundas. Quatro áreas avaliadas somente diferiram da referência a partir de 0,40 m.

Somente nove áreas sob SPD não apresentaram valores superiores de RP em relação à mata. Ralisch et al. (2008) relata valores semelhantes de resistência à penetração em áreas cultivadas sob SPD e mata nativa.

Apesar da maioria das áreas avaliadas terem apresentado resistência à penetração superior à mata de referência, e, destas somente uma não apresentou valores superiores ao limite crítico determinado por Taylor (1966) de 2,0 MPa, os resultados de RP devem ser avaliados cuidadosamente ao considerar uma área compactada ou não. A resistência real exercida pelo solo à penetração das raízes é normalmente menor do que a resistência encontrada pelo penetrômetro (GUBIANI et al., 2015). Nas áreas estudadas, embora a resistência à penetração tenha sido superior, os valores observados foram pouco superiores à 2,0 MPa, normalmente usado como valor crítico.

A partir desse trabalho pode-se concluir que, apesar de trinta e uma áreas apresentarem valores de resistência à penetração superiores à mata nativa, somente vinte e seis foram em profundidade até 0,40 m. São necessárias mais informações e análises para determinar se os valores observados são limitantes ao desenvolvimento radicular das plantas.

As correlações entre resistência à penetração e umidade, por mata nativa, foram consideradas baixas e moderadas ( $0,19 < r < 0,40$ ).

## Referências

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ed. Brasília: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2013. 353p.

FAO and ITPS. Status of the World's Soil Resources (SWSR) – **Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils**, Rome, Italy. 2015.

GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 3, p.477-484. Junho, 2004.

GUBIANI, P. I.; LIER, Q. de J. V.; DRESCHER, M. S.; MEZZOMO, H. C.; VEIGA, C. M. C. Relação entre densidade do solo e conteúdo de água em repetidos ciclos de contração e expansão em um latossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.39, n.1, p.100-108, 2015.

RALISCH, R.; MIRANDA, T.M.; OKUMURA, R.S.; BARBOSA, G.M.de C.; GUIMARÃES, M. de F.; SCOPEL, E.; BALBINO, L.C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho-Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.4, p.381-384, 2008.

TAYLOR, H.M.; ROBERTSON, G.M.; PARKER, J.J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Science**, v.102 p.18-22, 1966.

## EFEITO DE ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL + BACTÉRIA NA CULTURA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)

Jessica Yuki de Lima Mito<sup>1</sup>, Alexandre Trento<sup>2</sup>, Fernando Rodrigo Xavier<sup>2</sup>, Fernanda Rubio<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fundação Parque Tecnológico de Itaipu, Bolsista, Foz do Iguaçu - PR, [yuki.mito@hotmail.com](mailto:yuki.mito@hotmail.com); <sup>2</sup>Centro Universitário Dinâmica das Cataratas; <sup>3</sup>Instituto Federal do Paraná.

**Palavras-chave:** matéria orgânica de qualidade; produtividade; trigo.

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais produzidos no mundo e no Brasil pode ser cultivado desde a região sul do país até o cerrado. Planta originária do frio é uma cultura que tem ótimo desempenho no campo, mas que pode sofrer por adversidades climáticas, especialmente por excesso de chuvas e as geadas que prejudicam muito as lavouras, ocasionando perdas e baixa produtividade. Porém, com a intervenção do homem nos processos de cultivo e adaptação de novas variedades, o trigo passou a ser cultivado sob os mais diversos climas (VIANA, 2007).

A cultura do trigo vem alcançando maior importância para a sustentabilidade do agronegócio. Seu cultivo pode ser realizado durante os meses de inverno e representa uma oportunidade aos agricultores de aumentar seus rendimentos e diluir os custos fixos do seu sistema produtivo (EMBRAPA, 2000).

Considerando seus benefícios, a cadeia produtiva do trigo é uma das mais importantes do setor alimentício, suprimindo grande percentual da necessidade de alimentos da população brasileira. Dessa maneira, é de extrema importância manter a competitividade desta cadeia produtiva (MAGGIAN et al., 2010).

Um dos principais fatores para obtenção de altos rendimentos na cultura de trigo, além da escolha de cultivos com alto potencial, é realizar a adubação. Assim, é necessário investir na lavoura, aderindo novas tecnologias, novas técnicas de manejo que eleve sua produção, em quantidade e qualidade (WENTZ, 2010).

Para isso, novas tecnologias para produção de fertilizantes estão sendo desenvolvidas para suprir a demanda nacional, com o propósito de redução de importação de nutrientes. Alternativas como o aproveitamento de nutrientes provenientes da pecuária e resíduos orgânicos, são alternativas para a produção de fertilizantes organominerais.

O aproveitamento agrícola dos resíduos orgânicos se constitui de uma prática econômica e ambientalmente viável, pois sua utilização na fertilização dos solos permite a recuperação de diversos elementos químicos, como o nitrogênio, fósforo e potássio, onde, esses resíduos, além de contribuírem para adição de matéria orgânica no solo, auxiliam na melhoria da estrutura física e na capacidade de absorção de água e nutrientes para as plantas (IPEA, 2012).

A adubação organomineral é composta por uma mistura de compostos orgânicos com a complementação de fontes minerais. Pela sua alta quantidade de matéria orgânica e mineral, as perdas de nutrientes como nitrogênio, potássio, fósforo ou ureia são praticamente reduzidas à zero. É um fertilizante produzido em duas fases, sendo que na primeira etapa, obtêm-se um composto orgânico, sendo o resíduo orgânico decomposto. Posteriormente, é realizado o balanceamento, feito de acordo com a cultura em função de sua exigência e do que o solo pode fornecer. A utilização deste composto faz com que o produtor possa usar de 35 % a 40 % menos fontes de nutrientes, o que representa uma redução significativa dos gastos da lavoura (ROYO, 2010).

Diante deste cenário, esta pesquisa objetivou avaliar o desenvolvimento da cultura de trigo, em produtividade, com uso do organomineral + bactérias na produtividade da cultura de trigo.

Realizou-se o experimento no município de Medianeira, Estado do Paraná, utilizando o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 4, com 5 repetições. A semeadura foi realizada a campo no dia primeiro de maio de 2015. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados. Cada parcela constituiu-se por 19 linhas com 5 metros de comprimento, no espaçamento de 0,20 m entre si, utilizando 60 sementes viáveis por metro linear. A área útil para a avaliação considerou as linhas centrais, e como bordadura as duas linhas externas e 0,50 m nos extremos das linhas de semeadura, gerando uma área útil da parcela de 3 m<sup>2</sup>.

Foram avaliados quatro tratamentos que correspondem aos seguintes: T1-(testemunha); T2 – (Organomineral 7-7-7), T3- (Organomineral 7-7-7 + Bactérias) e T4- (Mineral 10-15-15). As variáveis analisadas foram, a produtividade, o peso hectolitro e o grau de umidade. Houve diferença significativa no T3, nas variáveis analisadas sobressaindo aos demais tratamentos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as diferenças entre as médias das parcelas e tipos de análise, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Para a análise utilizou-se o programa estatístico Assistat versão 7.0 Beta.

Analisando o teste de Tukey, observamos que T3 diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, sendo que o T2 e T4 não tiveram diferença entre si e o T1 diferiu dos demais tratamentos. No entanto, para comparação do peso hectolitro (PH) também foi significativo quanto ao tratamento T3 diferindo dos demais obtendo 81.900 kg hL<sup>-1</sup>.

Houve diferenciação do peso hectolitro do organomineral *versus* a convencional, havendo maior pH e maior produtividade no T3, podendo estar relacionada com a influência das bactérias, onde potencializa a absorção pela planta.

A adubação com fertilizantes à base organomineral + bactéria, incrementou significativamente a produtividade de trigo, e verificou-se que esta adubação pode substituir a adubação química convencional.

## Referências

EMBRAPA. XXXII REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. **Recomendações de Calagem e Adubação** - Embrapa Trigo. Cruz Alta, 27 a 29 de março de 2000.

IPEA- Comunicado do Ipea: **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores**. Brasília IPEA, n. 145, 2012.

MAGGIAN, R. C.; RIBEIRO, R. G.; FELIPE, F. I. ANÁLISE DA RENTABILIDADE DA CULTURA DE TRIGO NA REGIÃO DE GUARAPUAVA (PR). CEPEA/ESALQ-USP, PIRACICABA - SP - BRASIL. **48º SOBER** - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Campo Grande, 25 a 28 de julho de 2009.

ROYO, J. **Agricultura orgânica**. Adubação organomineral reduz aplicações de nutrientes em 40 %. Portal Dia de Campo. 2010.

VIANA, E. M. **Interação de nitrogênio e potássio na nutrição, no teor de clorofila e na atividade da redutase do nitrato em plantas de trigo**. Dissertação de Mestrado apresentada na Universidade de São Paulo, USP. Piracicaba. SP.

WENTZ, R. **Fontes de adubação nitrogenada e seus reflexos na produtividade de trigo**. UNIJUÍ. Ijuí. RS. 2010.

## MODELOS DE CAPACIDADE DE SUPORTE DE CARGA PARA AUXILIAR NO MANEJO DO LATOSSOLO VERMELHO COM CAFEEIRO

Zélio Resende de Souza, Moacir de Souza Dias Junior, Diego Tassinari, Bruno Shorane Barata, Paula Cristina Caruana Martins

Universidade Federal de Lavras, Doutorado, Lavras - MG, [zeliodesouza@yahoo.com.br](mailto:zeliodesouza@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** pressão de pré-consolidação; estrutura do solo; compactação.

O setor cafeeiro apresenta papel fundamental no PIB brasileiro, com elevada contribuição na balança comercial devido às exportações para diversos países. O sul do estado de Minas Gerais é umas das regiões produtoras de café com extensas áreas de plantio, competido como os demais mercados produtores por qualidade e produtividade do produto. Esse avanço na produção e na produtividade se deve à melhoria do material genético das plantas e no manejo empregado, através da mecanização agrícola principalmente. No decorrer dos anos de produção da lavoura, é notável uma queda na capacidade produtiva da lavoura que muitas vezes são justificados por manejo incorreto da mesma, principalmente no emprego do maquinário sem algumas premissas de manejo, necessário para a preservação da estrutura do solo.

O uso de máquinas e equipamentos na lavoura cafeeira é de suma importância para reduzir custos de manejo e eficiência de atividade demandada pelo setor, porém, seu uso sem o conhecimento das propriedades de cada classe de solo, vem alterando a capacidade produtiva do mesmo. Para o uso de máquinas e equipamentos de maneira a preservar a estrutura do solo, é necessário conhecer a capacidade de suporte de carga de cada classe de solo, a fim de trafegar com o maquinário agrícola de maneira a não degradar a estrutura do solo.

Nesse intuito, objetivou-se desenvolver modelos de capacidade de suporte de carga para um LATOSSOLO VERMELHO implantado com lavoura cafeeira a fim de contribuir para o manejo da mesma, empregando máquinas e equipamentos agrícolas de maneira que o tráfego não promova a degradação da estrutura do solo e permitindo que sua produtividade não seja reduzida em função do tráfego na área.

O trabalho foi conduzido no município de Campos Gerias, situada na região sul do estado de Minas Gerais, numa área de LATOSSOLO VERMELHO, cultivada com lavoura cafeeira, onde são empregados máquinas e equipamentos agrícolas para o manejo. Foram coletadas com auxílio do amostrador de Uhland e cilindros volumétricos, amostras indeformadas, preservando a estrutura do solo, na camada de 0 a 3 cm e na camada de 10 a 13 cm. Posteriormente as amostras foram conduzidas ao laboratório, onde procedeu-se à preparação das mesmas, retirando-se o excesso de solo do cilindro volumétrico. As amostras foram saturadas e secas ao ar até atingirem umidade desejada. Em sequência as amostras foram submetidas ao ensaio de compressão uniaxial, conforme metodologia descrita por Bowles (1986). Cada pressão foi aplicada até que as amostras apresentassem 90 % da máxima deformação (TAYLOR, 1948; HOLTZ; KOVACS, 1981). Após o ensaio as amostras foram secas em estufa com temperatura entre 105 a 110 °C por 48 horas, e determinada a umidade real da amostra. Com os ensaios de compressão uniaxial, foram obtidas as curvas de compressão do solo e determinado a pressão de pré-consolidação conforme a metodologia descrita por Dias Junior e Pierce (1995).

Os modelos de capacidade de suporte de carga desenvolvidos foram significativos, em que a

pressão de pré-consolidação decresceu exponencialmente com o aumento da umidade do solo, sendo de extrema importância observar a umidade que o solo se encontra para a execução das atividades mecanizadas. A aplicação de carga no solo acima da pressão de pré-consolidação promove a compactação do solo, reduzindo a capacidade produtiva do mesmo em safras subsequentes.

A camada de 0 a 3 cm apresentou maior capacidade de suporte de carga do que a camada de 10 a 13 cm. Essa camada de 0 a 3 cm interfere diretamente na infiltração de água, nas trocas gasosas do perfil do solo e como dissipadora da energia aplicada pelo maquinário. Mesmo apresentando maior capacidade de suporte de carga, é a camada que recebe os primeiros impactos do manejo das atividades empregadas, podendo sofrer degradação até mesmo antes da camada de 10 a 13 cm. Portanto, o manejo da lavoura cafeeira empregando o uso maquinário e equipamentos agrícolas, deve-se atentar para todo o perfil do solo. Após o conhecimento da capacidade de carga do solo, é possível planejar estratégias de manejo de maneira que a estrutura do solo seja preservada, mantendo a capacidade produtiva do mesmo.

## Referências

BOWLES, J.A. **Engineering properties of soils and their measurements**. 3. Ed. New York: McGraw-Hill, 1986. 218p.

DIAS JUNIOR, M.S.; PIERCE, F.J. A simple procedure for estimating preconsolidation pressure from soil compression curves. **Soil Technol.**, v.8, p.139-151,1995.

HOLTZ, R.D.; KOVACS, W.D. An introduction to geotechnical engineering. **Englewood Cliffs**, Prentice-Hall, 1981. 733p

TAYLOR, D.W. **Fundamentals of soil mechanics**. New York, J. Wiley, 1948. 770p.



## **AValiação Visual da Estrutura do Solo (VESS): Aplicações para Manejo e Conservação do Solo**

Rachel Muylaert Locks Guimarães<sup>1</sup>, Bruce Clive Ball<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Professora, Pato Branco - PR, [rachelguimaraes@utfpr.edu.br](mailto:rachelguimaraes@utfpr.edu.br); <sup>2</sup>Scotland's Rural College.

**Palavras-chave:** compactação; teste de pá; agregados do solo.

Técnicas de avaliação visual do solo tem ganhado popularidade e seu uso tem aumentado na agricultura, na ciência do solo para pesquisa, em consultorias e para fins didáticos. Dentre métodos visuais os testes de “pá” são os mais utilizados, por sua prática execução e poucos equipamentos utilizados. A Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS – BALL et al., 2007; GUIMARÃES et al., 2011) é um teste de “pá” amplamente utilizado em várias regiões do mundo por suas características como baixo custo, pouco treinamento, fácil repetibilidade no campo, pouco material requerido (somente uma pá reta e a carta de avaliação), os resultados são obtidos no momento da amostragem e possibilidade de analisar os dados por meio de ferramentas estatísticas (BATEY et al., 2015). VESS atribui uma nota para a estrutura do solo após a avaliação da forma, tamanho e resistência de agregados; porosidade interna e externa de agregados; proporção de solo solto para solo agregado; posição e formato de raízes, cor, entre outros. As notas da qualidade estrutural variam de 1 a 5, sendo 1 a melhor qualidade e 5 a pior qualidade.

VESS tem sido globalmente correlacionado com propriedades físicas do solo fazendo com que se tornasse uma ferramenta viável para a avaliação da qualidade do solo tanto para o monitoramento no campo quanto para uso na ciência do solo, sendo robusto o suficiente para que trabalhos que utilizam VESS sejam aceitos em revistas com alto fator de impacto.

Este trabalho tem como objetivo apontar as aplicações e potenciais do VESS para o monitoramento da qualidade do solo para fins de manejo e conservação solo.

VESS consiste na avaliação de uma fatia de solo, retirada com o auxílio de uma pá reta, de dimensões aproximadas de 20 x 10 x 25 cm de largura, espessura e profundidade. Após o solo ser desagregado manualmente e sua estrutura revelada, uma nota pode ser atribuída a cada uma das estruturas verificadas, com o auxílio de uma carta. A versão mais recente da carta está publicada em Guimarães et al. (2011), em que contém a metodologia completa de amostragem, incluindo a metodologia de redução de agregados do solo. Após a atribuição das notas, uma média ponderada é realizada para a atribuição de uma nota total para a fatia de solo amostrada.

Ball et al. (2016) e Guimarães et al. (2011) ressaltaram a importância de identificar onde a camada de pior nota está situada quando o solo é avaliado por meio do VESS. Notas piores podem ser verificadas próximas a superfície do solo (primeiros 10 cm) em sistemas de integração lavoura-pecuária mal manejados, por exemplo, enquanto que, em áreas destinadas a produção de grãos, sem tráfego controlado de máquinas, uma camada de pior qualidade pode ser verificada após 10 ou 15 cm de profundidade. Estas informações serão importantes no momento da tomada de decisão do manejo do solo (GUIMARÃES et al., 2011; BATEY et al., 2015; BALL et al., 2016).

VESS tem sido testado e avaliado em solos com diferentes texturas e sob diferentes climas, com bons resultados, mostrando sua flexibilidade e robustez para a avaliação de diferentes usos e manejos



do solo. Muitos estudos tem utilizado VESS para avaliar a estrutura do solo sob diferentes cenários e condições; como por exemplo, diferentes preparos do solo, rotação de culturas, tráfego agrícola, diferentes usos, e diferentes manejos de pastagem (CHERUBIM et al., 2016; BATEY et al., 2015).

Uma das vantagens do uso do VESS é que pode-se tomar decisões de manejo de acordo com a nota atribuída a área. Ball et al. (2016) ressaltam que notas atribuídas para a fatia total de solo entre 1 a 2,9 não requer mudanças no manejo. Notas entre 3 a 3,9 significam que o solo sofreu alteração em seu sistema poroso, revelado por agregados menos porosos, e neste caso, requer mudanças de manejo a longo prazo, como inclusão de plantas com sistemas radicular mais agressivos na rotação de culturas. Notas para a fatia total entre 4 e 5 indicam que mudanças de manejo e melhorias devem ser realizadas a curto prazo. É importante ressaltar que outros aspectos também devem ser observados para a tomada de decisão de mudanças no manejo, como o uso de outros indicadores de qualidade física do solo e aspectos como produtividade da área ou outros indicadores visuais de degradação da estrutura solo.

A Avaliação Visual da Estrutura do Solo permite o aumento do conhecimento do solo por parte de produtores rurais, de forma didática, incrementando a transferência de conhecimento e a melhoria do monitoramento da qualidade do solo, contribuindo para a produtividade sustentável de sistemas agrícolas.

## Referências

- BALL, B.C.; GUIMARÃES, R.M.L.; CLOY, J.M.; HARGREAVES, P.; SHEPHERD, T.G.; MCKENZIE, B.M. Visual soil evaluation: a summary of some applications and potential developments for agriculture. **Soil Tillage Res.** In press.
- BATEY, T.; GUIMARÃES, R.M.L.; PEIGNÉ, J.; BOIZARD, H. Assessing structural quality for crop performance and for agronomy (VESS, VSA, SOILpak, Profil Cultural, SubVESS). In: BALL, B.C.; MUNKHOLM, L.R. (Eds.). **Visual Soil Evaluation: Realising Potential Crop Production with Minimum Environmental Impact.** Wallingford: CABI, 2015, p. 15-30.
- CHERUBIN, M.R.; FRANCO, A.L.C.; GUIMARÃES, R.M.L.; TORMENA, C.; CERRI, C.E.P.; KARLEN, D.L.; CERRI, C.C. Assessing soil structural quality under Brazilian sugarcane expansion areas using Visual Evaluation of Soil Structure (VESS). **Soil Tillage Res.** In press.
- GUIMARÃES, R.M.L.; BALL, B.C.; TORMENA, C.A. Improvements in the visual evaluation of soil structure. **Soil Use Manage.** 27: 395-403, 2011.

## SINTOMAS VISUAIS EM QUATRO CULTIVARES DE MAMONEIRA SUBMETIDAS EM DIFERENTES CONTEÚDOS DE ÁGUA

Anderson Matheus Almeida Brito, Alexsandro dos Santos Brito, Victor Adriel Silva Rodrigues,  
Ian Carlos Bispo de Carvalho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Guanambi, Estudante, Guanambi - BA,  
[anderson.matheus.ab@hotmail.com](mailto:anderson.matheus.ab@hotmail.com).

**Palavras-chave:** *Ricinus communis*; hipóxia; anóxia.

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de origem africana, cultivada comercialmente em mais de 17 países. No Brasil, boa parte de sua produção é obtida através da agricultura familiar e agricultores de pequeno e médio porte com até três hectares. A evolução da ricinoquímica e derivados da mamona impulsiona o interesse de produtores nessa cultura. Além do mais, o Brasil apresenta solos e climas propícios ao cultivo da mamoneira.

O principal limitante da produção agrícola, a água, tem importância para o manejo correto do sistema solo-planta. O estresse causado pela deficiência ou excesso de água em longos períodos, causa a redução de produtividade. O excesso compromete principalmente as trocas gasosas e o nível de oxigênio disponível para as plantas e micro-organismos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O oxigênio é de fundamental importância nos processos bioquímicos vegetais, a sua deficiência (hipóxia) ou ausência (anóxia) afetam as culturas que exigem condições mínimas para se desenvolver. Sabe-se que a mamoneira necessita de pelo menos 10 % de porosidade de aeração (AZEVEDO et al., 2007).

Eventos naturais, como precipitações pluviais intensas, solos adensados e/ou compactados e inundações, juntamente com práticas de manejo, a exemplo do uso intensivo de máquinas agrícolas, causando compactação e irrigações excessivas, influenciam negativamente na disponibilidade de O<sub>2</sub> para as plantas.

A mamoneira apresenta diversas alterações fisiológicas e morfológicas quando submetida em condições desfavoráveis de oxigênio. São exemplos de modificações: crescimento e desenvolvimento retardado, redução da produtividade e qualidade dos frutos, folhas amareladas e posteriormente crestadas, redução da fotossíntese, atrofiamento da raiz pivotante, além de alterações metabólicas. Outra alteração morfológica verificada quando as plantas sofrem estresse hipoxítico e anoxítico é o aumento da formação de lenticelas, que são estruturas especializadas envolvidas nas trocas gasosas.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi verificar a presença de sintomas visuais e suas modificações em quatro genótipos de mamoneira cultivadas em vasos, sob diversas lâminas de irrigação, afim de comparar os sintomas vistos em campo.

O experimento foi realizado na área experimental do Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi (coordenadas geográficas: 14° 13' 30" S; 42° 46' 53" W; altitude de 525 m; precipitação pluvial média de 663,69 mm e temperatura média de 26 °C), durante abril e julho de 2016.

Nesse ensaio foram avaliados o comportamento de quatro genótipos de mamoneira (IAC 226, IAC 2028, BRS Nordestina e BRS Guarani). Foram semeadas três sementes por vaso de polipropileno com capacidade de 10 L, preenchidos com amostra deformada de um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO de textura média (69 % areia, 15 % silte e 16 % argila), passada por peneira de 4,0 mm

e com massa suficiente para obter uma densidade de  $1.400 \text{ kg m}^{-3}$ . Os recipientes foram vedados inferiormente, afim de se evitar a perda de água por drenagem. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente aleatorizado, em esquema fatorial  $4 \times 4$ .

Aos oito dias após a semeadura (DAS) foi inserido um tensiômetro de Bourdon em um vaso por parcela experimental. Aos 30 DAS realizou-se o desbaste, deixando uma planta por vaso. A adubação foliar foi realizada aos 65 DAS. Os tratamentos culturais, como retirada de brotos laterais, eliminação de ervas daninhas e brotos florais foram realizados quando necessário.

Dos 17 aos 49 DAS, verificou-se o tensiômetro com o propósito de manter o potencial mátrico abaixo de  $-20 \text{ kPa}$ . A partir dos 50 DAS irrigou-se as repetições diariamente conforme os níveis de umidade, 0,15 L, 0,3 L, 0,45 L e 0,6 L para o nível 1, nível 2, nível 3 e nível 4, respectivamente, utilizando também o tensiômetro para monitoramento.

Aos 70 DAS as plantas foram coletadas e levadas ao laboratório do Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi, para análise de massa seca de folhas a  $60^\circ\text{C}$  em estufa por 48 horas (MSF), altura, diâmetro na inserção dos cotilédones, além de análise visual para a presença de lenticelas caulinares. Os dados foram submetidos a análise de variância ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Foi possível perceber que no primeiro nível de lâmina da água ( $0,15 \text{ L dia}^{-1}$ ) nenhuma planta sofreu estresse pela falta de oxigênio. Na segunda lâmina ( $0,3 \text{ L dia}^{-1}$ ), as cultivares IAC 226 e IAC 2028 sofreram com o excesso de irrigação, sendo 33 % e 66 % das plantas apresentaram a presença de lenticelas, respectivamente. Porém, estatisticamente, não houve diferenciações.

O inchaço do caule e o aparecimento de lenticelas hipertróficas aparentam ser um mecanismo de primeiro ponto para a entrada de  $\text{O}_2$ , além fornecer oxigênio às raízes das plantas inundadas (SHIMAMURA et al., 2010).

No terceiro nível de molhamento ( $0,45 \text{ L dia}^{-1}$ ), o genótipo IAC 226 continuou com 33,33 % das plantas afetadas. A cultivar IAC 2028 diminui o número de plantas sintomáticas, igualando a IAC 226.

Na última lâmina ( $0,6 \text{ L dia}^{-1}$ ), todas as cultivares apresentaram pelo menos uma planta com a presença anormal de lenticelas. No genótipo IAC 226 todas as plantas sofreram com o estresse hídrico, foi perceptível a diminuição da altura das plantas, cerca de 74,12 % se comparado a primeira lâmina, o diâmetro e a massa seca não obtiveram diferenciações estatísticas, apesar de terem um decréscimo. As cultivares IAC 2028, BRS Guarani e BRS Nordestina não se diferenciaram quanto a esses parâmetros.

O algodoeiro, cultivar CNPA 7H, na fase de plântula, também é sensível a falta de oxigênio no solo, gerando prejuízos na produtividade (SOUZA et al., 2001). Um dia de anóxia pode causar efeitos danosos a cultura da mamoneira, dois dias ocorre danos irreversíveis, e alguns dias sem oxigênio causa a morte do caule (BELTRÃO et al., 2008).

Todas as cultivares de mamoneira apresentaram sintomas visuais pelo estresse hídrico, principalmente na maior lâmina, sendo que a cultivar IAC 226 foi a que mais sofreu.

As cultivares BRS Nordestina e BRS Guarani são possivelmente mais tolerantes ao estresse hipoxítico e anoxítico.

## Referências

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. 2 ed. rev. amp. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 506 p.

BELTRÃO, N. E. de M.; LUCENA, A. M. A. de; SILVA, G. A.; OLIVEIRA, M. I. P. de. **Estresses hipoxítico e anoxítico em plantas de mamoneira**. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e ricinoquímica: anais. Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão, 2008.

SHIMAMURA S, YAMAMOTO R, NAKAMURA T, SHIMADA S, KOMATSU S. **Stem hypertrophic lenticels and secondary aerenchyma enable oxygen transport to roots of soybean in flooded soil**. Annals of Botany. 2010; 106:277-284. 10.1093/aob/mcq123;

SOUZA, J. G. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, J. W. dos; **Fisiologia e produtividade do algodoeiro em solo encharcado na fase de plântula**. v. 36, n. 3. Brasília, DF: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2001. p. 425-430.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

## PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO EM DIFERENTES REGIÕES DO PARANÁ

Gisele de Fátima Prates<sup>1</sup>, Luiz Fernando Machado Kramer<sup>2</sup>, Cássio Antonio Tormena<sup>2</sup>,  
Marcelo Marques Lopes Müller<sup>1</sup>, Edina Delonzek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste, Doutorando, Guarapuava - PR, *gfprates@hotmail.com*;

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá.

**Palavras-chave:** índice de qualidade; compactação; manejo do solo.

Para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente agrícola, o uso de indicadores é utilizado no monitoramento da qualidade do solo, relacionando sua funcionalidade com práticas de uso e manejo. Para tanto, indicadores biológicos, químicos e físicos têm sido utilizados no monitoramento da qualidade do solo, porém uma das maiores dificuldades encontradas está na escolha de parâmetros que sejam realmente sensíveis para detectar alterações em solos submetidos a diferentes sistemas de produção.

O método denominado Avaliação Visual da Qualidade da Estrutura do Solo ou “Visual Evaluation of Soil Structure” – VESS – proposto por Ball et al. (2007) e aprimorado por Guimarães et al. (2011), tem permitido distinguir, com simplicidade e agilidade, diferenças estruturais nas camadas superficiais do solo, promovidas por práticas de manejo. Esse método consiste em retirar uma amostra indeformada do solo e avaliar visualmente o tamanho e porosidade de agregados, a resistência dos agregados, a presença de raízes e a cor do solo e, a partir destas informações, estabelecer um escore de qualidade física.

Dessa forma, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar a metodologia do VESS como indicador de qualidade do solo por determinações físicas, sob diferentes condições de uso e manejos do solo em três regiões edafoclimáticas do Estado do Paraná.

Os estudos foram desenvolvidos em três regiões do estado do Paraná com características edafoclimáticas distintas. As áreas selecionadas estão situadas nos municípios de Guarapuava, localizado na região centro-sul, Pato Branco, na região sudoeste e São Jorge do Ivaí, localizado na região norte central do estado. Estes municípios estão localizados no Terceiro Planalto Paranaense, onde os solos predominantes são os Latossolos (Oxisol), apresentando elevados teores de argila (entre 50 – 80 %), profundos, com boas características físicas e, normalmente, de baixa fertilidade sob condições naturais.

Em cada área estudada, as amostragens de solo foram realizadas em dois locais do mesmo talhão: um sob cultivo e outro adjacente sob mata nativa. Na área sob cultivo foram selecionadas duas sub-áreas, sendo uma na bordadura do talhão e outra no centro do talhão com menor intensidade de tráfego. Essas áreas no talhão foram denominadas de sistema: mata, lavoura e bordadura. Em cada um dos sistemas foram abertas quatro trincheiras com dimensões de 1 m x 1 m x 1 m, no sentido perpendicular à linha de plantio e/ou do tráfego de máquinas. As trincheiras foram divididas verticalmente em quatro camadas de 0,25 m a partir da superfície.

Em cada camada, amostrou-se o solo com estrutura deformada e indeformada, sendo 6 pontos amostrais por camada, totalizando 24 amostras por camada em cada sistema avaliado.

Para a realização da avaliação visual da estrutura do solo, utilizou-se a metodologia proposta por (BALL et al., 2007; GUIMARÃES et al., 2011).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e as comparações das médias foi realizado utilizando o intervalo de confiança da média (IC) como critério estatístico, calculados na planilha Excel. Quando não houve sobreposição entre os limites superior e inferior dos intervalos de confiança das médias ( $p < 0,05$ ) considerou-se que houve diferença significativa conforme Paytonet al. (2000).

O solo sob Mata Nativa apresentou similaridade nos escores visuais ( $Ev \leq 1,5$ ) em todos os locais avaliados. Observa-se que independentemente do local de avaliação, os valores do Ev VESS indicam solos com excelente qualidade estrutural denotada pelos valores de Ev VESS entre 1 e 2. O maior valor de Ev VESS no solo sob mata em Guarapuava não tem significado físico importante, uma vez que não indica significativa diferença de qualidade estrutural em relação às áreas amostradas em Pato Branco e São Jorge do Ivaí. Os resultados indicam que apesar das diferenças edafoclimáticas entre os locais estudados, os solos sob mata apresentam similar elevada qualidade estrutural, que foram também degradadas pela introdução dos sistemas agrícolas com uso intensivo de solo para a produção de culturas anuais. Estas modificações deletérias na estrutura do solo, além dos efeitos do tráfego de máquinas, podem ser devidas as significativas perdas de carbono orgânico verificadas entre os solos sob mata nativa e cultivado, especialmente nas regiões com temperaturas mais altas e na região de bordadura das áreas sob efeito de tráfego mais intenso das máquinas agrícolas.

Nos solos sob cultivo e de bordadura, os valores de VESS foram iguais ou superiores ao limite crítico de 3 adotado e sugerido por Ball et al. (2007), o que mostra uma perda da qualidade estrutural ou em processo de degradação.

A área de bordadura apresentou os maiores valores dos escores visuais (Ev) em comparação com a mata e foi maior do que na área sob lavoura em Guarapuava. Apesar dos dados não mostrarem diferenças significativas entre bordadura e lavoura para Pato Branco e São Jorge do Ivaí, há uma tendência de maiores valores de Ev VESS nas áreas sob bordadura.

## Referências

BALL, B.C., BATEY, T., MUNKHOLM, L.J. Field assessment of soil structural quality: a development of the Peirlkamp test. **Soil Use Manage.** n. 23, p. 329–337, 2007.

GUIMARÃES, R.M.L., BALL, B.C., TORMENA, C.A. Improvements in the visual evaluation of soil structure. **Soil Use Manage.** n. 27, p. 395–403, 2011.

PAYTON, M.E.; MILLER, A.E.; RAUN, W.R. Testing statistical hypothesis using standard error bars and confidence intervals. **Commun. Soil Sci. Plant. Anal.** n. 31, p. 547–551. 2000.

## INFLUÊNCIA DO TIPO DE CULTIVO NA COMPACTAÇÃO DOS SOLOS NA MBH DE ÁGUAS DA LÚCIA

José Ronaldo de Macedo<sup>1</sup>, Ricardo Marques Coelho<sup>2</sup>, Adoildo da Silva Melo<sup>1</sup>,  
Rafael Dias Gomes de Carvalho<sup>3</sup>, Laura Milani da Silva Dias<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Solos, Pesquisador, Rio de Janeiro - RJ, *jose.ronaldo@embrapa.br*; <sup>2</sup>Instituto Agronômico (IAC);

<sup>3</sup>Universidade Federal Fluminense; <sup>4</sup>Universidade Estadual de Campinas.

**Palavras-chave:** compactação do solo; penetrografia; manejo do solo.

A resistência do solo à penetração é considerada a propriedade mais adequada para demonstrar o grau de compactação do solo. Essa compactação é decorrente do uso de práticas inadequadas de manejo que resultam em alterações detrimetais nas propriedades físicas, tais como: a porosidade do solo, a retenção de água, a aeração e a resistência do solo à penetração das raízes (LETEY, 1985). Outros autores argumentam que a compactação pode ser ocasionada pelo tráfego de máquinas resultando em maiores valores de resistência do solo à penetração (WATANABE et al., 2002), com impactos negativos na produtividade das culturas.

Este trabalho foi realizado na microbacia de Águas da Lúcia, com extensão de 1.894 ha, localizada no Município de Botucatu, SP, entre as coordenadas 22°45'49" a 22°49'28" de latitude sul e de 48°18'27" a 48°21'29" de longitude oeste com altitude de 559 metros. Na área, encontram-se diferentes tipos de solo e com diferentes usos agrícolas, como eucalipto, pastagem, remanescentes florestais e pomares de laranja, este último sendo erradicado e substituído pelo cultivo de cana-de-açúcar (SILVA DIAS et al., 2013). Os solos desta área foram classificados como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (RQo), LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico psamítico (LVAd) e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Arênico abrupto (PVAd).

Para o estudo de resistência à penetração foram realizadas, nos três diferentes solos e nos quatro usos, três leituras com o penetrógrafo utilizando um penetrômetro de haste de operação manual modelo Falker PENETROLOG versão 1.30. Os ensaios foram realizados da superfície do solo até a profundidade de 0,6 m, totalizando 36 repetições em solo sob condição estruturada, a fim de obter a pressão necessária para romper a resistência do solo até a profundidade indicada. Os dados obtidos no campo, na unidade de leitura ( $\text{kgf cm}^{-2}$ ), foram transformados em unidade de pressão (kPa) utilizando-se a equação descrita por Stolf (1991). Para avaliar o efeito da resistência à penetração foi feita uma divisão de quatro faixas de restrição ao desenvolvimento radicular, sendo separada por baixa ( $< 1500 \text{ kPa}$ ), média (1501-3000 kPa), alta restrição ( $> 3000 \text{ kPa}$ ) e limite de leitura, onde o último foi considerada a resistência maior do que a força aplicada no equipamento sem que a haste sofra deformação. A amostragem do solo foi feita ao longo do ano de 2014. O objetivo deste trabalho foi avaliar a compactação dos solos, presentes nos locais estudados, em áreas sob influência de diferentes sistemas de manejo.

Ao analisar os valores médios de resistência à penetração em relação à profundidade do solo observou-se que o tipo de solo não afetou na compactação, ou seja, todo o resultado obtido foi exclusivamente relacionado ao tipo de atividade presente na região estudada.

Analisando o valor médio da pressão em função do tipo de cultivo, ao longo dos 0,6 m da profundidade avaliada, observa-se que o cultivo de eucalipto apresentou maior resistência à



penetração quando comparado aos outros sistemas de uso do solo. Nas áreas sob cultivo do eucalipto, na profundidade de 0,2-0,4 m, foram encontrados os maiores valores médios de pressão (em torno de 5.000 kPa), diferindo de modo significativo dos valores médios obtidos, na mesma profundidade, para o local onde a atividade encontrada era mata nativa (em torno de 1.000 kPa), usada como referência e na pastagem plantada com valores máximos de 1.200 kPa.

Ao comparar a resistência entre os sistemas de uso da cana-de-açúcar e citrus, observa-se pouca diferença entre eles. O primeiro obteve seu pico de pressão em 0,25 m atingindo o valor máximo de 2.800 kPa, enquanto o segundo chegou ao seu máximo aos 0,45 m com 2.500 kPa. Pode-se dizer que, por ter uma mecanização maior, a cana-de-açúcar possui uma compactação mais elevada, principalmente nas camadas mais subsuperficiais.

O perfil do solo sob mata nativa difere dos demais no qual atinge um valor máximo de pressão na camada de 0,5-0,6 m (em torno de 1.700 kPa). Este resultado pode ser atribuído, além de não possuir mecanização pois é uma mata nativa e, por consequência, apresenta uma estrutura do solo não alterada e com alto teor de matéria orgânica.

Quando se considerou as faixas de restrição ao desenvolvimento radicular das culturas, verificou-se que apenas as culturas do eucalipto e cana-de-açúcar apresentavam as faixas de restrição variando de média a alta restrição, independentemente do solo onde estavam sendo cultivados (RQo e LVA). Nas áreas sob mata e pastagens, as faixas de restrição variaram de baixa a média, sendo que os valores de média restrição só foram encontrados abaixo de 0,40 m.

Observou-se no perfil RQo 34, onde a atividade presente é a mata nativa, que a resistência à penetração fica abaixo de 1.500 kPa até a profundidade de 0,46 m, cuja resistência foi considerada como de baixa restrição. Toda via, verificou-se um comportamento inverso, na mesma classe de solo (perfil RQo 1), no qual a atividade existente foi o cultivo de eucalipto, onde a presença de baixa restrição é encontrada apenas nos primeiros 0,09 m do solo e, a partir desta profundidade predomina a alta restrição até 0,6 m de profundidade.

Como conclusão verificou-se que, entre os sistemas avaliados, os maiores valores de compactação do solo foram encontrados no eucalipto e os menores obtidos na mata nativa. A resistência à penetração foi diretamente influenciada pelo tipo cultivo presente. As atividades que exigiam alta mecanização foram as que possuíram os maiores valores de resistência à penetração no solo.

## Referências

- SILVA DIAS, L.M.da; COELHO, R.M.; MACEDO, J.R.de; SILVA NETO, L.de F.da; VASQUES, G.de M. Mapeamento pedológico detalhado da bacia do córrego Águas da Lúcia, município de Botucatu - SP. In. **XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Florianópolis, SC. 2013.
- COELHO, R.M; SILVA DIAS, L.M; MACEDO, J.R., SILVA NETO, L.de FRANÇA; VASQUES, G.M.; OLIVERIA, S.R.M. Mapeamento convencional e digital de classes de solos desenvolvido de arenitos em microbacia hidrográfica de Botucatu, SP. In.: CASTRO, S. S. de; HERNANI, L. C. (Ed.). **Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Capítulo 4. p.89-109 il. color.
- DE FREITAS, I.C.; DOS SANTOS, F.C.V.; CUSTÓDIO FILHO, R. DE O.; SILVA, N.R. DA A.; CORRECHE, V. Resistência à penetração em neossolo quartzarênico submetido a diferentes formas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.12, p.1275-1281, 2012.
- DE SÁ, M.A.C.; DOS SANTOS JUNIOR, J. DE D. G.; RESCK, D.V.S.; FERREIRA, E.A.B.; FRANZ, C.A.B. Minipenetrômetro dinâmico para determinação da resistência à penetração em amostras de solo indeformadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.11, p.1659-1662, nov. 2007.

DE CARVALHO, L.A.; NETO, V.J.M.; DA SILVA, L.F.; PEREIRA, J.G.; DE A. NUNES, W.A.G.; CHAVES, C.H.C. Resistência mecânica do solo à penetração (RPM) sob cultivo de cana-de-açúcar, no município de Rio Brilhante-MS. **Agrarian**, v.1, n.2, p.7-22, out./dez. 2008.

SILVEIRA, D. DE C.; DE MELO FILHO, J.F.; DO SACRAMENTO, J.A.A.S.; SILVEIRA, E.C.P. Relação umidade versus resistência à penetração para um argissolo amarelo distrocoeso no recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34 p.659-667, 2010.

## REMOÇÃO DE PALHA DA CANA-DE-AÇÚCAR E SUAS IMPLICAÇÕES NO CARBONO DO SOLO

Henrique Pose Guerra<sup>1</sup>, Paul Lineker Amaral<sup>1</sup>, Maria Regina Gmach<sup>2</sup>, Maurício Roberto Cherubin<sup>1</sup>, Carlos Clemente Cerri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo, Mestrando, Piracicaba - SP, [henrique.guerra@usp.br](mailto:henrique.guerra@usp.br); <sup>2</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

**Palavras-chave:** manejo de resíduos; etanol 2G; estoque de carbono do solo.

Existe uma crescente demanda global por biocombustíveis. Uma das principais estratégias para atender essa demanda é o aproveitamento dos resíduos culturais para a produção de etanol de segunda geração (2G). Entretanto, a manutenção da palha no campo ( $10$  a  $30 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) pode propiciar benefícios nos atributos químicos, físicos e biológicos (LEAL et al., 2013), e em especial, promover o aumento do estoque de C no solo (CERRI et al., 2011). Desta forma, deve-se buscar um equilíbrio entre a quantidade de palha removida para produção de 2G e a quantidade que permanece no solo, para manter os estoques de C e consequentemente a sustentabilidade do sistema de produção.

Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos de quantidades de palha de cana-de-açúcar deixadas na superfície do solo no estoque de C orgânico do solo.

Dois experimentos foram conduzidos, próximo a Capivari – SP na unidade Bom Retiro (BR) e próximo a Valparaíso – SP na unidade Univalém (UV). O tipo de solo de cada área experimental foi, respectivamente, LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos testados foram as seguintes quantidades de palha em massa de matéria seca: BR (0; 3,4; 7,8; 13,0; 16,6; 15,6  $\text{Mg ha}^{-1}$ ) e UV (0; 4,2; 8,7; 15,1; 18,9  $\text{Mg ha}^{-1}$ ), os quais equivaleram a diferentes intensidades de remoção (i.e., 100, 75, 50, 25, 0 %). Os atributos avaliados foram: teor e estoques de C dos solos. Na instalação dos experimentos coletou-se amostras deformadas de solo nas camadas 0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-50; 50-60; 60-80 e 80-100 cm; e após um ano de efeito da remoção da palha, coletou-se nas camadas de 0-5 e 0-10 cm. Em cada parcela foram coletadas três subamostras. Além disso, amostras indeformadas foram coletadas usando anel volumétrico para determinar a densidade do solo, parâmetro necessário para calcular o estoque de C do solo.

Os procedimentos de determinação do teor total de C incluem o peneiramento com malha 100 mesh, seguido de combustão a seco em analisador elementar LECO® CN-2000, com forno a  $1350^\circ\text{C}$  sob fluxo de oxigênio puro. Os teores de C e seus estoques totais foram quantificados no momento da instalação dos experimentos para a caracterização do solo (linha de base) e após um ano de condução dos experimentos, utilizando a equação:

Estoque de C[R1] ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) = teor de C (%) x densidade do solo ( $\text{Mg m}^{-3}$ ) x profundidade da camada (cm).

Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativos (teste F  $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

As densidades do solo variaram de  $1,18$  a  $1,42 \text{ Mg m}^{-3}$  para BR e variaram de  $1,42$  a  $1,60 \text{ Mg m}^{-3}$  para UV. Na área BR não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as densidades do solo em profundidade, enquanto que na área UV a camada 0-10 cm apresentou densidade

significativamente menor que aquela observada nas camadas mais profundas (10 -30 cm). Entre os dois locais estudados, os maiores valores de C foram observados para BR. Os teores de C para a linha de base deste estudo variaram de 3,1 a 12,6 g kg<sup>-1</sup> para o experimento BR e de 2,7 a 6,8 g kg<sup>-1</sup> para o experimento UV. Maiores teores de C na BR estão relacionados predominantemente à granulometria do solo, o qual possui maior teor de argila e consequentemente maior capacidade de reter C por meio de ligação organo-minerais (RANGEL; SILVA, 2007). Ambos locais mostraram maiores teores de 0-10, 10-20 e 20-30 cm do que no resto do perfil onde se apresentou uma tendência de diminuição conforme o aumento de profundidade (MISHRA et al., 2009).

Os estoques de C acumulados da camada 0-30 cm variaram de 38,9 a 46,7 Mg ha<sup>-1</sup> no solo de BR e de 20,9 a 23,5 Mg ha<sup>-1</sup> no solo da UV. Esses valores foram menores daqueles anteriormente verificados por Cerri et al. (2011) em solos de textura argilosa e arenosa, respectivamente. Em relação ao estoque de C para a camada de 0-100 cm, encontrou-se valores de 85,9 a 100,4 Mg ha<sup>-1</sup> para a área BR e 53,3 a 58,9 Mg ha<sup>-1</sup> para a área UV. Não foram apresentadas diferenças estatísticas pelo teste de Tukey (p < 0,05) tanto nos teores quanto nos estoques de C da linha de base. Esses valores estão dentro da faixa verificada por Oliveira et al. (2016) em diferentes solos cultivados com cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil.

Os resultados de teores de C após um ano de efeito da palha sobre o solo variaram de 12,7 a 16,4 g kg<sup>-1</sup> para a área BR e de 6,4 a 7,8 g kg<sup>-1</sup> para a área UV. Observa-se que o teor de C da área BR foi superior ao da área UV e ambos locais mostraram valores maiores na camada superficial do solo (0-5 cm) em comparação com a camada que integra maior profundidade (0-10 cm). Os estoques de C variaram de 8,25 a 11,20 Mg ha<sup>-1</sup> para 0-5 cm e de 16,76 a 20,30 Mg ha<sup>-1</sup> para 0-10 cm na área de BR, enquanto que na área UV os estoques de C variaram de 4,70 a 5,90 Mg ha<sup>-1</sup> na camada 0-5 cm e de 8,62 a 9,03 Mg ha<sup>-1</sup> para a camada de 0-10 cm.

Foi observado na implantação, inclusive nas parcelas sem palha. Isso pode ser explicado pelo C provenientes dos exudatos radiculares.

Cerca de 30 a 40 % do carbono C orgânico total presente nos solos podem ser derivados dos exsudatos radiculares e material de raízes mortas (GRAYSTON; VAUGHAN; JONES, 1997).

Nossos resultados demonstraram que um ano após a implementação dos experimentos, os teores e estoques de C do solo não foram afetados significativamente pelo manejo de remoção da palha de cana-de-açúcar. Isto provavelmente está associado ao curto espaço de tempo para decompor totalmente a palha da cana-de-açúcar, devido à alta relação C:N (próxima a 100), e consequentemente estabilizar o C aportado ao solo em formas mais humificadas.

Desta forma, conclui-se o manejo de remoção da palha de cana-de-açúcar não induziu mudanças significativas nos estoques de C do solo, as quais se existirem, serão expressos em um tempo maior de condução do experimento.

## Referências

CERRI, C. C.; GALDOS, M. V.; MAIA, S. M. F.; BERNOUX, M.; FEIGJ, B. J.; POWLSON, D.; CERRI, C. E. P. Effect of sugarcane harvesting systems on soil carbon stocks in Brazil: an examination of existing data. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 62, p. 23-28, 2011.

GRAYSTON, S. J.; VAUGHAN, D.; JONES, D. Rhizosphere carbon flow in trees, in comparison with annual plants: the importance of root exudation and its impact on microbial activity and nutrient availability. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 29-56, 1997.

LEAL, M. R. L. V.; GALDOS, M. V.; SCARPARE, F. V.; SEABRA, J. E. A.; WALTER, A.; OLIVEIRA, C. O. F. Sugarcane straw availability, quality, recovery and energy use: A literature review. **Biomass and Bioenergy**, Amsterdam, v. 53, p. 11–19, 2013.

MISHRA, U., LAL, R.; SLATER, B.; CALHOUN, F.; LIU, D.; VAN MEIRVENNE, M. Predicting Soil Organic Carbon Stock Using Profile Depth Distribution Functions and Ordinary Kriging. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 73, n. 2, p. 614, 2009.

OLIVEIRA, D.M.S., PAUSTIAN, K.; DAVIES, C.A.; CHERUBIN, M.R.; FRANCO, A.L.C.; CERRI, C.C., CERRI, C.E.P. Soil carbon changes in areas undergoing expansion of sugarcane into pastures in south-central Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 228, p. 38 – 48, 2016.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1609-1623, 2007.

## DISPERSÃO DE ARGILA DE LATOSSOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE CULTURAS

Alex Figueiredo<sup>1</sup>, Glassys Louise de Souza Cortez<sup>1</sup>, Jean Carlo Santos de Oliveira<sup>1</sup>,  
Maria de Fátima Guimarães<sup>1</sup>, José Francirlei de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Mestrando, Londrina - PR, *alexkdn@hotmail.com*;

<sup>2</sup>Instituto Agronômico do Paraná.

**Palavras-chave:** sistema de plantio direto; matéria orgânica; conservação do solo.

Modificações antrópicas do solo podem melhorar seus atributos ou acelerar sua degradação, dependendo de fatores como o tipo do solo, espécie vegetal, sistema de manejo utilizado e do tempo de exploração agrícola tornando necessário o conhecimento das alterações oriundas de seu uso.

O sistema de plantio direto é considerado uma das principais alternativas para o manejo sustentável do solo. Em que os benefícios podem ser potencializados com o uso de rotação de cultura. Em contrapartida, o revolvimento intensivo do solo tende a reduzir a cobertura do solo, teor de carbono orgânico das camadas superficiais e o diâmetro dos agregados.

No entanto, considerando a complexidade envolvida no processo de dispersão que as alterações dos atributos eletroquímicos em associação com o carbono orgânico ocorrem principalmente nas camadas superficiais e que a inversão do potencial elétrico do solo pode ocorrer com facilidade quando o teor de carbono é reduzido pelo manejo, a dispersão de argila em diferentes sistemas de manejo do solo e de culturas deve ser constantemente monitorada e os processos envolvidos devem ser melhor entendidos.

O objetivo do trabalho foi avaliar, após 24 anos, o grau de dispersão de argila de um Latossolo em diferentes sistemas de manejo do solo e de culturas.

O experimento foi instalado na safra 1988/1989, na estação experimental da Embrapa soja, localizada no município de Londrina- PR. O experimento foi instalado em um LATOSSOLO VERMELHO distroférico com 76 % de argila, 17 % de silte e 7 % de areia.

O estudo comparou os efeitos de quatro sistemas de manejo de solo: Plantio Direto Continuo (PDC), onde a semeadura é realizada sobre os resíduos da cultura anterior; Plantio Direto Escarificado (PDE) com escarificação a cada 3 anos no inverno; Arado de disco (AD) com profundidade média de 0,20 m e Grade pesada (GP) atuando a uma profundidade média de 0,15 m seguida de uma gradagem leve a 0,08 m de profundidade.

As amostras de solo foram coletadas, no ano agrícola de 2012/2013 depois da colheita da soja, após 24 anos de início do experimento. Foram coletadas na camada 0,00-010, secas ao ar e peneiradas (2 mm) para a realização das análises químicas e físicas de acordo com as metodologias descritas por Pavan et al. (1992) e Claessen (1997), respectivamente.

Foram determinados: acidez potencial ( $H+Al^{3+}$ ) por SMP;  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  extraídos por KCl 1N e titulados por EDTA;  $K^+$  por extração Mellich-1 e leitura em fotômetro de chama;; carbono orgânico foi determinado por Walkley-Black; pH- $H_2O$  e o pH-KCl(1N) para o cálculo do  $\Delta pH = (pH-H_2O - pH-KCl(1N))$ , também sendo realizado o cálculo da capacidade de troca de cátions (CTC). A granulometria e o grau de dispersão (GD) foram determinados pelo método da pipeta.

Depois de determinar homogeneidade de variância e normalidade dos resíduos, os dados foram

submetidos a uma análise fatorial (4 sistemas de manejo x 2 sistemas de culturas) e teste LSD (least significant difference) foi aplicado com 5 % de significância, para observar as diferenças entre as médias dos tratamentos em relação ao GD e atributos químicos. Foi realizada também uma análise de regressão múltipla entre os atributos químicos ( $H+Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$  e  $K^+$ , CO e CTC), utilizando-se o método de Stepwise, com o objetivo de identificar aqueles que efetivamente influenciaram o GD do solo.

Na análise fatorial dos sistemas de culturas (rotação e sucessão), manejo do solo (GP, AD, PDE e PDC) e na interação de ambos, para a profundidade 0,00-0,10 m, o GD foi influenciado apenas pelos diferentes manejos do solo e não foi observada diferença estatística em função do manejo de culturas e na interação sistema de cultura x manejo.

Dentre os sistemas de manejo, o PDC apresentou o maior GD, em relação aos sistemas com algum tipo de revolvimento do solo (PDE, AD e GP), que foram semelhantes entre si.

Após 24 anos de manejo, houve aumento significativo ( $p < 0,05$ ) dos atributos químicos na seguinte ordem: teores de CO e  $Ca^{2+}$ ,  $PDC > PDE = GP = AD$ ; CTC,  $PDC \geq PDE = GP = AD$ ; e redução significativa ( $p < 0,05$ ) dos teores de  $H+Al^{3+}$  na seguinte ordem  $GP = PDE \geq AD \geq PDC$ . No PDC os teores de CO e  $Ca^{2+}$  foram de  $16,6 \text{ g kg}^{-1}$  e  $5,36 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  enquanto que nos outros sistemas, os teores desses atributos não foram superiores a  $12 \text{ g kg}^{-1}$  e  $4,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . A CTC diminuiu com o aumento do revolvimento do solo, cujos valores foram de  $13,09$  e  $12,28 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  para o PDC e PDE e inferiores a  $11,52 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nos sistemas com maior intensidade de revolvimento do solo (GP e AD). Em contrapartida, o PDE e GP apresentaram os maiores teores de  $H+Al^{3+}$ , com valores de  $5,58$  e  $5,46 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  respectivamente, e o AD e PDC os menores, com  $4,87$  e  $4,22 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

O aumento do GD no PDC pode ter sido influenciado pelo aumento dos teores de CO,  $Ca^{2+}$  e CTC e redução dos teores de  $H+Al^{3+}$  nesse sistema. Na busca de identificar os atributos químicos (CO,  $Ca^{2+}$ , CTC,  $K^+$  e  $H+Al^{3+}$ ) que alteraram efetivamente o GD em relação aos diferentes manejos de solo, observou-se que a redução do teor de  $H+Al^{3+}$  aumenta o GD do solo, conforme a equação:  $GD = 120,259 - 7,703 (H+Al^{3+})$ , com  $R^2 = 0,55$  ( $p < 0,01$ )

A influência dos teores de  $H+Al^{3+}$  reduzindo GD, se deve ao fato desses cátions serem considerados íons com alto poder floculante, pois o  $Al^{3+}$  e o  $H^+$  apresentam raio iônico pequeno, com baixa densidade de carga em relação aos outros cátions presentes no solo e uma carga líquida menor, proporcionando a aproximação da dupla camada difusa e resultando em maior atração das partículas (SPOSITO, 1989; MEURER, 2006).

Esses resultados sugerem que o aumento dos teores de cálcio e da capacidade de troca de cátions do solo e o aporte de carbono orgânico no PDC tiveram um efeito indireto no GD do solo, por meio da neutralização do alumínio (com redução da acidez potencial) e redução do seu potencial de floculação.

Quanto ao aporte de carbono no PDC, Nguyen et al. (2013) observaram que ânions orgânicos adicionados em argila, diminuíram o potencial zeta dessas argilas e facilitaram assim sua dispersão e, considerando o caráter anfótero da matéria orgânica, Benites e Mendonça (1998) observaram que a adição de material orgânico no solo, pode ter respostas diferentes em relação a dispersão de argila, no qual o aumento de doses de esterco de bovino fresco mudou o potencial elétrico superficial da partícula, favorecendo a dispersão da argila.

Após 24 anos, o grau de dispersão de argila foi influenciado principalmente pelos diferentes manejos do solo, com pouco efeito do uso de rotação de culturas. Nesse sentido, o aumento do teor



de carbono e de cátions promovido pelo não revolvimento e cobertura do solo no sistema de plantio direto aumentou o teor de argila dispersa na camada 0,00-0,10 m após 24 anos de manejo, em relação aos sistemas com maior revolvimento do solo.

## Referências

- BENITES V.M., MENDONÇA E.S. Propriedades eletroquímicas de um solo eletropositivo influenciadas pela adição de diferentes fontes de matéria orgânica. **Rev. Bras. Cienc. do Solo**. V.22, p.215-221. 1998.
- CLAESSEN M.E.C. (Org.) Serviço nacional de levantamento e conservação de solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2ed. Rio de Janeiro; 1997.
- MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Evangraf. 3.ed, Porto Alegre, 2006, 285p.
- NGUYEN M.N., DULTZ S., TRAN T.T.T., BUI A.T.K. Effect of anions on dispersion of a kaolinitic soil clay: a combined study of dynamic light scattering and test tube experiments. **Geoderma**. v.209, p.209-213. 2013.
- PAVAN M.A., BLOCH M.D.M., ZEMOULSKI H.C., MIYAZAWA M., ZOCOLER D.C. **Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade**. (IAPAR, Circular Técnica, 76) Londrina, IAPAR, 1992. 40p.

## RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DE UM ARGISSOLO SOB DISTINTOS SISTEMAS DE USO E MANEJO DO SOLO

Getulio Coutinho Figueiredo<sup>1</sup>, Valdir Zarur Batista<sup>2</sup>, Josiane Fernanda Constantino Paulino<sup>2</sup>,  
Sonia Carmela Falci Dechen<sup>1</sup>, Cássio Antonio Tormena<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico (IAC), Engenheiro-agrônomo, Pós-doutorando, Campinas - SP,  
*figueiredo.gc@gmail.com*; <sup>2</sup>Centro Universitário da Fundação Octávio Bastos;

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Maringá.

**Palavras-chave:** compactação do solo; cana-de-açúcar; uso e manejo do solo.

Frequentemente, a compactação tem ocorrido de maneira expressiva em ambientes de sistemas produtivos mecanizados e em áreas onde o pisoteio do solo por animais é intenso. Concomitantemente, isto resulta em aumentos da densidade do solo e da resistência à penetração, e pode afetar outros componentes físicos, químicos e biológicos do solo. Como consequência, poderá haver limitação à máxima expressão do potencial produtivo das culturas agrícolas.

A caracterização do estado de compactação do solo em ambientes de sistema de produção agrícola pode favorecer a identificação mais precisa de áreas degradadas bem como auxiliar na definição de estratégias de recuperação da qualidade física do solo. Isso pode ser associado a comparações com o estado da estrutura do solo em ambientes de referência, como mata nativa ou mesmo pousio prolongado, haja vista que tais condições favorecem a manutenção e/ou recuperação natural da qualidade do solo.

A resistência mecânica à penetração é um dos atributos físicos do solo que afeta diretamente o crescimento de raízes, cujo efeito pode ser refletido na parte aérea das plantas. O impedimento mecânico ao crescimento radicular depende dos atributos pedológicos e dos sistemas de uso e de manejo do solo. Portanto, os objetivos do presente trabalho foram i) avaliar o estado de compactação considerando sistemas de uso e de manejo do solo e o efeito do tráfego agrícola; ii) determinar a resistência à penetração em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO em três condições – cultivado com cana-de-açúcar em sistema preparo convencional recém-implantado (um ano), em pousio por 14 anos e sob mata nativa.

O experimento foi instalado no Pólo Regional do Centro Norte da APTA, em Pindorama – SP. A área experimental de 2 ha consiste de um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (101 g kg<sup>-1</sup> de argila e 818 g kg<sup>-1</sup> de areia), em pousio desde 2002.

Os tratamentos experimentais consistiram de parcelas contíguas de 35 x 17 m, sendo uma sob mata nativa, uma sob pousio prolongado (estabelecido há 14 anos) e uma cultivada com cana-de-açúcar (sistema preparo convencional) em substituição ao pousio prolongado. A cultivar de cana-de-açúcar selecionada foi a variedade RB6928. O plantio ocorreu em dezembro de 2014, utilizando espaçamento duplo alternado (0,9 x 1,5 m), caracterizando uma área denominada de “canteiro”, na qual é realizado o plantio da cultura, e outra onde ocorre o tráfego de máquinas, denominada de “carreador”. A adubação seguiu as recomendações para a cultura da cana-de-açúcar, considerando a análise química de fertilidade inicial do solo, sendo aplicados 500 kg do fertilizante 8-24-20. A avaliação do solo ocorreu em julho de 2015, antes da colheita da cultura e em período de mais de 30 dias sem chuvas, quando foram determinados o conteúdo de água e a resistência mecânica à

penetração, com penetrômetro dinâmico, em 10 pontos de amostragem por parcela experimental, sendo considerados pseudo-repetições. Os atributos do solo foram avaliados considerando a posição de amostragem ao centro de cada espaçamento de plantio. Os tratamentos experimentais foram comparados pelo intervalo de confiança da média.

Os valores de resistência do solo à penetração (RP) indicam condições físicas mais adequadas ao crescimento de raízes na mata nativa em relação ao sistema preparo convencional, especialmente na área trafegada (espaçamento de 1,50 m), o qual apresentou frequentemente valores de RP mais próximos de 3,0 MPa, o qual pode ser considerado limitante para várias culturas agrícolas (TAYLOR et al., 1966). Tal fato ocorreu mesmo sob condições mais secas na mata nativa, visto que para os demais tratamentos, em média, os conteúdos de água no solo foram de 68 % maiores ( $p < 0,15$ ) em relação àqueles da área sem história de uso ou manejo agrícola.

O pousio prolongado apresentou frequentemente menores valores de RP comparado aos tratamentos cultivados com cana-de-açúcar, inclusive em relação à mata nativa. Isto se deve, principalmente, ao efeito lubrificante da água sobre as partículas sólidas, o qual diminui sua coesão (LARSON et al., 1980) e favorece o rearranjo do meio poroso por diminuir a força de atrito entre as partículas sólidas do solo. Concomitantemente, tal fato também reflete a recuperação natural da estrutura do solo sob pousio prolongado em relação ao tratamento com cana-de-açúcar, pois ambos apresentam conteúdos de água muito próximos entre si na camada de 0,00-0,20 m (média de 0,1135 g kg<sup>-1</sup>; diferença  $\leq 0,0247$  g kg<sup>-1</sup>) ou iguais entre si nas camadas de 0,20-0,40 e de 0,40-0,60 m (média de 0,1386 g kg<sup>-1</sup>; diferença  $\leq 0,0269$  g kg<sup>-1</sup>).

Considerando apenas o sistema preparo convencional do solo, a utilização do espaçamento duplo alternado para o plantio da cana-de-açúcar proporcionou movimentação de máquinas e implementos agrícolas exclusivamente sobre a zona de tráfego (carreador). Isto resultou em diferenças significativas ( $p < 0,15$ ) no comportamento mecânico do solo entre o canteiro e o carreador a partir de 0,20 m de profundidade, quando foram observados valores de RP maiores no solo sob tráfego agrícola. Tal fato pode ter sido ocasionado pelo preparo do solo e consequente descompactação de sua camada mais superficial, a qual funcionava como barreira limitadora da profundidade de transmissão de cargas advindas do tráfego agrícola (VEIGA et al., 2007).

A diferença entre o tratamento com cana-de-açúcar e o pousio prolongado foi mais pronunciada apenas na camada de solo de 0,00-0,20 m, com maiores valores de RP para o canteiro, possivelmente devido ao seu conteúdo de água no solo ter sido 19 % menor ( $p < 0,15$ ) comparado ao do pousio. Contudo, ao longo das camadas subsequentes do perfil do solo os conteúdos de água foram iguais entre si ( $p > 0,15$ ; média de 0,1386 g kg<sup>-1</sup>). Provavelmente, isto indica que houve melhoria da história de tensão do solo quando de seu preparo convencional, realizado com grade aradora. Fato que pode ter sido corroborado pela abertura dos sulcos (largura de 0,50 m e profundidade de 0,40 m) para o plantio da cana-de-açúcar, visto que o espaçamento de 0,90 m é relativamente estreito e pode ter favorecido efeito positivo sobre a estrutura do solo além da camada de 0,20-0,25 m. Isto tornou o comportamento mecânico do solo no canteiro mais similar ao do pousio prolongado. Por outro lado, no carreador foi identificada a camada de 0,20-0,25 m como sendo a mais compactada, ratificada pela maior magnitude de RP (3,08 MPa), o que permitiu identificar a presença de pé-de-arado.

A ocorrência de camadas de solo mais compactadas pode ser distribuída considerando os seguintes valores de RP:  $\leq 2,11$  MPa na camada de 0,15-0,20 m para o pousio prolongado;  $\leq 3,08$  MPa

na camada de 0,20-0,25 m para o carreador;  $\leq 2,16$  MPa na camada de 0,55-0,60 m para o canteiro e  $\leq 3,16$  MPa na camada de 0,55-0,60 m para a mata nativa. De modo geral, tais magnitudes de RP não constituem valores limitantes ao crescimento de raízes da cana-de-açúcar (ARSHAD et al.,1996).

Diante do exposto, pode-se afirmar que os sistemas de uso e de manejo do solo avaliados não evidenciam estado de compactação limitante ao crescimento de raízes da cana-de-açúcar e apresentam qualidade estrutural do solo próxima àquela da mata nativa. Agradecimento à FAPESP pelo auxílio (Processos 2013/21687-4;2013/10427-1)

## Referências

- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, R. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. Methods for assessing quality. Madison, **Soil Sci. Soc. Am. J.**, p.123-141. 1996.
- LARSON, W. E.; GUPTA, S. C.; USECHE, R.A. Compression of agricultural soils from eight soil orders. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, p.450-457, 1980.
- TAYLOR, H.M.; ROBERTSON, G.M.; PARKER, J.J. Soil strength root penetration for medium to coarse textured soil materials. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, p.18-22, 1966.
- VEIGA, M.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R. Short and long-term effects of tillage systems and nutrient sources on soil physical properties of a southern Brazilian Hapludox. **R. Bras. Ci. Solo**, p.1437-1446, 2008.

## FLUXOS DE $N_2O$ NO SOLO EM ÁREA COM CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS HÍDRICAS NO CERRADO

Arminda Moreira de Carvalho<sup>1</sup>, Thais Rodrigues de Sousa<sup>2</sup>, Alessandra Duarte de Oliveira<sup>1</sup>,  
Douglas Lino Vieira<sup>2</sup>, Eduardo Cavalcante<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Cerrados, Pesquisador, Brasília - DF, [arminda.carvalho@embrapa.br](mailto:arminda.carvalho@embrapa.br); <sup>2</sup>Universidade de Brasília.

**Palavras-chave:** *Saccharum officinarum*; gases de efeito estufa; irrigação.

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância socioeconômica e ambiental pelo seu efeito mitigador nas mudanças climáticas e também pelo fato de ser matéria prima básica para diversos produtos industrializados. O Brasil é o principal produtor de etanol de cana-de-açúcar do mundo e o cultivo irrigado apresenta-se como uma prática que contribui com o incremento da produtividade e promove a sustentabilidade econômica da atividade sucroalcooleira. A intensificação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) é uma das causas do aquecimento global, sendo que o  $N_2O$  é um dos principais GEE de origem no setor agropecuário. A vida útil desse gás, ou seja, sua resiliência é estimada em mais de 130 anos e possui potencial de aquecimento global cerca de 300 vezes maior que o  $CO_2$ . Além disso, a decomposição de resíduos vegetais e a aplicação de fertilizantes com a presença de água são as principais causas de intensificação das emissões de  $N_2O$  na agricultura (CARVALHO et al., 2013).

O objetivo desse trabalho foi avaliar fluxos de  $N_2O$  e nitrogênio mineral ( $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_3^-$ ) no solo em área com cana-de-açúcar submetida a diferentes lâminas hídricas no Cerrado do Distrito Federal.

O experimento foi conduzido na Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, com delineamento experimental em blocos casualizados, 3 blocos e parcelas subdivididas com as seguintes lâminas hídricas: sequeiro (S), lâmina hídrica (LH17 %), lâmina hídrica (LH46 %) e lâmina hídrica (LH75 %) da evapotranspiração da cultura (Etc). Além de uma área de Cerrado nativo adjacente ao experimento usada como referência. A cultivar de cana utilizada foi a RB855536 e a irrigação aplicada conforme o sistema Line Source Sprinkler System, modificado em barras lineares acopladas a um carretel. O método de coletas de  $N_2O$  foi das câmaras estáticas, no tempo 0, 15, 30 min respectivamente. As amostras de solo para determinação de nitrogênio mineral ( $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_3^-$ ) foram coletadas na profundidade 0-10 cm, com três subamostras em cada uma das parcelas avaliadas. As análises de  $N_2O$  foram realizadas por cromatografia gasosa, com coluna Porak Q e um elétron detector e o N-mineral, por colorimetria Lachat Quik Chen (FIA).

Os fluxos diários de  $N_2O$  variaram em média, de - 41,20 a 109,95  $\mu g N_2O-N m^{-2} h^{-1}$ . A intensidade diária dos fluxos de  $N_2O$  foi influenciada pela dinâmica de N no solo. Os fatores que contribuíram para os processos de imobilização, equilíbrio e mineralização foram fonte de N aplicada na adubação (sulfato de amônio) e as co-variáveis edafoclimáticas (espaço poroso preenchido por água - EPSA, temperaturas do solo -TS, teores de amônio -  $N-NH_4^+$  e nitrato -  $N-NO_3^-$  no solo). Houve efeito da lâmina hídrica aplicada, sendo que a de 75 % (LH75 %) resultou nos maiores fluxos de  $N_2O$  no solo. A forma de nitrogênio mineral predominante no solo foi  $N-NH_4^+$  devido ao sulfato de amônio ter sido aplicado como fonte de nitrogênio nas aplicações de fertilizantes associadas à precipitação pluviométrica e/ou irrigação. Os fluxos mais altos de  $N_2O$  foram medidos no mês de setembro, com o maior valor, ou seja, um pico de 109,9  $\mu g m^{-2} h^{-1}$  determinado para o tratamento LH75 %. E esses mais altos valores podem

estar associados ao manejo de corte da cultura, considerando que o 5º corte da cana-de-açúcar, havia ocorrido há três meses, ou seja, no mês de maio, resultando no aporte de quantidades mais elevadas de palhada. E ainda, as produtividades desta cultivar para os tratamentos S, LH17 %, LH46 %, LH75 % foram 105,5; 108,3; 117,9; 171,3 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. Assim, com altas razões C/N e lignina/N, consequentemente, baixa decomposição da palhada, a produtividade de 171,3 t ha<sup>-1</sup> associadas às condições favoráveis de temperatura à mineralização de N (23-25 °C) (CANTARELLA, 2007) e o EPSA acima de 65 %, para o LH75 % favoreceram o processo de mineralização de N, principalmente, depois da segunda aplicação do nitrogênio via fertilizante. Porém, a forma predominante de N no solo foi a amoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), já que o fertilizante nitrogenado aplicada era sulfato de amônio.

As emissões acumuladas de N<sub>2</sub>O no período de 24/06/15 a 26/11/15 variaram de 0,24 a 1,03 kg ha<sup>-1</sup>, com acréscimo dos valores em função da água aportada pelo sistema, seja pela irrigação e/ou precipitação pluviométrica. O tratamento de sequeiro (S) apresentou menor emissão acumulada, enquanto o LH75 % resultou em 4,2 vezes mais emissão acumulada quando comparado ao tratamento S. O incremento de água promovido pelas lâminas hídricas crescentes associadas à fertilização nitrogenada resultou em aumentos relevantes de N<sub>2</sub>O acumulado no solo. Comparativamente, avaliações de fluxos de N<sub>2</sub>O no solo com uso de *Braquiaria ruziziensis* resultaram em 1,20 N-N<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup> acumulado durante o ciclo do milho com aplicações de 150 kg ha<sup>-1</sup> N, na forma de ureia. A *Braquiaria ruziziensis* possui baixos teores de lignina e razão lignina/N, consequentemente, decomposição acelerada dos seus resíduos vegetais, e quando na presença do nitrogênio aplicado via fertilizante na cultura de milho resulta em altos fluxos de N<sub>2</sub>O no solo (CARVALHO et al., 2012; 2014). A eficiência do sistema de cultivo para mitigar GEE depende essencialmente do “sequestro” de carbono pela cultura e/ou espécies vegetais que compõem esse sistema (ABDALLA et al., 2014). No caso da cana-de-açúcar, a capacidade de absorver o CO<sub>2</sub> da atmosfera deverá compensar as maiores emissões de N<sub>2</sub>O, em alguma fase de exploração no sistema, resultando em um balanço favorável à mitigação de GEE.

No presente trabalho os maiores fluxos de N<sub>2</sub>O no solo com irrigação poderão ser compensadas pela eficiência em produtividades (105,5; 108,3; 117,9; 171,3 t ha<sup>-1</sup> em S, LH17 %, LH46 %, LH75 % respectivamente), pelo uso de combustíveis fosseis e maiores aportes de palhada com consequente estoques ou “sequestros de C” no solo. Portanto, desde que não haja remoção da palhada de cana-de-açúcar com fins de cogeração na usina de açúcar e álcool, é possível um balanço de GEE pelo maior aporte de resíduos vegetais e carbono no solo à medida que se incrementa a produtividade da cana-de-açúcar com aumento relativo de água na irrigação.

## Referências

- ABDALLA, M.; HASTINGS, A.; HELMYC, M.; PRESCHER, A.; OSBORNE, B.; LANIGANE, G.; FORRISTAL, D.; KILLI, D.; MARATHA, P.; WILLIAMS, M.; RUEANGRITSARAKUL, K.; SMITH, P.; NOLAN, P.; JONES M.B. Assessing the combined use of reduced tillage and cover crops for mitigating greenhouse gas emissions from arable ecosystem. **Geoderma** 223-225p. 2014.
- CANTARELLA, H. VII. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - **Fertilidade do Solo**. 1º Ed. v.3. 2007.
- CARVALHO, M.T.M.; MADARI, B.E.; LEAL, W.G.O.; COSTA, A.R.M.; MACHADO, P.L.O.A.; SILVEIRA, P.M.; MOREIRA, J.A.A.; HEINEMANN, A.B. Nitrogen fluxes from irrigated commonbean as affected by mulching and mineral fertilization. **Pesq Agropec Bras** v.48, n.5, p.478-486. 2013.

CARVALHO, A.M.; COELHO, C.M.; DANTAS, R.A.; FONSECA, O.P.; CARNEIRO, R.G.; FIGUEIREDO, C.C. Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no-tillage systems in the Brazilian savanna. **Crop & Pasture Science** (Print), v. 63, p. 1075-1081-1081, 2012.

CARVALHO, A.M.; GEROSA, M.L.; COSER, T.R.; VERAS, M.S. Aplicação de Nitrogênio e Fluxos De  $N_2O$  em Latossolo Sob Cultivo de Milho. In: Anais do XX Congreso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo, 2014, Cusco. **XX Congreso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo**. Cusco: Cusco, v. 1. p. 1-7. 2014.



## FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉCNICO E DE GESTÃO EM ÁREAS COM PLANTIO DIRETO

Alba Leonor da Silva Martins<sup>1</sup>, Luís Carlos Hernani<sup>1</sup>

Embrapa Solos, Pesquisador, Rio de Janeiro - RJ, [alba.leonor@embrapa.br](mailto:alba.leonor@embrapa.br).

**Palavras-chave:** estrutura do solo; indicador participativo; indicador biológico.

As ações inerentes aos conceitos de conservacionismo, de conservação do solo e de agricultura conservacionista compreendem desde a diversificação de sistemas agrícolas produtivos ao respeito à aptidão e à adequabilidade de uso do solo (DENARDIM, 2014). A má gestão de sistemas de produção agrícolas conduzidos em plantio direto, assim como o uso inadequado dos recursos naturais tem ocasionado alguns problemas na agricultura, como a erosão hídrica, a queda da produtividade e a biodiversidade mínima pela prática de monocultura.

A Rede de Pesquisa SoloVivo, gerada a partir do Projeto “Aprimoramento de Processos para a Qualificação do Manejo de Terras no Centro-Sul do Brasil – SoloVivo”, é uma parceria de 22 instituições de pesquisa, ensino e extensão, lideradas pela FEBRAPDP, Itaipu e Embrapa, vem desde 2014, atuando na região Centro-Sul do Brasil. Tem como objetivos principais, desenvolver e validar, de forma participativa, ferramentas para avaliar o desempenho técnico e da gestão do solo e da água em escala de propriedades rurais e de microbacias hidrográficas onde se pratica o plantio direto.

A estratégia da pesquisa inclui: (i) processos participativos de auto-avaliação, adaptação e certificação por parte dos agricultores; (ii) desenvolvimento de métodos práticos para avaliar a estrutura do solo (iii) o monitoramento de parâmetros do solo e da água nos sistemas agrícolas; (iv) experimentos de longa duração (cerca de 15 anos); e (v) a transferência de tecnologia para capacitação em áreas de referência e ensino à distância para a formação em sistemas de plantio direto.

Os estudos estão sendo realizados em doze microbacias de seis regiões do centro-sul do Brasil (Itaí, SP, Londrina, PR, Toledo, PR, Maracaju, MS, Montividiu, GO e Passo Fundo, RS). Estações hidrosedimentométricas automatizadas foram instaladas nos mananciais hídricos de cada microbacia para monitoramento, em tempo real, de parâmetros como vazão, turbidez, condutividade e temperatura da água, para avaliar benefícios do plantio direto e para embasar o desenvolvimento de ferramentas (Índice  $\beta$  e CPS – controle de produção de sedimentos) para avaliar a qualidade da gestão no âmbito da microbacia. Nas áreas de captação das microbacias, em pontos georreferenciados, estão sendo monitorados os sistemas de produção agrícola e seus efeitos sobre atributos físicos, físico-hídricos, químicos e biológicos do solo. Além disso, nessas áreas, o padrão do manejo de solo e água tem sido avaliado, com base no Índice de Qualidade Participativo (IQP). Experimentos de longa duração (> 15 anos), instalados em Londrina, PR, Passo Fundo, RS, Dourados, MS, Ponta Porã, MS e Rio Verde, GO, os quais avaliam diferentes sistemas de preparo de solo e de arranjos produtivos, tem sido utilizados para a) identificar sistemas de produção alternativos que induzam o uso pleno do Sistema Plantio Direto e, b) o desenvolvimento da ferramenta para avaliação visual da estrutura do solo, o Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES). Os dados obtidos para este indicador, que é uma adaptação para as condições ambientais tropicais dos métodos VESS (PEERLKAMP, 1959) e Perfil Cultural (HÉNIN et al., 1976), foram correlacionados com a atividade enzimática (GOMES, 2008).

Resultados preliminares obtidos com a ferramenta IQP (Índice de Qualidade Participativo) em dois dos locais de estudo, em Maracaju, MS e Itaí, SP, apontam necessidades de adequações regionais para o seu devido uso. Em Itaí, aspectos específicos, relacionados aos sistemas irrigados de produção de grãos em plantio direto foram inseridos ao questionário, há necessidade de se atribuir pesos às questões para estabelecer a qualificação do manejo nessa região. Em Maracaju, poucas alterações ocorreram na ferramenta, enfatizando apenas aspectos relacionadas aos sistemas integrados com pecuária, característicos da região.

Valores do índice DRES foram correlacionados aos resultados analíticos da atividade enzimática. A correlação de Pearson, entre o DRES e a Fosfatase Ácida - enzima biondicadora do P (por ex.), obtidos nas parcelas dos experimentos de longa duração, com os tratamentos (Plantio direto com e sem rotação e grades pesada com e sem rotação), foi positiva ( $r = 0,442$ ) e altamente significativa (ao nível de 1 %), indicando que formas de manejo mais conservacionistas, como o plantio direto com rotação, proporcionaram índices DRES e atividade enzimática elevados.

Embora ainda em fase inicial de avaliação, nos índices captados das estações hidrosedimentométricas, observou-se que formas de gestão agrícola mais conservacionistas, tenderam, relativamente, a aumentar a vazão e diminuir a turbidez da água, nas microbacias monitoradas.

Quanto mais diversificado o arranjo de culturas adotadas pelos agricultores, mais aceitáveis foram os resultados obtidos com as ferramentas em desenvolvimento. Por fim, espera-se, com esses instrumentos, alcançar o reconhecimento daqueles produtores que realizam o manejo adequado do solo e da água em plantio direto, contribuindo para a preservação dos serviços ecossistêmicos.

## Referências

DENARDIM, J. E; KOCHHANN, R.A.; FAGANELLO, A; COGO, N.P. Agricultura conservacionista no Brasil: Uma análise do conceito à adoção. In: LEITE, L.F.C.; MACIEL, G.A.; ARAÚJO, A.S.F. **Agricultura Conservacionista no Brasil**. Brasília- DF. Embrapa, 2014. 598p. il.

HÉNIN, S.; GRASS, R. & MONNIER, G. **Os solos agrícolas**. Ed. Forense Universitária: São Paulo. Ed. da Universidade de São Paulo, 1976. 334p.

PEERLKAMP, P.K. A visual method of soil structure evaluation, **Mededelingen van de Landbouwhogeschool en der opzoekingsstations van den Staat te Gent** v.24, n.1 p.216-221,1959.

GOMES, L.S. **Uso e monitoramento de indicadores microbiológicos para avaliação da qualidade dos solos de cerrado sob diferentes agroecossistemas**. – Brasília, 2008. 117p. : il. (Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2008).

## USO DO SOLO E SEU EFEITO SOBRE A AGREGAÇÃO EM APP'S LOCALIZADAS ÀS MARGENS DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE

Reginaldo Barboza da Silva<sup>1</sup>, Piero Iori<sup>1</sup>, Marina Pedroso Carneiro<sup>1</sup>, Francisca A. Melo Silva<sup>1</sup>, Ana Paula Packer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Professor Doutor do curso de Engenharia Agrônômica, Registro - SP, [rbsilva@registro.unesp.br](mailto:rbsilva@registro.unesp.br); <sup>2</sup>Embrapa Meio Ambiente.

**Palavras-chave:** dispersão de argila; estabilidade de agregados em água; índice de floculação.

Nas últimas décadas, estudos apontam que as áreas agrícolas das Bacias Hidrográficas têm sido impactadas pelo uso inadequado do solo e ausência de boas práticas, tendo como consequências a perda irreparável de solo e, por conseguinte, a sua capacidade produtiva. Bellinazzi Jr et al. (1981), já estimavam que no Estado de São Paulo 80 % da área cultivada era impactada pelo processo erosivo, causado pelas alterações físicas provocadas por esses usos inadequados.

No Vale do Ribeira – SP, o cultivo de bananeiras e a pecuária são predominantes, especialmente nas áreas ambientalmente vulneráveis e de risco, as quais de acordo com o código florestal brasileiro são compreendidas pelas áreas de preservação permanente (APP's). Essas atividades agropecuárias, associadas às particularidades climáticas da região podem estar ocasionando, indiscriminadamente, alterações nas funções e processos físico-químicos do solo. Este fato pode estar causando danos e prejuízos que, todavia, ainda não foram oficialmente mensuráveis e calculados.

Em seu trabalho, Silva et al. (2010) chamam a atenção para o impacto de diferentes usos sobre um Cambissolo localizado em uma APP na sub-bacia do Rio Ribeira de Iguape, podendo esses impactos causar, entre outros, alterações na estruturação do solo e demais atributos físicos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o impacto do cultivo de bananeiras e da pecuária sobre os índices de agregação e estabilidade estrutural de um CAMBISSOLO HÁPLICO em áreas de preservação permanente localizadas na margem do Rio Ribeira de Iguape – SP.

A pesquisa foi realizada em duas áreas de preservação permanente laterais ao Rio Ribeira de Iguape, no município de Registro (latitude de 24° 26' Sul, longitude 47° 49' Oeste e altitude em torno de 25 m) em São Paulo. O clima da região é considerado subtropical úmido e o solo classificado como CAMBISSOLO HÁPLICO, com textura franco-siltosa. A amostragem foi realizada na camada de 0,00 a 0,20 m, em duas faixas marginais ao rio (0 a 30 m e 50 a 100 m), tanto na área de cultivo de banana, como na área de pastagem.

Os atributos investigados foram: análise granulométrica; argila dispersa em água; índice de floculação; carbono orgânico; índice de estabilidade do solo e estabilidade de agregados. As análises físicas foram realizadas no LaFMeC – Laboratório de Física, Mecânica e Conservação do solo (UNESP – Campus Experimental de Registro) e o carbono orgânico foi determinado no Laboratório de Qualidade do Solo da Embrapa Meio Ambiente da cidade de Jaguariúna – SP. Todos os atributos analisados foram realizados seguindo metodologia e procedimentos descritos em Embrapa (2011).

Para os atributos físicos do solo investigados foi realizada a análise de variância (ANAVA) aplicando-se o teste F ( $P < 0,05$ ), e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974). Para realização de análises estatísticas foi utilizado o *software* SISVAR (FERREIRA, 2011).

De acordo com os teores de areia, silte e argila obtidos na análise granulométrica, pode-se classificar o solo das áreas com textura franco-siltosa. Tanto na área de bananal como na área de pastagem verificou-se maior deposição de material grosseiro (areia) na faixa mais próxima ao curso d'água, e redução gradual conforme distanciamento do rio. Este comportamento se deve, provavelmente, às épocas de maior precipitação pluvial, nos quais a energia cinética das gotas da chuva provoca o carreamento dos particulados do solo, principalmente as mais finas.

A argila dispersa em água foi maior na área de bananal em comparação à área de pastagem, apresentando um valor de 16,7 % e 9,5 %, respectivamente. Esses valores sugerem que na área de cultivo de bananas a maior dispersão da argila, contribuiu para um maior adensamento do solo, principalmente pelo preenchimento de poros com este material mais fino. No caso do índice de floculação, não houve diferença estatística entre os usos, somente entre as faixas marginais, sendo a faixa marginal mais distante (50 a 100 m) apresentando um valor de 41,7 % e na margem mais próxima (0 a 30 m) um valor de 25,7 %. Segundo Seta e Karathanasis (1997), esses valores refletem na dispersão ou floculação dos colóides, interferindo, por consequência, na agregação das partículas do solo.

Para o cálculo de índice de estabilidade do solo é levado em consideração os teores de argila e silte, além das influências dos teores de carbono orgânico do solo. A maior presença de carbono orgânico foi observada na área sob cultivo de bananeiras, independente da faixa de proteção, apresentando um valor de 2,1 % na faixa mais próxima ao rio e de 1,7 % na faixa mais distante. Para a área de pastagem, na faixa mais próxima o valor foi de 0,55 % e para a mais distante 0,73 %.

Esses valores evidenciaram que o manejo e o resíduo da cultura contribuíram significativamente para conservação e manutenção da matéria orgânica. Foi verificado por tanto, diferença estatística entre a área de bananal e pastagem para o índice de estabilidade do solo, assim como em suas faixas marginais ao longo do rio Ribeira de Iguape, sendo a área de cultivo de bananas com maior índice de estabilidade (4,9 % na faixa mais próxima e 3,1 % na faixa mais distante), devido aos maiores teores de silte, argila e carbono orgânico. A área de pastagem apresentou em sua faixa mais próxima 3,9 % para o índice de estabilidade do solo e na faixa mais distante 2,3 %.

Para os valores de estabilidade de agregados em água, verificou-se que na área de pastagem os índices de diâmetro médio ponderado (DMP) e geométrico (DMG) foram maiores em comparação aos resultados encontrados no bananal, independente das faixas marginais. Para os valores encontrados na área de bananal, o DMP foi de 1,2 mm e o DMG de 0,6 m para ambas as faixas, e, no caso da pastagem, os valores de DMP e DMG foram 5,1 mm e 3,5 mm, respectivamente. Assim, os agregados do solo na área de pastagem tornam-se mais resistentes à desagregação pela ação da chuva e, portanto, mais resistentes a erosão.

Pode-se concluir que em áreas de risco e ambientalmente vulneráveis da Sub-bacia do Rio Ribeira de Iguape, o maior teor de matéria orgânica advindo do manejo da bananicultura e, ou das enchentes cíclicas conferem ao CAMBISSOLO HÁPLICO maior índice de estabilidade estrutural desse solo. A faixa de 50 a 100 metros apesar da melhor estabilidade dos colóides e da agregação, evidenciou também menor índice de estabilidade estrutural, independente do uso do solo.

Agradecimentos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por financiar a pesquisa.

## Referências

BELLINAZZI JÚNIOR, R; BERTOLINI, D. E LOMBARDI NETO, F. Ocorrência de erosão rural no Estado de São Paulo, In: **II Simpósio sobre o controle de erosão**, São Paulo, novembro de 1981. Anais. São Paulo, IBGE, 1981, p.117-137.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011. 230p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras – MG, 2011.

SILVA, R.B; IORI, P.; SILVA, F.A.M. Predisposição e validações de equações para estimativa da erosividade de dois municípios do estado de São Paulo. **Irriga**, v.14, n.4, p.533-547, 2010.

SETA, A.K.; KARATHANASIS, A.D. Water dispersible colloids and factors influencing their dispersibility from soil aggregates. **Geoderma**, 1997.

## EFEITO DE SISTEMAS DE MANEJO EM ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO EM PEQUENAS PROPRIEDADES DE PARAGUAI

Favio Larrea León, Carlos Leguizamón Rojas, Alba Liz González, Jimmy Rasche Alvarez

Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción, Mestrando, San Lorenzo, Paraguay, [andresolos@hotmail.com](mailto:andresolos@hotmail.com).

**Palavras-chave:** sistemas de manejo; semeadura direta; pequenas propriedades.

Paraguai possui aproximadamente 268.000 pequenaspropriedades (superfície menor a 20 ha), que ocupan 1,7 milhões de ha, apresentam o 14 % da superfície agrícola do país e geram o 35 % do valor total da produção agrícola. Uma das problemáticas destaspropriedades é a crescentedegradação dos recursos naturais, principalmente do solo. Este recurso têm sido utilizado compraticas de lavoreo intensivo, queima, limitada uso de fertilização e praticas de controle daerosão hídrica, resultando na diminuição da qualidade do mesmo.

Nas últimas décadas foramgeradas alternativas para a conservação e recuperação dos solos como a semeaduradireta, o laboreo minimo, o uso de adubos, entre outras.

O objetivo do trabalhofoiavaliar o efeito de sistemas de manejo em algunas propiedades físicas equímicas do solo.

As avaliações se realizaramempequenaspropriedades do Distrito de Chore, Departamento de San Pedro, Paraguai. As propiedades do solo se avaliaramsoblavoreo convencional, semeaduradireta e floresta. A parcela soblavoreo convencional corresponde à propiedad de Oscar Valenzuela, a parcela sobsemeaduradireta e floresta épropriedade de Blásido Riveros, sendo as propiedadesvizinhas. O solo das propiedadesestudadascorrespondem a um RhodicPaleudult de textura arenosa.

A parcela sobsemeaduradiretapossui seis anoscomlavoreo convencional (arada a tração animal) e queima (1997 - 2002), seguido de cinco anos sin queima (2003 - 2007), totalizando 12 anos de lavoreo convencional. Posteriormente, iniciou-se a semeaduradireta (2008) totalizando sete anos sob este sistema. As culturas de renda foram tomate, melancia, milho, algodão, sendo realizada fertilização mineral emalgumas cultura e umaaplicação de cal agrícola neste periodo. Como adubos verdes se utilizouMucunapruriens e a associação*Avena strigosa* + *Raphanussativus* + *Lupinusalbus*.

A parcela soblavoreo convencional é realizada como arado a tração animal desde 1990 (25 anos), sendo realizada queima no primeirosdez anos (hasta 1999), resultando em 16 anos sem queima. As culturas de renda realizadas forammilho, melão, tártago, gergelim, feijão, algodão. Foi realizada fertilização mineral emalgumas culturas e umaadição de cal agrícola. Em inverno a parcela ficouempoussio ocasionalmente,foiintroduzidaadubos verdes emduasocasiões (*Canavaliaensiformis* e a asociação*Avena strigosa* + *Raphanussativus* + *Lupinusalbus*).

No tratamento floresta nativa, apenas foi extraída árvores de valor comercial e lenha.

As características física do solo avaliadas foram resistência mecânica à penetração, densidade do solo e taxa de infiltração. As variáveis químicas estudadas foram: conteúdo de materia orgânica, fósforo extraível e pH.

A resistência mecânica à penetração determinou-se na profundidade de 0-0,3 m utilizando penetrometro analógico, a densidade do solo se avaliou de 0 a 0,2 m aplicando o método do cilindro e a taxa de infiltração determinou-se colocando uma lâmina de 2,5 cm de agua em duas ocasiões sucessivas e avaliando-se o tempo da infiltração total em cada caso.



Os dados obtidos foram sometidos a análise de variancia ( $p < 0,05$ ) e comparação de medias pelo teste de Scott e Knott.

A resistência mecânica à penetração não apresentou diferenças significativas entre os sistemas avaliados (convencional, semeadura direta e floresta) nas camadas superficiais (0 - 0,05 y 0,05 - 0,1 m), obtendo-se uma media geral de 0,69 MPa. Nas maiores profundidades (0,1-0,15, 0,15-0,2, 0,2-0,25 y 0,25-0,3 m) a resistência foi superior no sistema convencional obtendo-se uma media de 1,76 MPa, sendo em semeadura direta 0,95 MPa e na floresta 0,76 MPa.

A densidade do solo não apresentou diferenças significativas nas profundidades 0 - 0,1 y 0,1 - 0,2 m entre o sistema com lavoreo convencional e semeadura direta, alcançando medias, considerando ambas profundidades, de 1.520 y 1.430 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente. Na floresta a densidade foi menor, sendo a media 1.070 kg m<sup>-3</sup>.

A taxa de infiltração foi superior significativamente sob solo de floresta em relação aos sistemas de manejo. As medias obtidas foram 12.581 mm h<sup>-1</sup> na floresta, 596 no sistema convencional e 1.279 mm h<sup>-1</sup> em semeadura direta.

A concentração da materia orgânica na camada 0-0,05 m foi 27,8; 17,2 y 9,7 g kg<sup>-1</sup>, na floresta, semeadura direta e convencional, respectivamente, verificando-se diferença altamente significativa ( $p < 0,0001$ ). Estes maiores valores sob bosque e semeadura direta podem ser atribuidos à não movimentação do solo, à conservação dos residuos na superficie, fatores que contribuem à menor oxidação da materia orgânica (SEGUY et al., 2001).

Os valores de pH não foram afetados significativamente pelos sistemas avaliados, determinando-se medias de 6,0, 5,5 e 5,6 sob sistema convencional, semeadura direta e floresta. Santacruz et al. (2006) reportaram valores de pH inferiores em sistemas de semeadura direta e lavoreo mínimo, quando utilizadas plantas de cobertura da familia leguminosa.

Os valores de fósforo extraível também não apresentaram diferenças entre os tratamentos, obtendo-se medias de 7,1, 11,4 e 4,5 mg kg<sup>-1</sup> sob sistema convencional, semeadura direta e floresta, respectivamente. Estes resultados são diferentes aos encontrados por Castro et al. (1986) que assinalam que o conteúdo de fósforo aumenta com a implementação da semeadura direta, principalmente nas capas superficiais.

O sistema de semeadura direta melhora a taxa de infiltração de agua no solo, a resistência mecânica à penetração da camada subsuperficial e o teor de materia orgânica da camada 0-0,05 m de profundidade com relação ao preparo convencional.

A densidade do solo da camada 0-0,2 m, os níveis de fósforo extraível e pH não são afetados pelos sistemas de manejo na camada 0-0,05 m.

Com sete anos de implementação a semeadura direta tende a melhorar algumas condições físicas e químicas do solo, quando comparado com o preparo convencional, porém não foram suficientes para recuperar as características físicas e químicas do solo, verificadas na floresta.

Agradecimento: Ao Projeto "Manejo da fertilidade do solo para a produção de alimentos", apoiado pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CONACYT) – Paraguay.

## Referências

CASTRO, O.M.; LOMBARDI, F.; QUAGGIO, JA; DEMARIA, I.C.; VIERA, S.R.; DECHEN, S.C. Perdas por erosão de nutrientes vegetais na sucessão soja/trigo em diferentes sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo (BR)**. v.10, p.293-297. 1986.



DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um latossolo roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. **R. Bras. Ci. Solo (BR)**. v.17, p.471-477. 1993.

FLORENTIN, M.A.; PEÑALVA, M.; CALEGARI, A.; DERPSCH, R. **Abonos verdes y rotación de cultivos en siembra directa**. Pequeñas propiedades. San Lorenzo, PY: MAG/GTZ. 2001, 82p.

SANTACRUZ CÁCERES, E.; FLORENTÍN ROLÓN, M.A.; OVELAR, M.G. Sistemas de manejo de suelo para pequeñas fincas: efecto sobre las propiedades químicas del suelo y el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) Departamento de San Pedro. **Inv. Agr.** v.8, n.1, p.25-31. 2006.

SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, AC. **Sistemas de cultivo e dinâmica da matéria orgânica**. Encarte técnico de informações agronômicas: Potafos (BR). n.96 2001, 32p.

## MICROBACIAS: O PROGRAMA DE MANEJO DE SOLO E ÁGUA EM MICROBACIAS E SEUS IMPACTOS

Vinícius Deotan Coletti<sup>3</sup>, Matheus Ribeiro<sup>2</sup>, Valdir Koch<sup>2</sup>, Quelimar Saggin<sup>2</sup>, Arnildo José Sganzerla<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - SEAB, Mestre em Desenvolvimento Regional, Dois Vizinhos - PR, [vdcoletti@seab.pr.gov.br](mailto:vdcoletti@seab.pr.gov.br); <sup>2</sup>Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural;

<sup>3</sup>Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná e Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural.

**Palavras-chave:** microbacia; manejo de solo e água; manancial de abastecimento.

O presente resumo vem apresentar ações desenvolvidas junto a Programa de Manejo de solo e Água em Microbacia, da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB/Paraná) em parceria com o Banco Mundial. Estes que analisaram e viabilizaram as propostas apresentadas por três municípios da Regional da SEAB de Dois Vizinhos, sendo firmados convênios de repasse de recursos para desenvolver ações relacionadas ao correto manejo de solo e água em microbacias, conforme diretrizes requeridas pelo programa e de acordo com as recomendações técnicas adequadas. Estas propostas foram construídas participativamente junto às comunidades envolvidas e localizadas nas microbacias de abastecimento de cada município, sendo eles Dois Vizinhos, Nova Esperança do Sudoeste e Salto do Lontra, localizados na região Sudoeste do Paraná – Brasil e foram contemplados com recursos do programa para executar proposta de ações na microbacia. A metodologia utilizada foi a mesma nos três municípios atendidos. Inicialmente foi realizada uma Consulta Pública com as comunidades, apresentando as ações possíveis de serem apoiadas e os passivos ambientais previamente levantados pelos técnicos locais do Insituto EMATER. Após esta introdução às diretrizes do programa, foi pactuado com as famílias a resolução destes passivos com as ações elegidas como um incentivo para realizar as correções necessárias e reduzir estes passivos ambientais por meio do correto manejo de solo e água. A partir do momento em que as famílias optaram em participar, iniciou-se uma série de encontros e reuniões para sensibilização, exposição dos impasses, planejamento das ações e operacionalização dos recursos disponibilizados. Desta forma o objetivo do resumo é apresentar a metodologia de trabalho e os resultados esperados das ações na microbacia, também com enfoque na redução do uso de agrotóxicos e no monitoramento de resíduos presentes na água dos manancias de abastecimento dos municípios atendidos.

O Município de Dois Vizinhos iniciou as ações na microbacia do Rio Jirau e abrange as comunidades de Fazenda Mazurana, parte da Santo Antônio, São Pedro do Bandeira e São Bráz. As ações apoiadas na comunidade foram a disponibilização de palanques e arame para cercar áreas de mata ciliar ou de nascentes desprotegidas; a aquisição de corretivo de solo para áreas que necessitavam correção da fertilidade; a construção de sala de espera na bovinocultura leiteira, para melhor manejo de dejetos e o saneamento doméstico. Destaque para aquisição de um terraceador de base larga para uso coletivo na microbacia, o qual com orientação do técnico local do EMATER realiza a reforma ou a construção de terraços de base larga conforme a necessidade. Alguns produtores ainda foram contemplados com horas máquina para trator de esteira e de pneu. Neste município o convênio já encontra-se em sua etapa final de execução e a conclusão das ações quase em sua totalidade. Assim após determinado período será possível mensurar e comparar diversos parâmetros por meio da análises da água do manancial

realizadas pela SANEPAR na estação de captação, e avaliar periodicamente as características como turbidez e a concentração de nutrientes presentes. Assim pretende-se avaliar o efeito das ações nas microbacias atendidas num aspecto geral.

Os municípios de Salto do Lontra e Nova Esperança do Sudoeste iniciaram a execução das ações no decorrer do ano de 2016, todavia os trabalhos com as comunidades iniciaram no ano de 2013. Ambos municípios utilizam o manancial do Rio Lontra para captação e abastecimento da população urbana. O município de Nova Esperança do Sudoeste recebe anualmente repasse referente ao ICMS Ecológico, por ser origem deste manancial de abastecimento que atende também o município de Salto do Lontra. Cada município trabalhou individualmente com as comunidades envolvidas e desenvolveram seus projetos. As ações desenvolvidas na microbacia do Rio Lontra, foram planejadas em consenso com os agricultores, com reuniões e eventos técnicos. Dessa forma os agricultores puderam perceber quais ações seriam mais urgentes para suas propriedades. A partir daí foi iniciada a construção do plano de ação, fomentado através de planilhas de campo para levantamento de dados das propriedades, imagens de satélite e programas de SIG-Sistema de Informações Geográficas para a elaboração dos mapas de abrangência da microbacia, observando o Uso e Ocupação do Solo, Declividade, sistema Viário, Hidrográfico e Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal existente, referenciados pelos livros “Trabalhos da Extensão Rural com o uso de Geoprocessamento” (EMATER, 2014). Com base nas informações dos levantamentos e necessidades sugeridas pelos agricultores, construiu-se o plano de trabalho e elencou-se as principais atividades a serem desenvolvidas: manejo do solo, com terraceamento e enleiramento de pedras, manejo de dejetos com a instalação de lagoas com geomembrana (Saneamento Doméstico), captação e elevação de água para distribuição nos piquetes (evitando a entrada de animais na área de manancial), construção de cercas em áreas de preservação permanente. Outras ações são executadas conforme a necessidade dos agricultores, tais como, melhoria da qualidade da água e proteção de nascentes, o MIP/MID e a redução no uso de defensivos e incentivo ao uso de biofertilizantes pelo correto manejo dos dejetos animais, e assim evitar que estes dejetos venham a contaminar os cursos d’água. Em Nova Esperança destaca-se a ação proposta de saneamento doméstico, pela construção de esterqueiras e aquisição de um homogenizador de esterco líquido. De forma coletiva foi adquirido um distribuidor de esterco líquido para aproveitar o biofertilizante estabilizado.

Este convênio é significativo para a adoção de práticas de manejo de solo e água, entretanto o diálogo com a comunidade é de suma importância para convencer o produtor rural a realizar algumas ações necessárias e são meios de incentivo para realizarem o correto manejo e a redução do passivo ambiental. Estas microbacias vem sendo foco de ações realizadas pelo SEAGRI (Sistema Estadual de Agricultura), como exemplo, o acompanhamento de propriedades denominadas Unidades Demonstrativas junto a “Campanha Plante seu Futuro”, as quais durante as safras de verão (2013/14, 2014/15 e 2015/16) foram sendo difundidas as práticas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) e Manejo Integrado de Doenças (MID). Durante este período, as reduções nas aplicações de defensivos nas UD’s foram na ordem de 50 %, em média. Foram realizados durante todo o período de atuação, desde meados de 2012, inúmeros cursos e seminários, buscando atender às demandas dos produtores, tais como o MIP, MID, plantio direto e manejo e conservação de solos, educação ambiental, diversificação, sucessão familiar, entre outros. Importante destacar que foram incorporando a este processo inúmeros parceiros, como a SANEPAR, o sistema FAEP/SENAR, a UTFPR e UNISEP e os técnicos das Secretarias Municipais de Agricultura.

Em ambas microbacias estarão sendo avaliados parâmetros pela SANEPAR e com o tempo poderão ser realizados levantamentos sobre os possíveis efeitos destas ações. Contudo o trabalho não termina com a execução das ações propostas e convêniadas, vai muito além destas, pois já pode ser observado o principal resultado obtido: a formação de um vínculo, uma rede de pessoas preocupadas e dispostas a discutir o manejo de solo e água e os efeitos das nossas ações com consciência, e conhecedores da necessidade de realizar o correto manejo da água e do solos, como segurança para o abastecimento do manancial do município e da manutenção dos seus patrimônios, suas propriedades rurais, de onde provém seus sustentos e de suas famílias.

## Referências

EMATER, Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Trabalhos da Extensão Rural com uso de Geoprocessamento**. Organizador Milton Satoshi Matsushita. Curitiba: Instituto Emater, 2014, 439 p. ISBN 978-85-63667-37-3





XX

RBMCSA

**Sessão**

**Planejamento do  
Uso da Terra**







## INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E EDÁFICOS EM ÁREAS DO PROGRAMA SAFS NO RECÔNCAVO SUL DA BAHIA

Quintino Reis de Araujo<sup>1</sup>, Amanda Marcelle Barbosa Lopes<sup>3</sup>, Geraldo Costa Argolo<sup>2</sup>, José Geraldo Chagas<sup>2</sup>, José Vicente Pires Neto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira e Universidade Estadual de Santa Cruz, Agrônomo, Ilhéus, BA, quintino@ceplac.gov.br; <sup>2</sup>Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira; <sup>3</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz.

**Palavras-chave:** sistemas agroflorestais; agricultura familiar; uso da terra.

A história da agricultura na região do Recôncavo Sul, do estado da Bahia, Brasil, mostra uma interessante adoção de consórcios sem, contudo, incluir uma maior participação do cacau (*Theobroma cacao* L.), uma das suas principais bases econômicas. A região, na maior parte das áreas, apresenta solos empobrecidos, em relevos acidentados, e áreas sub ou deficientemente cultivadas e mal manejadas. Os sistemas agroflorestais (SAFs) têm se constituído em uma alternativa de uso da terra que, de modo geral, proporciona alternativas sustentáveis aos agricultores e às famílias rurais. Podem ser sistemas fundamentais, como parte dos elementos de políticas agrícolas, na busca do desenvolvimento rural. Os SAFs com a seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) apresentam vantagens sobre os monocultivos, deixando o fluxo de caixa mais favorável com o rendimento de mais uma cultura, diversificando o uso do espaço, com melhor aproveitamento da luminosidade, e melhorando a demanda por mão de obra. A combinação de cacaueiros com seringueiras têm-se tornado um opção bastante adotada na Bahia, devido à facilidade de se plantar mudas de cacaueiro sob o sombreamento uniforme oferecido pelas seringueiras, evidenciando ainda que o SAF-cacau como modelo de agricultura sustentável nos trópicos, tem proporcionado benefícios em aspectos ambientais, sociais e econômicos. O cacaueiro nas entrelinhas das seringueiras cria um microclima favorável ao desenvolvimento das plantas, proporcionado pela proteção contra ventos e o efeito do sombreamento (INÁCIO et al., 2005; MAY; GONSALVES; BRIOSCHI, 1999). A consorciação proporciona benéficos múltiplos entre os consortes ao partilharem os recursos, maior reciclagem de nutrientes, melhor aproveitamento residual dos fertilizantes exógenos e ainda a redução dos riscos ecológicos e incertezas do mercado, podendo amenizar crises causadas pela ocorrência de pragas ou doenças e variações dos preços de uma ou outra cultura (ALVIM; VIRGENS FILHO; ARAÚJO, 1989; NAIR, 1993). Com base em um programa de trabalho da CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira) e da empresa Plantações Michelin da Bahia, com o suporte creditício do PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento a Agricultura Familiar), centenas de agricultores familiares da região têm implantado diferentes arranjos agrícolas, em SAFs que reincorporam o cacau como importante componente agrícola. Este estudo objetivou avaliar alterações nas condições socioeconômicas e edáficas (na química do solo) em propriedades rurais, no Recôncavo Sul da Bahia, com a implantação de SAFs. Os procedimentos metodológicos incluíram aplicação de questionário e análises do solo. O levantamento de dados socioeconômicos se realizou por meio de entrevistas feitas aleatoriamente com 22 agricultores participantes do projeto, selecionados dentre aqueles entre o quarto e sétimo ano de implantação dos SAFs, e mais quatro não participantes do programa, totalizando 26 agricultores. As questões aplicadas, em contato direto com estes agricultores e suas famílias, incluem itens relacionados com: Pessoas na família, Crianças

na escola, Escolaridade do Produtor, Melhorias em residência, Dependência química, Alimentação, Transporte, Luz e água, Eletrodoméstico, Lazer, Renda familiar, Investimentos profissionais, Avaliação ambiental. A amostragem dos solos foi feita em triplicata em três propriedades e quatro usos da terra em cada (Fazenda 1 - Reluz: cacauzeiro, SAF, capoeira, cravo; Fazenda 2 - São José: cacauzeiro, SAF, capoeira, pasto; Fazenda 3 - Tucumirin: cacauzeiro, SAF, cravo e pasto), em áreas contíguas, do mesmo solo, a uma profundidade de 20 cm. As amostras foram analisadas no laboratório do Centro de Pesquisas do Cacau/CEPLAC, conforme Embrapa (1997). De modo geral, os principais resultados mostraram que: os produtores com maior tempo de participação do projeto, sete anos, apresentaram maior evolução e já obtêm do seu trabalho uma renda a mais que contribui expressivamente para uma melhor condição social, enquanto aqueles na faixa de tempo de 4 a 5 anos ainda estão em processo de adaptação e projeção do programa. Estes agricultores começam a colher sua primeira safra de cacau e ainda não começaram a extrair o látex da seringueira. Contudo, já fizeram a venda da safra da banana e de cultivos anuais intercalados, pagando com isso suas primeiras parcelas do financiamento, sentindo os efeitos benéficos que os SAFs, como consórcios, podem trazer a uma comunidade rural. De acordo com as informações obtidas foi possível observar que alguns fatores já mudaram na vida dos pequenos agricultores. Estes, com a adoção dos SAFs, puderam fazer melhorias nas residências - incluindo a instalação de sanitários, renovar seus eletrodomésticos, por exemplo, a TV como meio de lazer e mais uma fonte de informação, ter acesso à luz elétrica, comprar novos produtos na alimentação, como merenda para as crianças, investir em transportes, como de motos, carros e veículos para a propriedade. Outros itens, que indicam progresso nas condições de vida das famílias estudadas, referem-se à escolaridade, diversificação em lazer e alimentação, e o despertar para condições ambientais. Confirmando-se que a presença de árvores (EPPS et al., 2007) favorece a ciclagem de nutrientes, proteção ao solo contra erosão e melhora o microclima, as propriedades químicas dos solos revelaram superioridade das áreas com SAFs nos valores de pH, Ca e K na Fazenda 2, e resultados mais favoráveis (nos números absolutos) nas demais fazendas. De modo geral os SAFs estiveram entre os usos que apresentaram menores valores de Al nas três fazendas. O SAF também apresentou valores mais elevados de P nas fazendas 1 e 3. Os micronutrientes não revelaram diferenças significativas entre as áreas, mas indicando geralmente valores absolutos mais elevados para as áreas de SAFs e cacau, com exceção do Fe que esteve superior nas áreas de cravo (Fazendas 1 e 3) e pasto (Fazenda 2). Neste trabalho, concluiu-se que (a) a adoção dos SAFs, tem proporcionado evolução nas condições socioeconômicas das famílias rurais, particularmente nos itens alimentação, moradia, meio de transporte, serviços de água e luz, acesso a eletrodomésticos, aumento da renda e aspectos ambientais, e (b) os SAFs melhoraram atributos químicos dos solos, com base nos manejos adotados, particularmente quanto a pH, Ca, K e P, demonstrando, ainda, uma tendência positiva para valores de outras variáveis (micronutrientes).

## Referências

- ALVIM, R.; VIRGENS FILHO, A. C.; ARAÚJO, A. C. **Agrossilvicultura como ciência de ganhar dinheiro com a terra: recuperação e remuneração antecipadas de capital no estabelecimento de culturas arbóreas.** Ilhéus: CEPLAC. Boletim Técnico, no 161. 1989. 136p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1997. 212 p.
- EPPS, K. Y.; COMERFORD, N. B.; REEVES, J. B.; CROPPER, W.; ARAUJO, Q. R. CHEMICAL diversity? highlighting a species richness and ecosystem function disconnect. *Oikos* (Kobenhavn), 116:1831-1840. 2007.

INÁCIO, E. S. B.; CANTALICE, J. R. B.; ARAUJO, Q. R. ; NACIF, P. G. S. . Quantificação da erosão em sistema agroflorestal e pastagem na região sul da Bahia. **Caatinga** (Mossoró), Mossoró - RN, v. 18, n. 4, p. 238-244, 2005.

MAY, A; GONSALVES, P. S. E; BRIOSCHI, A. P. Consideração de seringueira com culturas de importância econômica. **O Agrônomo**, v. 51, n. 1, p. 6-9, 1999.

NAIR, P. K. R. An introduction to agroforestry. Dordrecht, The Netherlands: **Küwer Academic**. 1993. 338p.

## CARACTERIZAÇÃO E USO DE SOLOS DO GRUPO BARREIRAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carolina Malala Martins, Jéssia Juliana Alves da Silva, Jeane Cruz Portela, Lunara Gleika da Silva Rêgo, Isadora Nayara Bandeira Medeiros de Moura

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Professora, Mossoró - RN, [carolmalala@ufersa.edu.br](mailto:carolmalala@ufersa.edu.br).

**Palavras-chave:** pedogênese; arenito; uso agrícola.

O Grupo Barreiras ocupa a faixa litorânea e parte da faixa sub litorânea de quase toda a costa brasileira, desde o Rio de Janeiro, estendendo-se para norte até à Bacia Amazônica. Extensas áreas dessa formação cobrem grande parte dos estados nordestinos, particularmente Bahia, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte e Ceará. O material desta formação é bastante heterogêneo, variando em termos de composição química, física e grau de intemperismo. Jacomine et al. (1973) comentam que estes materiais sedimentares são bastante espessos, muito intemperizados e de maneira geral, bem drenados. Melo et al. (2002) afirma que os sedimentos do Grupo Barreiras apresentam baixos teores de Fe e são essencialmente caulíníficos, com esqueleto quartzoso mal selecionado, favorecendo o adensamento dos solos dele originados e consequentemente a presença de horizontes subsuperficiais com características semelhantes aos solos com caráter coeso, fragipãs e duripãs, presentes na costa litorânea Brasileira. O uso agrícola destas áreas é intenso ao longo de toda a costa do território brasileiro, mais especificamente no estado do Rio Grande do Norte, há intenso uso destas áreas com a fruticultura tropical, principalmente na região oeste do estado e na zona litorânea leste, uma importante atividade canavieira já limítrofe com o estado da Paraíba. Poucos são os trabalhos que envolvem a caracterização e uso de solos originados no Grupo Barreiras no estado do Rio Grande do Norte, havendo, desta forma, uma crescente demanda de informações a cerca da pedogênese, composição mineralógica e consequente capacidade de uso destes solos. Com isto, o objetivo desse trabalho foi caracterizar e compreender a pedogênese de solos inseridos nas mesorregiões Oeste e Leste da faixa costeira do estado do Rio Grande do Norte que apresentam uso agrícola com as culturas do melão e cana-de-açúcar, respectivamente.

A área de estudo está inserida nos municípios de Tibau-RN (4° 38' S e 37° 15' W), na mesorregião Oeste do estado, e Baía Formosa (6° 22' S e 35° 00' W) na mesorregião Leste. O município de Tibau apresenta clima do tipo BSw'h' (semiárido muito quente) da classificação de Köppen e vegetação de Caatinga Hiperxerófila. Já o município de Baía Formosa possui clima do tipo As' (tropical chuvoso com verão seco) também de acordo com Köppen e recoberta por Floresta Subperenifolia (SNLCS, 1971). Foram abertos, descritos e coletados quatro perfis de solo, sendo os perfis um e dois (P1 e P2) inseridos no município de Tibau-RN, em área adjacente as áreas cultivadas com a cultura do melão (*Cucumis melo*). Já os perfis três e quatro (P3 e P4) foram abertos no município de Baía Formosa-RN, em áreas adjacentes a talhões cultivados com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). As amostras de solo foram coletadas em cada horizonte avaliado, posteriormente foram secas ao ar e passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). A partir disto, foram realizadas análises físicas, químicas e mineralógicas. Sendo as análises físicas: granulometria, densidade do solo e de partículas e consequentemente obtida a porosidade total. As análises químicas constaram de: pH em água e em KCl (1:2,5), bases

trocáveis, P disponível, H+Al e carbono orgânico total (COT) de acordo com Donagema et al. (2011). A caracterização mineralógica foi realizada na fração argila utilizando-se difratometria de raios X (DRX) e identificação dos picos através do programa RaioX v. 1.0.0.37. As fases minerais foram identificadas de acordo com Chen (1977).

Os perfis de solos inseridos nas mesorregiões Oeste e Leste apresentaram intensa distinção em relação as características edáficas, principalmente variações de ordem morfológica. Embora os solos destas áreas sejam desenvolvidos da mesma formação litogenética, rochas sedimentares que formam o Grupo Barreiras, há uma heterogeneidade significativa em relação a pedogênese de tais solos. Provavelmente há uma influência da composição química das rochas sedimentares dos referidos locais, como também uma variação na flutuação do lençol freático associado ao tipo climático que é totalmente distinto. Desta forma, coloca-se inicialmente a responsabilidade da pedogênese distinta nos fatores de formação material de origem e clima, levando a formação de solos com consequente aptidão agrícola diferente. Os perfis P1 e P2 foram classificados como LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, produto do processo pedogenético de latolização, apresentando a mesma sequência de horizontes (Ap, AB, Bw1, Bw2 e Bw3) e atingindo aproximadamente 200 cm de profundidade. Apresentaram baixa saturação por bases, composição arenosa e mineralogia caulinítica. De modo geral são solos desenvolvidos, onde se percebe a intensa transformação pedogenética do material de origem e que associados ao relevo plano favorecem a drenagem do solo, tornando-o propício para o desenvolvimento de várias culturas de interesse agrícola, apesar da condição climática semiárida existente na região. Já os perfis P3 e P4 foram classificados como ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO Hidromórfico dúrico, produto do processo pedogenético de podzolização, apresentando diferentes sequências de horizontes, sendo P3 composto pelos horizontes A1, A2, Bhsm1, Bhsm2, Bhsm3 e P4 composto por A, A/Bhsm e Bhsm. Possuem como principal característica horizontes subsuperficiais cimentados e maciços, levando a formação de horizontes do tipo fragipã já em 60 cm de profundidade. Possuem horizonte A húmico escuro, espesso, com maior teor de carbono orgânico do solo quando comparados a P1 e P2. Apresentam-se ácidos, pobres quimicamente, arenosos, com forte presença de mosqueados e na composição mineralógica além da caulinita, presença de óxidos de Fe e quartzo, apresentando forte limitação para culturas perenes que necessitam de uma maior profundidade efetiva do solo e consequente maior drenagem.

Os solos das mesorregiões Oeste e Leste do estado do Rio Grande do Norte avaliados apresentam pedogênese distinta, sendo o processo de latolização ocorrente nos perfis de solos inseridos na mesorregião oeste e o processo de podzolização nos perfis inseridos na mesorregião leste e apresentam distintas capacidades de uso. Na mesorregião Oeste os perfis avaliados são classificados como LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos típicos, com horizonte A antrópico, fase de vegetação Caatinga Hiperxerófila, pobres em COT, com baixa saturação por bases, arenosos e cauliníticos. Na mesorregião Leste foi identificada a classe dos Espodossolos, classificando os perfis como ESPODOSSOLOS FERRI-HUMILÚVICO Hidromórfico dúrico, com horizonte A húmico, presença de fragipã, maior aporte de material orgânico, ácidos, pobres quimicamente, arenosos, com forte presença de mosqueados e principalmente cauliníticos e oxídicos.

## Referências

CHEN, P.Y. **Table of key lines in X-ray powder diffraction patterns of minerals in clays and associated rocks**: Geological Survey Occasional Paper 21. Bloomington: Indiana Geological Survey Report. 1977. 67 p.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C. & MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife: SUDENE, 1973. 830p. (DPP, Boletim Técnico, 28. SUDENE, Série Pedologia, 16).

MELO, V.F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; SINGH, B.; NOVAIS, R.F. & FONTES, M.P.F. Propriedades químicas e cristalográficas da caulinita e dos óxidos de ferro em sedimentos do Grupo Barreiras no município de Aracruz, estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.53-64, jan./mar. 2002.

SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS-EMBRAPA. **Levantamento Exploratório – Reconhecimento de solos Rio Grande do Norte (Área de atuação da SUDENE)**. Recife, Boletim Técnico nº 60, 1971. 531p.

## ALTERAÇÃO DE CULTURA E RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA, APÓS APLICAÇÃO DA LEGISLAÇÃO CONSERVACIONISTA

Oswaldo Julio Vischi Filho, Guilherme Martins de Souza Leite, José Alberto Monteiro,  
João Braulio Junqueira, Claudio Romeu Wohnrath

Coordenadoria de Defesa Agropecuária, Engenheiro-agrônomo Dr., Campinas - SP, [oswaldo@cda.sp.gov.br](mailto:oswaldo@cda.sp.gov.br).

**Palavras-chave:** conservação do solo; controle de erosão; recuperação de área degradada.

O objetivo do trabalho foi a reabilitação agrícola da área degradada e como consequência a preservação do meio ambiente. A aplicação da lei do uso e conservação do solo do Estado de São Paulo é de competência exclusiva da Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA). No ano de 2002, o Escritório de Defesa Agropecuária (EDA) de Ribeirão Preto realizou fiscalização na Fazenda Taboca e constatou que o solo, na área cultivada com culturas de ciclo anual, estava degradado e com processos erosivos. Aplicando a Lei Estadual do Uso e Conservação do Solo Agrícola, o proprietário da fazenda foi autuado e assinou um termo de compromisso de elaboração de projeto técnico, elaborado por engenheiro agrônomo e implantado parcialmente. Posteriormente, vendeu a propriedade e o novo proprietário apresentou e implantou novo projeto técnico de conservação do solo e da água, recuperou a área degradada e reparou os danos erosivos, substituindo as culturas de milho e soja que não estavam adequadas à classe de capacidade de uso da terra local, pela cultura da cana-de-açúcar. Após a aplicação da legislação pertinente, a propriedade com solo degradado, transformou-se em área produtiva com seu solo preservado.

O Escritório de Defesa Agropecuária (EDA) de Ribeirão Preto, da Coordenadoria de Defesa Agropecuária fiscalizou, em 2002, a propriedade Fazenda Taboca localizada no município de Cajuru, SP, onde verificou-se processos erosivos e assoreamento de curso d'água causado por partículas de solo carregadas das áreas de produção agrícola cujo solo estava degradado. O objetivo do trabalho foi a reabilitação agrícola da área degradada e como consequência a preservação do meio ambiente. O proprietário foi autuado de acordo com a Lei Estadual do Uso e Conservação do Solo Agrícola (SÃO PAULO, 1988). Assinou um termo de compromisso de elaboração de projeto técnico. Apresentou um projeto de conservação do solo, que executou parcialmente e posteriormente, vendeu a propriedade e o novo proprietário implantou novo projeto para a recuperação dos danos, substituindo as culturas de milho e soja pela cultura da cana-de-açúcar. A propriedade transformou-se em área produtiva com o solo preservado.

O trabalho foi realizado no município de Cajuru, SP, pelos técnicos do EDA de Ribeirão Preto, com apoio do Centro de Fiscalização de Insumos e Conservação do Solo da CDA, que fiscalizaram a Fazenda Taboca, com área total de 214 ha. A propriedade foi georreferenciada com receptor GPS, modelo Garmin 12, utilizando-se o formato: graus minutos e segundos, com "datum" SAD 69. As erosões encontradas também foram georreferenciadas, dimensionadas, classificadas conforme portaria CATI n. 6 (SÃO PAULO, 1997b) e fotografadas. Os solos das áreas foram classificados como: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQ4) no terço superior da encosta e LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LV19) no restante da mesma. Encontrou-se erosão laminar ligeira, em 90 ha e também observou-se erosão em sulcos superficiais ocasionais em 10 ha e erosões em sulcos rasos ocasionais, em 10 ha, somando-se uma área erodida de 110 ha.



O proprietário foi autuado em 25/11/2002 por infração ao artigo 16 do decreto estadual nº 41.719/97 (SÃO PAULO, 1997a), e optou por assinar um termo de compromisso de elaboração de projeto técnico, apresentou projeto de conservação do solo que executou parcialmente, assim, aplicou-se a multa de 325 UFESPs, que foi recolhida pelo interessado. A propriedade foi vendida e o novo proprietário após ter sido informado da situação do imóvel quanto à autuação, vendeu a propriedade para a Usina Ipiranga que implantou projeto de conservação do solo, substituindo as culturas anteriores pela cultura da cana-de-açúcar recuperando e sanando os danos apontados na ocasião da infração. Em vistoria realizada em 19 de fevereiro de 2008, constatou-se que todas as etapas propostas no projeto haviam sido cumpridas a contento, sendo que nesse mesmo dia, comprovou-se a eficiência das obras executadas, com a incidência de chuvas sobre a área trabalhada.

Executou-se o projeto técnico de conservação do solo com a implantação de sistema de terraceamento tipo embutido, com espaçamento adequado, calculado conforme Bertoni e Lombardi Neto (1990), ideal para receber a cultura da cana-de-açúcar. O solo que apresentava erosão laminar foi corrigido com aplicação de calcário e fertilização de acordo com as recomendações contidas na análise do solo. Visando recuperar as erosões em sulcos, realizou-se a subsolagem de toda a área de latossolo, quebrando a camada compactada (pé de grade), facilitando a infiltração de águas pluviais no perfil do solo. As culturas anuais - milho e soja, que eram cultivadas em área com sistema de terraceamento de base larga, mal dimensionados para esse tipo de cultivo, foram substituídos pela cultura da cana-de-açúcar implantada em área com sistema de terraceamento adequado e com práticas conservacionistas pertinentes à cultura, com resultados positivos para a conservação do solo. Também houve a readequação dos caminhos internos da propriedade.

Conclusões: 1) Sem a legislação conservacionista, o solo da propriedade continuaria degradado e curso d'água ainda sofreria com o assoreamento, prejudicando os seus usuários; 2) O solo degradado cedeu lugar a uma cultura produtiva de cana-de-açúcar; 3) Ocorreram benefícios diretos ao proprietário, à população do bairro e, principalmente, ao meio ambiente.

## Referências

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3ed. São Paulo: Ícone; 1990.

MONTEIRO, J. A.; SOUZA LEITE, G. M., VISCHI FILHO, O. J.; JUNQUEIRA, J. B. Transformação de área desertificada e erodida em uma propriedade agrícola produtiva, através da aplicação da legislação do uso e conservação do solo. In: **Anais do 3º. Congresso Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural**; novembro 2006; Campinas; FEALQ; 2006. p.305-311.

ESTADO DE SÃO PAULO. Diário Oficial do Estado de São Paulo; v.98; n.123; 05/07/88. **Lei n. 6.171, de 04 de julho de 1988**. Dispõe sobre o uso, conservação e preservação do solo agrícola; São Paulo; 1988.

ESTADO DE SÃO PAULO. Diário Oficial do Estado de São Paulo; v.107; n.73; 17/04/97. **Decreto Estadual n. 41.719, de 16 de abril de 1997**. Regulamenta a Lei n. 6.171/88, que Dispõe Sobre o Uso, Conservação e Preservação do Solo Agrícola; São Paulo; 1997a.

ESTADO DE SÃO PAULO. Diário Oficial do Estado de São Paulo; fl.08; seção I; 18/07/97. **Portaria CATI n. 06, de 24/06/97**. Dispõe sobre o estabelecimento de critérios técnicos para efeito de fiscalização do uso do solo agrícola no Estado de São Paulo; 1997b.

## MANEJO E APTIDÃO DO USO DO SOLO APLICADO AO MODELO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS

Thais Guarda Prado Avancini, André Munhoz de Argollo Ferrão

<sup>1</sup>Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - Universidade de Campinas, Doutoranda, Campinas - SP, [thais@verdigi.com.br](mailto:thais@verdigi.com.br).

**Palavras-chave:** planejamento do uso do solo; cidades sustentáveis; conservação de solo e água.

As palavras de alguns pensadores clássicos europeus do século XIX continuam inovadoras no Brasil do século XXI, principalmente em relação às preocupações socioecológicas de Ebenezer Howard, em seu livro “Tomorrow: A Peaceful Path to Real Reform” publicado em 1948 e revisado e reeditado com o título “Garden Cities of Tomorrow”, em 1902.

O autor apostava que o casamento cidade-campo era uma forma de assegurar uma combinação perfeita, com todas as vantagens de uma vida urbana cheia de oportunidades e entretenimento, juntamente com a beleza e os prazeres do campo. Essa interação seria igualmente benéfica, se fossem posicionadas nas questões abrangidas pelo termo sustentabilidade, levando em consideração o social e o ambiental, de acordo com as potencialidades e principalmente as vulnerabilidades de cada região.

Já no século XX, McHarg, em seu livro “Design with nature”, trouxe importantes contribuições sobre o conceito de urbanismo ecológico, popularizando a ideia de que as cidades podem ser desenhadas para incorporar e imitar algumas funções ecológicas desejadas. Em suas contribuições urbanísticas, destaca-se a questão da infraestrutura verde, em especial a drenagem natural contribuindo para acentuar o desempenho hidrológico e ecológico de uma cidade.

Em seus sistemas naturais, McHarg propunha, em relação ao uso do solo e manejo da vegetação, a correta utilização desses recursos, trabalhando equilibradamente a permeabilidade dos solos, minimizando a erodibilidade, aproveitando da vegetação existente e utilizando-se da recomposição florística e ambiental, maximizando o potencial florestal da região. Todas essas ações poderiam variar de acordo com o clima, vida silvestre existente, geologia e hidrologia de cada região. É o pensamento do todo, pensamento sistêmico, no qual o que importa não são as partes do sistema em si, mas o modo como elas se inter-relacionam.

O solo assume importante função ecológica como integrador no meio ambiente, atuando na produção e acumulação de matéria orgânica, reciclagem de água, nutrientes e outros elementos e na alteração de compostos químicos, no sistema “solo-água”. No meio urbano, carrega as funções de fonte de materiais para obras civis, sustento da agricultura urbana, suburbana e de áreas verdes, meio para descarte de resíduos e armazenamento, além de filtragem de águas pluviais. Por essas funções insubstituíveis, no contexto da preocupação ambiental, não se pode mais considerá-lo sem que se leve em conta sua preservação e correto manejo. Amplia-se, portanto, o conceito de solo, que deixa de ser considerado apenas sob o ponto de vista agrícola, no qual exerce papel vital, sendo encarado sob uma óptica ambiental mais ampla, com o estabelecimento de limites que definam até que ponto a atividade humana pode afetar sua capacidade de funcionar como integrador ambiental.

Problemas relacionados à compactação, erosão, assoreamento, poluição e deslizamentos são resultantes da falta de conhecimento do comportamento dos solos quando submetidos às aplicações urbanas e são comumente provocados pelo uso inadequado do solo, destacadamente neste meio.

A interdependência é a natureza das relações ambientais. Entender a interdependência ambiental significa entender relações, as quais não são lineares, pois envolvem múltiplos laços de realimentação. A visão de processos foi abordada por Argollo Ferrão (2007) sob a ótica do “Método de Pesquisa Orientada a Processos” – Método POP – que se caracteriza por suas dinâmicas e princípios que levam à visão de processos baseada no pensamento complexo e no enfoque transdisciplinar aplicados a empreendimentos civis de diversa índole (públicos ou privados, individuais ou comunitários), abstraídos da leitura que se possa ter da realidade a partir da compreensão do contexto que coevolui permanentemente, numa sucessão de mudanças que alteram a própria visão que originalmente se tinha da realidade.

Uma cidade sustentável é projetada considerando o modelo e a dinâmica de desenvolvimento que respeitam e cuidam dos recursos naturais, preocupando-se com as gerações futuras. No campo do conhecimento científico, diversas são as visões no campo da sustentabilidade urbana, a qual considera as dimensões social, econômica e ambiental, quanto à questão da densidade urbana, dos padrões de uso e ocupação do solo e de seus impactos nos ecossistemas e nos processos naturais.

Voltando ao que Howard acreditava ter provado, vemos a ideia que se poderia obter uma boa qualidade ambiental, não só nas partes centrais das cidades, mas por todo seu conjunto, evitando-se colocar a área agrícola circundante como uma terra ainda não construída, mas sim como um cinturão verde permanente e integrado a cidade.

No processo de urbanização planejado, atrelado ao conceito de cidades sustentáveis, a aptidão de uso dos solos deve ser considerada, observando suas potencialidades e respeitando suas limitações e fragilidades. O manejo dos solos, nas áreas urbanas e principalmente nas “franjas urbanas-rurais” deve ser visto como uma importante ferramenta na tomada de decisões para a expansão urbana ou recuperação de espaços urbanos degradados e novos suportes para obras civis.

Pedron et al. (2004), afirmam que as mudanças ocorridas no solo provocadas pela urbanização não assumiram, em sua maioria, caráter pedogenético pela rapidez com que ocorrem em relação à escala temporal destes processos. Também reconhecem a importância do aproveitamento do conhecimento e experiência acumulados no uso agrícola e florestal do solo para compreender seu comportamento quando sob uso urbano.

As “franjas urbana-rural”, por serem zonas de transição entre cidade e campo, nas quais atividades rurais e urbanas disputam o uso do solo – plurifuncionais – são locais nos quais o conceito de cidades sustentáveis podem ser aplicados, em detrimento da área urbana consolidada e conturbada. Estas áreas se submetem a grandes e rápidas transformações econômicas, sociais e físicas, além de possuírem um dinamismo marcado pela proximidade de um grande núcleo urbano, podendo apresentar as dificuldades e a potencialidade de um manejo adequado no uso do solo, pois são portadoras de um conjunto de características distintas, já que apenas parte do seu espaço foi assimilado pelo crescimento urbano; o restante é espaço referente ao mundo ainda rural.

A avaliação das mudanças na paisagem, principalmente no que tange às alterações nas áreas classificadas como urbanas e rurais, é fundamental para a eficiência na gestão territorial, pois subsidia a tomada de decisões relacionadas à ocupação do solo e consequentemente, na conservação de recursos naturais e ambientais.

O diagnóstico para intervenções futuras deve basear-se em princípios e regras visando a organização e a sustentabilidade, de forma a minimizar a entropia projetada para o entorno

e reduzir os impactos locais e regionais. O uso do solo deve ser estabelecido não apenas pela legislação, mas, sobretudo, de acordo com sua aptidão de uso, observando suas potencialidades e respeitando suas limitações.

## Referências

- ANDRADE, L. M. S. de. **Conexão dos Padrões Espaciais dos Ecossistemas Urbanos**. Brasília, 2014. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 2014.
- ARGOLLO FERRÃO, A. M. de. O “Método POP”: Pesquisa Orientada A Processos (The “POP Method”: Process Oriented Research) In: **International Conference on Systems Integration, ICSI’07**. Brasília, 2007.
- CAPRA, Fritjof. **A teia da Vida**: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. 11a ed. SP: Editora Cultrix, 1996.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.1985. **Conservação do Solo**. São Paulo: Livrocercos.
- PEDRON, F. A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C. de; KAMINSKI, J.. Solos urbanos. **Cienc. Rural** [online]. 2004, vol.34, n.5

## CONTROLE ESTRUTURAL NA RECARGA DE AQUÍFEROS: ESTUDO DE CASO AQUÍFERO GUARATIBA - RJ

Gabriel dos Santos Vicente, Daniela da Silva Cordeiro, Helena Saraiva Koenow Pinheiro,  
Maria Geralda de Carvalho

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Bolsista, Seropédica - RJ, *gabrielsv277@gmail.com*.

**Palavras-chave:** geomorfologia; geoprocessamento; lineamentos.

A região administrativa de Campo Grande e Guaratiba da cidade do Rio de Janeiro, onde se situa o Aquífero Guaratiba, constitui-se de área que preocupa o poder público pois é considerada ambientalmente frágil, formada por grandes planícies alagadiças, encostas íngremes e por herdar um grande passivo ambiental causado pelos dejetos industriais. Adicionalmente, nos últimos dez anos vem sofrendo um processo de explosão demográfica que está alterando a paisagem da região que antes era ocupada por atividades agropastoris, casas de veraneio e algumas indústrias, e hoje vivencia a construção desordenada de assentamentos urbanos precários sem a presença de água tratada ou tratamento sanitário (CONSEMAC, 2015). A existência do Aquífero Guaratiba em uma área de fragilidade ambiental exige constante monitoramento ambiental e aprimoramento na gestão e planejamento do uso da água. Estudos que possam auxiliar no entendimento da dinâmica da água no aquífero, podem servir de base para a tomada de decisão pelo poder público.

O Aquífero Guaratiba está inserido no Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste Brasileiro (SRCSB). A evolução tectônica desse sistema de riftes junto aos processos exógenos construiu a paisagem e a dinâmica que encontramos hoje no sudeste brasileiro e individualizaram as unidades geomorfológicas da Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e o Gráben da Guanabara. A área deste aquífero está inserida numa subdivisão do Gráben da Guanabara denominada de Sub-Gráben Guandú- Sepetiba (GONTIJO-PASCUTI, 2012). O aquífero Guaratiba, caracterizado por Carvalho (2009) constitui-se de um aquífero poroso e fraturado no qual o armazenamento da água acontece nos espaços porosos dos depósitos coluvionares e nas descontinuidades do arcabouço rochoso e tem como característica uma rápida dinâmica de recarga e descarga. O aquífero fissural é controlado pela estrutura das rochas (falhas, fraturas, foliações) que compõem o arcabouço rochoso.

A área de estudo está inserida no Aquífero Guaratiba entre as latitudes 22°56' e 22°59" Sul e longitudes 43°36' e 43°30' Oeste e sua extensão é de 8.150,76 Km<sup>2</sup>, abrangendo parte da Serra de Inhoaíba, parte oriental do Maciço da Pedra Branca e uma planície fluvial cujo principal rio é o Piraquê. Por situar-se numa área onde o controle tectônico-estrutural na construção da paisagem é marcante com alinhamento de serras e vales encaixados o objetivo deste estudo tange à avaliação, através da análise dos lineamentos, da influência da morfoestrutura como condicionante da recarga desse aquífero.

Os arranjos retilíneos de muitas feições fisiográficas caracterizam-se como lineamentos e estes estão intimamente ligados aos aspectos principais do quadro estrutural da região, podendo indicar juntas, falhas, zonas de cisalhamento e foliações. O uso de geotecnologias é adotado para identificar regionalmente os grandes lineamentos, e neste estudo optou-se por utilizar o programa *ArcGIS Desktop v.10*. Parte importante do estudo dos lineamentos constitui a análise da geomorfologia das linhas de cristas, vales estruturais, linhas de drenagem, escarpas e depressões que podem indicar a existência de feições estruturais significativas (BRICALLI; MELO, 2013).

A avaliação foi baseada em revisão de literatura e técnicas de geoprocessamento para obtenção de modelos numéricos do terreno (MNT) de forma a representar características da superfície e auxiliar na interpretação das feições estruturais que condicionam o relevo da região e, consequentemente, na dinâmica da recarga do aquífero em questão. Para a identificação dos lineamentos foram utilizados dados oriundos de sensoriamento remoto orbital - STRM (Shuttle Radar Topography Mission) que permitem gerar um modelo tridimensional da superfície, que possibilitam a identificação de feições morfoestruturais como os vales estruturais, linhas de cristas, escarpas, depressões, entre outras feições (BRICALLI; MELO, 2013). Este método é considerado trabalhoso, pois todos os lineamentos são identificados um a um a partir da análise geomorfológica da área. A partir dessa imagem e das indicações dos lineamentos é construído um mapa com a identificação e caracterização dos trends (direções principais) dos lineamentos da área de estudo. Adicionalmente, foram utilizados na análise dados obtidos do banco de dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), disponíveis em: <http://geobank.sa.cprm.gov.br/>.

A área de estudos foi analisada na escala de 1:50.000 e foram encontrados 21 lineamentos. Tais lineamentos se dividem entre o Maciço da Pedra Branca e a Serra Inhoaíba de composição granítica e a planície fluvial formada por depósitos Quaternários.

O Maciço da Pedra Branca tem 71 % dos lineamentos, destes 93 % tem direção NE-SW e 7 % (um) direção E-W. A média de comprimento dos lineamentos deste local é de 5.557 m, o maior lineamento possui 14.000 m e o menor lineamento possui 1.100 m. A Serra do Inhoaíba tem 28 % dos lineamentos, destes 80 % têm direção NE-SW e 20 % (um) direção NW-SE, a média de comprimento dos lineamentos deste local é de 3.920 m, o maior lineamento possui 10.000 m e o menor possui 1.100 m. A planície fluvial é transposta por 28 % dos lineamentos, destes 80 % têm direção NE-SW e 20 % (um) direção NW-SE, com média de comprimento dos lineamentos de 1.733 m, o maior possui 2.500 m e o menor possui 1.100 m.

A interpretação das imagens permitiu a identificação de três padrões de lineamentos. O padrão principal tem maior densidade, maior comprimento, lineamentos paralelos, com distribuição mais homogênea e direção preferencial NE-SW, secundariamente ocorrem outros dois, um de direção NW-SE e outro de direção E-W, ambos de pouca densidade e menor comprimento relativo. Segundo Carvalho (2009) os lineamentos de direção NE-SW estão associados a fraturas e diques e os de direção NW-SE correspondem a diques de rochas alcalinas e básicas. A interseção entre diferentes sistemas de lineamentos constitui fato importante pois pode indicar conectividade entre as fraturas favorecendo a circulação de água subterrânea no aquífero fraturado. Os lineamentos NE-SW são intersectados pelos de direção E-W e NW-SE. Morfologicamente os lineamentos correspondem a linhas de cristas ou a vales encaixados originados da interação entre a estrutura do arcabouço rochoso (junta e foliação) com os fatores exógenos formadores do relevo evidenciando zonas de fraquezas nas rochas e zonas estratégicas na paisagem pelas quais a água pode, segundo Morais (2012), infiltrar e percolar contribuindo para a recarga do aquífero fraturado.

## Referências

CARVALHO, M.G. de [Coord]. **Avaliação Hidrogeológica e da Qualidade das Águas Subterrâneas nas Regiões Administrativas de Campo Grande e Guaratiba**. Relatório de Pesquisa UFRRJ/FAPUR/PETROBRAS, p.342. Rio de Janeiro, 2009.

CONSELHO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE - CONSEMAC. **Câmara técnica da Bacia drenante à Baía de Sepetiba**. Parecer, p.30, Mai 2015.

BRICALLI, L. L.; MELO, C. L. Padrões de Lineamentos relacionados à Litoestrutura e ao Fraturamento Neotectônico (Estado do Espírito Santo, SE do Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v.14, n.3, p.301-311, Jul-Set 2013.

GONTIJO- PASCUTI, A. H. F.; HASUI, Y.; SANTOS, M.; JÚNIOR, A. V. S.; SOUZA, I, A. S. As serras do mar e da mantiqueira. In: HASUI, Y.[Eds.]. **Geologia do Brasil**, p. 549-571. São Paulo: Beca, 2012.

MORAIS, F. de. Infiltração – uma variável geomorfológica. **Caderno de Geografia** v.22, n.38, p.73-87, 2012.



## LEVANTAMENTO DE SOLOS DE UMA SUB-BACIA MANANCIAL DE ABASTECIMENTO PÚBLICO EM MINAS GERAIS

Elidiane da Silva, Fábio José Gomes, Mirian de Sousa Silva, Luis Antônio Coimbra Borges,  
Marx Leandro Naves Silva

Universidade Federal de Lavras, Doutoranda em Ciência do Solo, Lavras - MG, [elidianeagroufla@gmail.com](mailto:elidianeagroufla@gmail.com).

**Palavras-chave:** manejo do solo e da água; sustentabilidade ambiental; uso racional.

De acordo com Menezes et al. (2009), o uso das terras e a falta de planejamento da produção agrícola têm comprometido a capacidade de sustentação dos sistemas naturais, submetendo-os à degradação e à perda de produtividade, com repercussão ambiental, econômica e social negativa. Neste sentido o levantamento de solos pode fornecer subsídios para o planejamento de diversas áreas de atividade, sejam agrícolas ou não agrícolas (COSTA et al., 2009), fornecendo uma base segura e real para que, com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, os mapas resultantes representem com acurácia os diferentes ambientes naturais na paisagem de uma determinada área (MENEZES et al., 2009). De acordo com Carmo, Resende e Silva (1990), tanto a classificação taxonômica de solos quanto a indicação de seus limites físicos por meio de mapas pedológicos se apoiam em critérios que sintetizam as principais características ambientais, variáveis de elevado poder de síntese e capacidade preditiva. Todos estes estudos denotam a importância que o levantamento de solos tem na adequação da produção agrícola e na preservação ambiental de uma determinada região. As ferramentas para o mapeamento digital de solos auxiliam na aquisição dos atributos de terreno necessários para uma prévia estratificação dos diferentes ambientes

Neste contexto o levantamento de solos da Sub-bacia Córrego dos Bois tem como objetivo avaliar as propriedades morfológicas, físicas e químicas dos solos da área, classificando-os segundo nomenclatura vigente e indicando o potencial e as limitações para o aproveitamento agrícola e não agrícola da área, a fim de subsidiar futuros planos de exploração racional dos recursos naturais visando à manutenção das atividades produtivas aliadas à produção e fornecimento de água de qualidade para abastecimento público para o município de Oliveira, Minas Gerais. A Sub-bacia Córrego dos Bois possui área de 1.540,18 ha e está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, um dos afluentes do Rio Grande. O clima da região é o Cwb segundo a classificação climática de Köppen, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves com estiagem no inverno. A temperatura média anual é de 18,2 °C, tendo nos meses mais quente e mais frio temperaturas médias de 20,8 °C e 14,7 °C, respectivamente em fevereiro e julho, precipitação média anual de 1.674 mm e altitude média de 1.020 m (ALVARES et al., 2013). Para realização do levantamento de solos foram determinados pontos de observação, 6 perfis completos e 10 amostras extras nos diferentes ambientes de solos e/ou paisagens encontrados na sub-bacia, baseados nos atributos de terreno: declividade, altitude acima da linha de drenagem (Altitude Above Channel Network - AACN) e índice de umidade (Saga Wetness Index – SWI). Para gerar os atributos de terreno utilizou-se o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC) com 10 m de resolução obtido com auxílio da ferramenta Topo to Raster, do *ArcGIS* 10.2.2, utilizou-se para isso curvas de níveis planialtimétricas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia) com escala de 1:50.000. O mapa de declividade foi gerado pela ferramenta Slope, do *ArcGIS* 10.2.2, a partir do MDEHC, e classificado de acordo com Santos et al.

(2013). Os atributos de terreno AACN e SWI foram obtidos a partir do MDEHC utilizando a ferramenta *Basic Terrain Analysis* do programa SAGA 2.0.8, estes índices estão relacionados a geomorfologia do terreno. A área da sub-bacia foi intensamente percorrida para observação e amostragem, tanto dos perfis, quanto das amostras extras, para determinação das classes de solos existentes. A classificação dos solos para posterior confecção do mapa semidetalhado em escala 1:30.000 foi realizada levando em consideração características físicas e químicas, além de características morfológicas observadas em campo, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos atualmente em vigor (EMBRAPA, 2013). Foram mapeadas três ordens taxonômicas de solos: Argissolos, Latossolos e Cambissolos. Salienta-se que na unidade de mapeamento SIV (Solos Indiscriminados de Várzea) não foi realizada a individualização dos solos. Verifica-se a predominância de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, constituindo 39,20 % da área total da sub-bacia, seguido por LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, com 29,49 %, e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, com 13,10 %. A unidade de mapeamento SIV representa 18,21 % da área total da sub-bacia.

A integração da fase de relevo na unidade de mapeamento de solos permitiu um maior avanço na discussão do manejo dos solos encontrados por possibilitar diferenciar a aptidão agrícola com maior nível de detalhamento. Latossolos e Argissolos ocorrem em áreas de relevo plano a ondulado, já os Cambissolos são encontrados em declives forte ondulados e montanhosos. Na sub-bacia em questão, predominam Latossolos e Argissolos em relevo plano a suave ondulado perfazendo 54,85 % da área total.

Nesse contexto alguns cuidados devem ser tomados para melhoria da qualidade do manancial de abastecimento público municipal. As áreas de Latossolos e Argissolos em relevos suave a ondulado se cultivadas adotando práticas conservacionistas simples podem não oferecer grandes riscos de assoreamento e contaminação do manancial. Já as áreas de Argissolos e Cambissolos que estão sob relevo ondulado e forte ondulado, podem ser cultivadas, entretanto, práticas conservacionistas são indispensáveis para controlar o risco de erosão evitando o assoreamento e contaminação dos cursos d'água. Recomenda-se que a área abrangida pela unidade de mapeamento 'Solos Indiscriminados de Várzea' (SIV) seja destinada à preservação permanente visando a manutenção da qualidade ambiental do local e proteção dos corpos d'água.

Agradecimentos às agências financiadoras FAPEMIG, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## Referências

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., DE MORAES, G., LEONARDO, J., & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteor. Zeits.**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- CARMO, D. N.; RESENDE, M.; SILVA, T. C. A. **Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, p. 188-235, 1990.
- COSTA, A. M. D., CURI, N., MENEZES, M. D. D., ARAÚJO, E. F. D., & MARQUES, J. J. Levantamento detalhado de solos da microbacia hidrográfica do horto florestal Terra Dura (RS) e considerações sobre escalas de mapeamento. **Ciênc. e Agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1272-1279, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- MENEZES, M. D.; CURI, N.; MARQUES, J. J.; MELLO, C. R.; ARAÚJO, A. R. Levantamento pedológico e sistema de informações geográficas na avaliação do uso das terras em sub-bacia hidrográfica de Minas Gerais. **Ciênc. e Agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1544-1553, nov./dez., 2009.
- SANTOS, R., LEMOS, R., SANTOS, H., KER, J., & ANJOS, L. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Revista e ampliada Viçosa. Soc. Bras. de Ci. do Solo, 2013.

## IDENTIFICAÇÃO DE REGIÕES DO ESTADO DO MATO GROSSO SUSCETÍVEIS À CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Rafael Mingoti<sup>1</sup>, Claudio A. Spadotto<sup>1</sup>

Embrapa Gestão Territorial, Analista, Campinas - SP, [rafael.mingoti@embrapa.br](mailto:rafael.mingoti@embrapa.br).

**Palavras-chave:** recursos hídricos; agroquímico; sistema de informação geográfica.

O planejamento e a gestão de uso e ocupação do solo, por meio da restrição e fiscalização das atividades antrópicas, é uma das estratégias de proteção das águas subterrâneas e pode ser focada na proteção geral de um aquífero, identificando áreas mais vulneráveis à contaminação, de forma a promover um controle regional do uso do solo em toda a sua extensão, sobretudo na zona de afloramento. Portanto, no planejamento de uso do solo e na gestão ambiental de territórios, diante das mais diversas atividades antrópicas, a avaliação da vulnerabilidade de aquíferos à poluição apresenta-se como um importante subsídio.

Considerando que em estudos com grande abrangência geográfica, em escalas pequenas, os dados de entrada de um índice de vulnerabilidade de corpos de água subterrâneos podem ser obtidos remotamente, integrando-os, posteriormente, em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e de modo a apoiar o planejamento de uso do solo e a gestão ambiental de territórios, elaborou-se esse trabalho que teve como objetivo caracterizar, com base em propriedades dos solos e a suscetibilidade à contaminação do lençol freático por agroquímicos na área do Estado do Mato Grosso.

Para a realização do estudo de caso, em escala exploratória, no estado do Mato Grosso, adotou-se o mapa de solos do Brasil, na escala 1:5.000.000. Para caracterizar a vulnerabilidade da água subterrânea à contaminação, entendida como o inverso da proteção que os solos oferecem, foi adotado o Tempo de Retenção (TR) (RAO et al., 1985).

De modo a obter os valores médios de espessura dos horizontes, umidade na capacidade de campo, densidades de solo e carbono orgânico, para o horizonte "A" e o horizonte subsuperficial diagnóstico "B" ou "C" de cada tipo de solo presente no mapa de solos, utilizou-se os bancos de dados de informações de solos de Cooper et al. (2005) e de Oliveira et al. (2008), sendo que, no primeiro banco de dados obteve-se os dados de carbono orgânico, enquanto que no segundo obteve-se os valores de densidades de solo. Os valores de umidade na capacidade de campo não foram encontrados em nenhum dos dois bancos de dados, com isso, optou-se pela sua estimativa utilizando funções de pedotransferência.

Para a obtenção dos valores médios dos atributos necessários foi realizado um processo de filtragem em ambos os bancos de dados utilizando o aplicativo Microsoft Excel. Primeiramente foram removidos os dados que apresentavam valor zero ou nulo para ao menos um dos atributos necessários. De modo a retirar dados com erros grosseiros, foram removidos dados geralmente não encontrados em solos minerais. Após esse processo de remoção de dados foi realizada a segunda etapa da filtragem dos dados que consistiu em selecionar apenas os dados de solos que apresentavam classificação igual à classe apresentada no mapa de solos para a localização desses dados.

Para as classes de solos que não tiveram nenhum dado selecionado após a filtragem espacial, adotou-se o critério de utilizar todos os dados da referida classe, localizados ao longo da área de estudo. Para as classes de solos que, mesmo na condição anterior não tiveram nenhum dado selecionado, utilizou-se todos os dados da referida classe nos bancos de dados.

A recarga hídrica líquida anual para a área de estudo foi estimada como sendo a diferença entre as médias históricas de chuva (ALVARES et al., 2015) e a evapotranspiração (ALVARES et al., 2013) nos meses entre outubro e março. Este critério foi adotado pois, de maneira predominante na área de estudo, essa é a época do ano em que a atividade agrícola ocorre de maneira mais abrangente e além disso ocorrem volumes de chuvas maiores do que de evapotranspiração, proporcionando maior risco de lixiviação de agroquímicos. Não se verificou, nesse estudo, o efeito que a irrigação poderá trazer para o índice TR.

A profundidade do lençol freático foi estimada por meio da aplicação do modelo *Height Above the Nearest Drainage* - HAND (NOBRE et al., 2011) nos dados do Modelo Digital de Elevação - DEM do projeto *Shuttle Radar Topographic Mission* - SRTM disponibilizados pelo *United States Geological Survey* - USGS em seu sítio na internet em formato raster com resolução espacial de 90 m. Os valores finais de profundidade do lençol freático foram obtidos pela limitação dos valores do HAND a no máximo o valor da espessura do solo com maior soma das espessuras dos horizontes "A" e "B" ou "C". Essa etapa foi necessária de modo a evitar valores muito altos de profundidade do lençol freático.

Todos os dados de entrada foram convertidos para formato raster com resolução espacial de 100 m (resolução espacial fornecida pela evapotranspiração), no sistema de referência SIRGAS 2000 e no sistema de projeção Policônica utilizando o aplicativo de SIG ESRI *ArcGIS*. O processamento das equações e a obtenção dos resultados foram feitos nesse SIG, utilizando os padrões de resolução espacial, sistema de referência e de projeção mencionados.

Com a aplicação do índice TR para a caracterização da suscetibilidade à contaminação da água subterrânea com base em propriedades dos solos no estado do Mato Grosso, verificou-se que: 1) o índice TR possibilitou a caracterização, em base territorial, das regiões mais vulneráveis à contaminação do lençol freático; 2) os solos predominantes nas áreas com menores valores do índice TR e, consequentemente com maior vulnerabilidade das águas subterrâneas, são NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos e LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos; e 3) deve-se realizar novos trabalhos de modo a aplicar a metodologia proposta em escalas mais detalhadas, considerando a dependência espacial dos dados e que comparem a capacidade de proteção dos solos com o uso da terra.

## Referências

- ALVARES, C. A.; De MATTOS, E. M.; SENTELHAS, P.C.; MIRANDA, A.C.; STAPE, J.L. Modeling temporal and spatial variability of leaf wetness duration in Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 120, p. 455-467, 2015.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22(6), 711-728. 2013.
- COOPER, M.; MENDES, L. M. S.; SILVA, W. L. C.; SPAROVEK, G. A national soil profile database for Brazil available to international scientists. **Soil Science Society of America Journal**, v. 69, p. 649-652, 2005.
- OLIVEIRA, S. R. de M.; ZURMELY, H. R.; LIMA JÚNIOR, F. A. de; SANTOS, H. G. dos; MEIRELLES, M. S. P. **Sistema de Informação de solos brasileiros**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2008. 8 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Comunicado técnico, 93).
- NOBRE, A. D.; CUARTAS, L. A.; HODNETT, M. G.; RENNÓ, C. D.; RODRIGUES, G.; SILVEIRA, A.; WATERLOO, M.; SALESKA, S. 2011. Height Above the Nearest Drainage – a hydrologically relevant new terrain model. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, n. 404, p. 13 - 29, 2011.
- RAO, P.S.C., HORNSBY, A.G., JESSUP, R.E. Indices for ranking the potential for pesticide contamination of groundwater. **Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla.** v. 44, p. 1-8, 1985.

## VARIABILIDADE ESPACIAL DA RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM SOLO SOB SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

Eloise Mello Viana de Moraes<sup>1</sup>, Igor Queiroz Moraes Valente<sup>1</sup>, Anamari Viegas de Araujo Motomiya<sup>1</sup>,  
Jorge Wilson Cortez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Professor Visitante, Dourados - MS, [eloisemello@ufgd.edu.br](mailto:eloisemello@ufgd.edu.br).

**Palavras-chave:** geoestatística; manejo do solo; mapeamento.

A compactação e a qualidade do solo são constantemente investigadas para a definição do manejo de solo em sistemas de semeadura direta. A resistência do solo à penetração (RP) constitui uma das variáveis físicas consideradas na avaliação da qualidade do solo, envolvendo questionamentos quanto à compactação e a conveniência ou não do revolvimento mecânico das camadas de solo. Em áreas de sistema de semeadura direta, nos solos argilosos do sul do Mato Grosso do Sul, têm sido utilizado o revolvimento por meio da escarificação mecânica superficial antes da semeadura da safra de verão. A intervenção nestas áreas é atribuída à menor eficiência do sistema radicular das culturas em sucessão. Por outro lado, a rotação de culturas planejada, com a inclusão de espécies com sistemas radiculares diversificados, cultivadas no inverno, pode ser indicada como alternativa para a manutenção da qualidade física do solo.

O conhecimento da variabilidade dos atributos do solo, no espaço e no tempo, é considerado, atualmente, o princípio básico para o manejo regionalizado das áreas agrícolas, qualquer que seja sua escala (GREGO; VIEIRA, 2005). A heterogeneidade é uma característica intrínseca dos solos e sua variabilidade (espacial, horizontal e vertical) é dependente dos fatores de formação, podendo ser influenciada pelo tipo de manejo adotado. O cultivo resulta em alterações, aumentando ainda mais a variabilidade dos atributos do solo (SOUZA et al., 2007). Rosa Junior et al. (2004) salientaram que as práticas de manejo também podem provocar alterações em algumas características físicas e/ou químicas do solo.

Este estudo foi realizado em uma lavoura comercial no município de Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul em LATOSSOLO VERMELHO distroférrico típico. Foram realizadas amostragem em grade regular de 126 pontos em uma área de 126 ha, para a avaliação da resistência à penetração (RP). Na caracterização da RP, foi utilizado o medidor eletrônico, respeitando-se o limite de até 72 horas após a precipitação, visando realizar as leituras com umidade do solo adequada. As leituras da RP foram efetuadas até 0,40 m de profundidade, com intervalo de 0,10 m entre elas e 5 repetições para cada ponto amostral.

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, para determinação das medidas estatísticas. A análise geoestatística foi utilizada para se definir o modelo de variabilidade espacial das variáveis, por meio de ajuste do semivariograma clássico de Matheron com base nas pressuposições de estacionaridade da hipótese intrínseca. (SIQUEIRA et al., 2011).

Em média, na profundidade de 0-0,10 m, a RP pode ser considerada como tolerada pelas culturas, uma vez que a faixa tolerável ao desenvolvimento normal é de até 2500 KPa, onde não existe perda de produtividade. No nível intermediário (2500-3500 KPa), existe potencial para perdas de produtividade, mas esta dependerá da associação com outros fatores. Atuante como lubrificante, o conteúdo de água no solo é o principal amenizador da resistência mecânica do solo ao desenvolvimento

radicular em profundidade. Observando-se as medidas de dispersão, foi possível constatar que existe grande amplitude entre os valores máximos e mínimos, entretanto, observou-se a presença de poucos pontos com índices de RP restritivos à produção.

Os dados de RP apresentaram dependência especial em todas as profundidades avaliadas. Com exceção dos dados na profundidade 0,10-0,20 m, que ajustaram-se ao modelo exponencial com alcance de 65 m, nas demais profundidades ajustou-se o modelo exponencial, com patamar bem definido e alto grau de dependência especial.

Cavalcante et al. (2011) verificaram que o plantio direto provoca maior estabilização dos atributos do solo, tornando-o mais homogêneo. A maior variabilidade espacial na profundidade 0,10-0,20 m indica ser necessário um manejo diferenciado do solo, devido aos problemas de compactação em subsuperfície.

## Referências

- CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo sob diferentes usos e manejo. **Rev. Bras. de Eng. Agr. e Amb.**, Campina Grande, v.15, n.3, p.237-243, 2011.
- GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Rev. Bras. de Ciênc. do Solo**, Viçosa, v.29, n.2 p.169-177, 2005.
- ROSA JUNIOR, E. J.; ROSA, Y. B. C. J.; ROSA, C. D. C. J.; RAMOS, A. Z. Manejo do solo e de culturas e seu efeito sobre soja e atributos de um latossolo. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**, 15., Santa Maria, 2004. Anais... Santa Maria, RS. 2004.
- SIQUEIRA, G. M.; VIEIRA, S. R.; PAZ GONZÁLEZ, A.; DAFONTE DAFONTE, J.; CEDDIA, M. B. Análise da hipótese intrínseca da geoestatística utilizando dados de densidade do solo. **Rev. de Ciênc. da Vida**, v.31, p.75-87, 2011.
- SOUZA, Z. M; BARBIERI, D. M; MARQUES JÚNIOR, J; PEREIRA, G. T; CAMPOS, M. C. C. Influência da variabilidade espacial de atributos químicos de um latossolo na aplicação de insumos para cultura da cana-de-açúcar. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.31, n.2, p. 371-377, 2007.



## CAULINITA E GIBBSITA DA FRAÇÃO ARGILA DOS SOLOS DO PLANALTO OCIDENTAL PAULISTA

Kathleen Lourenço Fernandes, José Marques Junior, Livia Arantes Camargo,  
Angélica Santos Rabelo de Souza Bahia

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Mestrando, Jaboticabal - SP,  
*kfagronomia@gmail.com*.

**Palavras-chave:** geomorfologia; geoquímica de solos; geologia.

O conhecimento detalhado de grandes extensões territoriais é de grande importância para definição de zonas de manejo específico que podem permitir melhor crescimento e desenvolvimento das plantas e melhores índices de produtividade. O Planalto Ocidental Paulista caracteriza-se como importante área de ocupação econômica do Estado de São Paulo, abrangendo aproximadamente 13 milhões de hectares. Mesmo sendo uma área com muitas lavouras de citros e cana-de-açúcar no país, ainda são poucas as discussões detalhadas sobre os atributos dos solos para as diferentes geologias e geomorfologias da região.

A caulinita (Ct), do grupo das argilas 1:1, é um dos argilominerais de grande ocorrência nos solos da região dos trópicos úmidos, interferindo em vários processos físico-químicos do solo. Outro mineral de considerável importância nestes solos é a gibbsita (Gb) pois também exerce influência significativa nas propriedades dos solos, como na formação de micro agregados fortes e estáveis.

Neste contexto o objetivo do trabalho é caracterizar a caulinita e gibbsita da fração argila desferrificada para os diferentes compartimentos geológicos e geomorfológicos do Planalto Ocidental Paulista.

O Planalto Ocidental Paulista apresenta cerca de 2 milhões de hectares ocupados por Basalto da formação Serra Geral e o restante ocupado por Arenitos de diferentes formação geológicas, sendo a mais expressiva a formação do Vale do Rio do Peixe. A geomorfologia proposta por unidades de dissecação foi elaborada com base na proporção de formas côncavas e convexas utilizando as formulações de curvaturas descritas por Vasconcelos et al. (2012), assim foram caracterizados três ambientes: altamente dissecados, moderadamente dissecados e pouco dissecados, relacionando o balanço pedogenético e a geomorfogênese.

Foram coletadas 300 amostras na profundidade de 0,00-0,20 m ao longo das rodovias do Estado de São Paulo. Em todas as amostras foram determinados os teores de areia, silte e argila (EMBRAPA, 2011). Para a análise mineralógica por difratometria de raios-x (DRX), a argila foi separada da amostra de solo por centrifugação (JACKSON, 1985). Os minerais da fração argila caulinita (Ct) e gibbsita (Gb) foram caracterizados por DRX em lâminas confeccionadas com material sem orientação (em pó). A fração argila foi submetida à eliminação dos óxidos de ferro pelo método ditionito-citrato-bicarbonato (DCB), segundo Mehra e Jackson (1960), e peneirada em malha de 0,10 mm. a razão caulinita/(caulinita+gibbsita)  $[Ct/(Ct+Gb)]$  e a largura a meia altura (LMA) da Ct e Gb foram calculadas empregando-se as áreas dos reflexos da Ct (001) e da Gb (002) dos difratogramas. As médias dos atributos foram comparadas para os diferentes níveis de dissecação (alto, intermediário e pouco) e para as duas geologias (Arenito e Basalto).

A média para a razão  $Ct/(Ct+Gb)$  foi de 0,94 para o Arenito e 0,50 para o Basalto. As maiores



médias nos Arenito indicam o potencial da mineralogia para identificar os diferentes compartimentos geológicos, sabendo que o Arenito é o ambiente com maior disponibilidade de silício que favorece a formação da Ct.

Para o basalto, a menor média do atributo indica uma maior proporção de Gb em relação a Ct. A presença da Gb nos solos pode ser explicada por diversos fatores, como a maior concentração de Fe no material de origem, favorecendo a formação da Gb em detrimento da Ct, ou pela maior disponibilidade de óxido de ferro livre, que pode absorver a sílica e, portanto, diminuir sua capacidade de combinar com o Al e formar a Ct (RESENDE, 1976).

Para os diferentes níveis de dissecação, observa-se que a razão  $Ct/(Ct+Gb)$  apresentou médias semelhantes para os Arenitos, sendo 0,96 para os ambientes altamente e pouco dissecados e 0,90 para o ambiente intermediariamente dissecado, não permitindo boa separação dos ambientes por este atributo. Enquanto para os solos de Basalto, a média da razão foi maior para o ambiente altamente dissecado, 0,52, e menor para o pouco dissecado, 0,45. Os resultados indicam predomínio de Ct no primeiro ambiente e de Gb no segundo.

Ambientes pouco dissecados apresentam maiores teores de ferro cristalino, maior quantidade de Gb e menor razão  $Ct/(Ct+Gb)$ , indicando presença de ambientes bem drenados, com a taxa de pedogênese maior que a de geomorfogênese, típicos de Latossolos (VASCONCELOS et al., 2013). Nestes ambientes, houve intenso processo de dessilicatização, resultando no acúmulo de oxi-hidróxidos de Fe e Al, favorecendo a formação de Gb.

A cristalinidade da Ct foi menor para os solos de Basalto e maior para os solos de Arenito. Enquanto a Gb apresentou comportamento contrário. Para os níveis de dissecação o valor médio da LMA da Ct foi menor no ambiente pouco dissecado para os solos dos dois materiais de origem,  $0,44^{\circ}2\theta$  para o Arenito e  $0,48^{\circ}2\theta$  para o Basalto, indicando a presença de minerais mais cristalinos neste ambiente, condizendo com o comportamento da razão  $Ct/(Ct+Gb)$ , reforçando a maior taxa de pedogênese neste ambiente. No ambiente altamente dissecado a LMA apresentou maiores valores médios para as duas geologias,  $0,52^{\circ}2\theta$  para o Arenito e  $0,58^{\circ}2\theta$  para o Basalto, indicando menor cristalinidade dos minerais neste ambiente, e menor pedogênese.

A LMA da Gb apresentou valores médios para os diferentes ambientes de dissecação do Basalto. Para o Arenito a maior cristalinidade do mineral foi observada para o ambiente pouco dissecado, reforçando os resultados já observados para a Ct.

A granulometria confirma todas as discussões anteriores, os valores as médios de areia distinguem a geologia dos solos, maior para os solos de Arenito ( $733 \text{ g kg}^{-1}$ ) e menor para os solos de Basalto ( $500 \text{ g kg}^{-1}$ ), e distinguem os ambientes de dissecação para as geologias. Para os solos de Arenito o ambiente intermediariamente dissecado apresentou as maiores médias de argila ( $193 \text{ g kg}^{-1}$ ), enquanto os ambientes altamente e pouco dissecados apresentaram menores teores de argila.

Para os solos de Basalto o ambiente pouco dissecado apresentou menor valor médio de areia ( $608 \text{ g kg}^{-1}$ ), e maior de argila ( $456 \text{ g kg}^{-1}$ ) complementando as demais discussões. Os ambientes pouco dissecados tratam-se de áreas da paisagem com maior drenagem, que contribuem para maior intensidade dos processos de formação dos solos, apresentando maior quantidade de argila, de Gb e maior cristalinidade dos minerais Ct e Gb.

A razão  $Ct/(Ct+Gb)$ , LMA e granulometria são atributos capazes de distinguir solos com diferentes geologias e geomorfologias do Planalto Ocidental Paulista, sendo que para os solos originados de

Basalto, os atributos estudados contribuíram para uma melhor distinção de ambientes pedológicos, geológicos e geomorfológicos. Estes resultados podem auxiliar na definição de áreas de manejo específico, permitindo melhores produtividades no Planalto Ocidental Paulista.

## Referências

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**. P. 212, 2011.

JACKSON, M. L. **Soil Chemical Analysis**, 2nd edition., Madison, 1985. 930 p.

MEHRA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. **Clays and clay minerals**, v. 7, n. 1, p. 317-327, 1960.

RESENDE, M. **Minerology, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil**. Purdue, 1976. Thesis (PhD.) - Purdue University.

VASCONCELOS, V. et al. Sistema de classificação geomorfométrica baseado em uma arquitetura sequencial em duas etapas: árvore de decisão e classificador espectral, no parque nacional serra da canastra. **Revista brasileira de geomorfologia**, v. 13, n. 2, p. 171-186, 2012.

VASCONCELOS, V. et al. Modelo de evolução pedogeomorfológica da serra da canastra, mg  
pedogeomorphological evolution model of serra da canastra, MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 2, p. 197-212, 2013.

## SISTEMAS PEDOLÓGICOS E USO DA TERRA NA BACIA DO PARANÁ 3: SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Anderson Sandro da Rocha<sup>1</sup>, Maicol Rafael Bade<sup>2</sup>, Maria Teresa de Nóbrega<sup>2</sup>, José Edézio da Cunha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Professor, Medianeira - PR, [andersonrocha@utfpr.edu.br](mailto:andersonrocha@utfpr.edu.br);

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá; <sup>3</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

**Palavras-chave:** solos; uso da terra; bacia hidrográfica.

O mapeamento dos sistemas pedológicos dominantes, envolvendo a caracterização físico-químico-hídrica das classes de solos, associado à organização espacial do uso da terra e os aspectos físico-naturais da paisagem, são considerados fundamentais para o planejamento ambiental e territorial das bacias hidrográficas, porque possibilitam compreender de forma setorizada a fragilidade ambiental e a capacidade de uso do solo.

De acordo com Bade (2014) as cinco unidades de paisagem da bacia hidrográfica do Paraná 3 (BP3), denominadas de Cascavel, São Francisco, Foz do Iguaçu, Marechal Cândido Rondon e Guaíra, se individualizam pela sua estrutura geoecológica (geologia, clima, relevo, solos e vegetação), funcionamento e dinâmica. Cabe então ressaltar que essas variações geoambientais, que se refletem na composição e distribuição da cobertura pedológica, indicam que as unidades de paisagem da BP3, também se caracterizam nessa escala pelos seus aspectos morfopedológicos.

Nesse sentido, a presente pesquisa, além de identificar e caracterizar os sistemas pedológicos dominantes nas principais unidades de paisagem da BP3 tem o intuito de estabelecer relações entre a espacialização das classes de solos, as morfologias das vertentes e os seus sistemas antrópicos de usos e manejos associados.

As três unidades de paisagens, selecionadas em termos de representatividade territorial e de sistemas morfopedológicos, para este estudo de caso, foram às unidades de Cascavel, topograficamente a mais elevada da área; a do São Francisco, topograficamente localizada no setor intermediário e a de Foz do Iguaçu, localizada topograficamente no setor inferior da bacia hidrográfica do Paraná 3.

A identificação dos sistemas pedológicos dominantes das três unidades de paisagens, pautada na elaboração e análise de mapas temáticos (solos, declividade, hipsometria e curvatura vertical), serviram para a identificação das classes de solos e das formas topográficas predominantes de cada uma dessas unidades de paisagem.

Também foram realizados levantamentos topográficos e pedológicos, em topossequência de solos, representativas dos setores alto (unidade de Cascavel), médio (unidade de São Francisco) e baixo (unidade de Foz do Iguaçu). Nas topossequências, desenvolvidas com a análise bidimensional da cobertura pedológica, preconizada por Boulet et al. (1988a), foram realizadas descrições macromorfológicas e coletas de amostras (deformadas e indeformadas) dos horizontes diagnósticos dos perfis de solos das trincheiras para a realização de análises laboratoriais físicas e químicas. Os dados hídricos foram desenvolvidos em campo, com o Permeâmetro de Guelph.

Para a classificação dos tipos de uso da terra predominantes da bacia utilizou-se da metodologia de classificação supervisionada, por meio de imagens do satélite Landsat 8, do ano de 2015, disponibilizadas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Foram identificadas na área cinco classes de usos: vegetação (17,83 %), agricultura (70,69 %), pastagem (2,43 %), área urbana (2,27 %) e corpos hídricos (6,78 %).

A unidade de Cascavel, localizada no Leste da BP3, apresenta condições topográficas geralmente compostas por colinas amplas a médias, com topos largos e achatados e vales em V. Nesse setor, topograficamente mais elevado, as vertentes são convexo-retilíneas e as declividades variam entre 0-12 %. A cobertura pedológica apresenta basicamente dois sistemas dominantes: O primeiro composto por Latossolo desde o topo até a baixa vertente, apresentando, contudo, uma estreita faixa de Neossolos junto às rupturas de declive, no setor médio da vertente. Este sistema, dominante nos setores mais altos da bacia, envolvem as cabeceiras de drenagem e são classificados como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico - NEOSSOLO REGOLÍTICO - LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico. O segundo sistema é composto por Latossolos, que se estendem do topo até a média-baixa vertente, quando passam para Nitossolos. Esses últimos ocorrem ao longo das vertentes que apresentam um aumento de declividade no seu terço inferior e são classificados como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico - NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico. Em geral, o domínio da topografia suave ondulada, dos solos profundos e altamente intemperizados, favorecem a agricultura temporária (soja, milho, trigo, aveia), praticada de modo intensivo e altamente mecanizado.

A unidade do São Francisco, localizada no setor intermediário da BP3, abrange especialmente os setores médios dos cursos de água. É a unidade de maior dissecação da BP3, onde predominam declividades entre 12 e 20 % e solos rasos. Nessa unidade domina do ponto de vista geomorfológico um relevo de aspecto amorreado, onde os topos são estreitos e os vales são encaixados. As vertentes geralmente apresentam formas compostas alternadas por segmentos convexos, côncavos e retilíneos, marcadas por rupturas de declividade acentuadas, onde se distinguem patamares. A cobertura pedológica, dessa unidade, reflete as variações das formas e das declividades do relevo. Nos setores com rupturas marcadas, seguidas por segmentos ou ligeiramente convexos ou retos inclinados, com declividades de 12 a 20 % e de 20 a 30 % são comuns os NEOSSOLOS LITÓLICOS e/ou NEOSSOLOS REGOLÍTICOS, por vezes associados aos Cambissolos. Nos segmentos compostos por formas ligeiramente côncavas, acompanhados por segmentos retilíneos com declividades entre 6-12 %, são encontrados os Nitossolos. O sistema pedológico dominante dessa unidade é composto por NEOSSOLOS LITÓLICOS e/ou NEOSSOLOS REGOLÍTICOS, e NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico. O setor intermediário da BP3 é onde a pastagem e a mata nativa apresentam maior representatividade. Essa realidade encontra-se intimamente relacionada às limitações topográficas e pedológicas (altas declividades e solos predominantemente rasos).

A unidade de Foz do Iguaçu, localizada no setor inferior da BP3, extremo Oeste, encontra-se às margens do lago de Itaipu. Apresentam particularmente colinas médias a amplas (relevo suave ondulado), com declividades inferiores a 6 %. O sistema pedológico dominante é constituído pelo LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico a montante e o NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico a jusante. No geral o uso da terra é predominantemente agrícola, resultante do aproveitamento da topografia, caracterizada pelas fracas declividades e dos solos favoráveis aos cultivos temporários mecanizados. Verifica-se ainda um relevante papel da piscicultura, associada ao potencial aquático, disponível em razão da formação do lago de Itaipu.

O estudo detalhado dos sistemas pedológicos, dominantes nas unidades de Cascavel, São Francisco e Foz do Iguaçu, da Bacia hidrográfica do Paraná 3, além de subsidiarem o conhecimento da estrutura e dinâmica da paisagem também contribuíram com estudos de identificação e mapeamento das fragilidades e potencialidades ambientais, principalmente aqueles referentes à capacidade de uso do solo.

## Referências

BADE, M. R. **Definição e Caracterização das Unidades de Paisagem das Bacias Hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai)**. 2014. 113f. Dissertação – UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR, 2014.

BOULET, R. et al. Analyse structurale et pédologie I. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols.

**Cahier - ORSTOM**: Serie Hydrobiologie, Bondy, v. 19, n. 4, p. 309-322, 1982.

## ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO E AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM PAISAGENS RURAIS

Luisa Lima Leal<sup>1</sup>, Ana Paula Dias Turetta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduando, Rio de Janeiro - RJ, [luisa.lima.leal@gmail.com](mailto:luisa.lima.leal@gmail.com);

<sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

**Palavras-chave:** estoque de carbono; geoprocessamento; serviços ecossistêmicos.

As atividades humanas têm influenciado significativamente o clima do planeta. Dentre os fatores responsáveis pelas mudanças climáticas, pode-se citar o aumento dos níveis de carbono na atmosfera, intensificado a partir da Revolução Industrial, com o uso de combustíveis fósseis (MEA, 2005).

Além desse fator, a erosão, o desmatamento e a aragem, muitas vezes presentes nas práticas agrícolas convencionais, são, também, consideradas razões para a emissão de carbono na atmosfera (LAL et al., 2004). Porém, a agricultura pode também exercer uma grande influência na mitigação das emissões de carbono através de, por exemplo, sistemas de manejo que contemplem práticas agrícolas conservacionistas, sendo possível aumentar a produtividade dos sistemas agrícolas tornando o solo sumidouros de carbono. Melhorar os estoques de carbono no solo ajuda a manter a estrutura do mesmo, criando uma boa permeabilidade e drenagem (BANWART et al., 2013). O manejo adequado do solo oferece oportunidade de evitar consequências negativas e aumentar a validade dos serviços ecossistêmicos (FISHER, 2009; BANWART et al., 2013).

Os Serviços Ecossistêmicos são tidos como benefícios que os seres humanos obtêm de processos naturais que garantem a sobrevivência das espécies planetárias. Esses serviços podem ser caracterizados como culturais, de provisão, de suporte e regulação (MEA, 2005).

Serviços culturais estão relacionados ao espiritual, ético, religioso e de recreação; os de provisão estão relacionados à capacidade do ambiente de prover bens como alimentos, matéria prima e recursos genéticos; os de suporte são necessários para que outros serviços ocorram, como a ciclagem de nutrientes e a formação do solo; os de regulação, são responsáveis por controlar as condições ambientais que sustentam a vida, como purificação do ar e regulação do clima (MEA, 2005).

O estoque de carbono no solo apresenta um papel importante nas quatro classes de serviços ecossistêmicos, ligando o ambiente a estruturas dos ecossistemas que incluem o solo, como os ciclos biogeoquímicos, promovendo, assim, funções, benefícios e a prestação de serviços ecossistêmicos (FISHER, 2009).

Nesse sentido, uma das alternativas, para se avaliar o potencial de áreas favoráveis para a prestação de serviços ecossistêmicos, é a avaliação dos estoques de carbono no solo, através de ferramentas de geoprocessamento.

Ferramentas de geoprocessamento têm como característica a capacidade de integrar, analisar e visualizar dados e informações georeferenciadas. Com essas ferramentas é possível espacializar diferentes características de paisagem, associando parâmetros de solo e classes de uso e cobertura para a identificação de áreas favoráveis.

O objetivo desse estudo foi analisar, de forma integrada, valores de estoque de carbono no solo com mapas de uso e cobertura, utilizando ferramentas de geoprocessamento, tendo em vista a identificação de áreas prestadoras de serviços ecossistêmicos.

A área de estudo é uma bacia hidrográfica com, aproximadamente, 500 hectares, localizada na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Nessa área, foram coletadas 43 amostras de solo a uma profundidade de 0,05 m, e, posteriormente, analisadas quanto ao teor de carbono e densidade do solo no Laboratório de Análises de Solo e Planta da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Solos. A partir desses parâmetros, foi calculado o estoque de carbono utilizando a fórmula  $Est\ C = (CO \times Ds \times e) / 10$ , que corresponde a “estoque de carbono orgânico, teor de carbono orgânico, densidade do solo, espessura da camada amostrada”, respectivamente (VELDKAMP, 1994). Para cada ponto de coleta, estava atribuída uma coordenada geográfica. Foi utilizado o *software* Arcis® 10.2 para a análise desses dados integrado ao mapa de uso e cobertura do solo da área (TÁVORA, 2014).

A média do estoque de carbono no solo foi calculada de acordo com cada classe de uso. Pastagem e solo exposto foram os que apresentaram maiores valores para o estoque de carbono, 41,08 e 34,36 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente, provavelmente devido ao sistema radicular da grama no pasto e aos solos expostos apresentarem a classe depois da colheita anual, com a subsequente deposição de biomassa da cultura na superfície do solo.

Quando os dados são espacializados, é possível observar a variação do estoque de carbono na paisagem, por exemplo, as classes com uso agrícola, culturas anuais e culturas perenes, já que estas apresentaram menores valores para o estoque de carbono, 20,21 e 23,41 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Com esses resultados preliminares, é possível observar que análises de geoprocessamento representam um avanço para a comunidade rural local, uma vez que identificam áreas com diferentes potenciais à prestação de serviços ecossistêmicos e sugerem associações entre características da paisagem. Dessa forma, a decisão pela adoção de práticas agrícolas conservacionistas também possibilita um complemento para as políticas públicas, como o Plano ABC contribuindo, assim, para a provisão de serviços ecossistêmicos e para a mitigação das mudanças climáticas.

Contudo, tais resultados nos permitem afirmar que a associação entre um único indicador – estoque de carbono no solo – com informações de uso e cobertura não é suficiente para demonstrar o status de paisagem. Para uma análise integrada, seria necessário adicionar outros parâmetros de solo como, por exemplo, temperatura e erosão, associando-os com métricas de paisagem, o que levariam a uma melhor compreensão da área de estudo e, possivelmente, a políticas de manejo mais sustentáveis.

## Referências

- BANWART, S.; BLACK, H.; CAI, Z.; GICHERU, P.; JOOSTEN, H.; VICTORIA, R. L.; MILNE, E.; NOELLEMEYER, E.; PASCUAL, U. The Global Challenge of Soil Carbon. In: BANWART, S.; NOELLEMEYER, E.; MILNE, E. **Benefits of Soil Carbon Rapid Assessment Project**. v. 1 n.1, p. 90- 100, 2013.
- FISHER, B.; TURNER, R.K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 643–653, 2009.
- LAL, R.; GRIFFIN, M.; APT, J.; LAVE, L.; GRANGER MORGAN, M. Managing soil carbon. **Nature**, v. 304, p. 393, 2004.
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystems and Human Well- Being: synthesis**. Washington: Island Press, p 155, 2005.
- VELDKAMP, E. Organic Carbon Turnover in three Tropical Soils under Pasture after Deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, p.175 -180, 1994.
- TÁVORA, G.S.G. **Contribuição metodológica para a identificação e mapeamento das funções geoecológicas: o caso da bacia do Córrego do Pito Aceso, Bom Jardim-RJ**. 2014. 136F. Dissertação (Pós graduação em Geografia), Instituto de geociências, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2014.



## ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ANAPURUS (MA) ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2015

Marlen Barros e Silva, Késia Duarte da Silva, João Firminiano da Conceição Filho,  
Deysiele Viana de Oliveira

Universidade Estadual do Maranhão, Engenheira Agrônoma, São Luís - MA, *marlenbarros2012@gmail.com*.

**Palavras-chave:** cerrado; uso do solo; evolução socioeconômica.

A constante influência do homem no meio ambiente é um problema relevante na preservação e conservação dos recursos naturais, sobretudo em áreas de cerrado, um dos biomas terrestres em situação mais crítica em termos de endemismo e ameaça às espécies. Localizada em área de cerrado no leste do Maranhão, a microrregião de Chapadinha, na qual se encontra o município de Anapurus, vem despontando desde o final da década de 1980 como a nova fronteira agrícola do Estado, com a instalação de grandes empreendimentos agroindustriais voltados, sobretudo, para o cultivo de eucalipto e soja, atraídos pelos baixos preços das terras, topografia plana favorável à mecanização da agricultura e propriedades físicas dos solos, predominantemente Latossolos. A expansão das áreas de monocultura em Anapurus e seu entorno, entretanto, tem sido preocupação constante diante das alterações que vêm rapidamente transformando o cenário produtivo da região, até então baseado em atividades agroextrativistas de baixo padrão tecnológico.

Situado entre as coordenadas 03°44'42" e 03°22'56" de Latitude Sul e 43°18'48" e 42°57'29" de Longitude Oeste com 60.829,6 ha de área, o município de Anapurus está localizado às margens da BR-222, distante cerca de 260 Km do Porto do Itaqui, na capital do Estado, o que favorece o escoamento da produção agrícola e atrai grandes investimentos para a região.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo compreender a dinâmica de uso do solo e cobertura vegetal do município de Anapurus (MA) entre os anos de 1985 e 2015 e correlacionar tais dados com a evolução socioeconômica do município no mesmo período de forma a fornecer subsídios ao seu desenvolvimento sustentável. Para tanto, foram utilizadas imagens TM-LANDSAT 5 dos anos de 1985, 2000 e 2015 referentes à órbita e ponto 220/62 em composição colorida RGB (bandas 3, 4 e 5) adquiridas do banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. As imagens foram processadas no *software* SPRING versão 4.3.3 através dos procedimentos de Manipulação de Contraste, Composição Colorida e Classificação Supervisionada. Os dados socioeconômicos do município foram obtidos a partir dos censos do IBGE de 1990, 2000 e 2015. Após o pré-processamento das imagens foram geradas imagens coloridas e definidas cinco classes de uso e ocupação do solo: Campo cerrado - área de vegetação savânica natural ou antropizada; Vegetação secundária + Transição Cerrado/Mata dos Cocais - área ocupada pela transição cerrado/mata dos cocais e alterações antrópicas; Zona Ripária - constituída pelas matas ciliares onde ainda não houve a intervenção humana; Agropecuária - compreende áreas de culturas (anuais e permanentes) e pastagens; e Núcleo Urbano - que compreende a sede do município. Posteriormente, as áreas delimitadas na imagem foram ajustadas e poligonalizadas para o cálculo das Medidas de Classes.

Os resultados demonstram uma retração nas classes de Vegetação Secundária + Transição Cerrado/Mata dos Cocais, Zona Ripária e Campo Cerrado em 1985, 2000 e 2015, respectivamente na ordem 25 %, 57 % e 47 %, com predomínio da classe de Vegetação Secundária + Transição

Cerrado/Mata dos Cocais no município em todos os três anos avaliados. No mesmo período houve expansão significativa da classe Agropecuária que passou de 2.458,25 ha para 22.544,07 ha. A maior expansão da classe Agropecuária deu-se principalmente pela incorporação de áreas anteriormente cobertas pela vegetação natural de Campo Cerrado que passaram a ser rapidamente convertidas em áreas agrícolas, sobretudo, a partir de 1990, com uma mudança significativa na agricultura da região pela implantação do cultivo de eucalipto com vistas à produção de celulose e carvão vegetal e da monocultura da soja, ambos em detrimento das lavouras tradicionais de arroz, milho, feijão e mandioca (LEMOS, 2001). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, enquanto que em 1985 não havia registro de plantio de soja no município, entre os anos de 2000 e 2014 a área plantada com essa cultura passou de 305 ha para 8.170 ha, evolução verificada também em relação à área plantada com eucalipto, o que conferiu ao Estado do Maranhão um dos maiores índices em área de plantios florestais, ficando atrás apenas do Mato Grosso do Sul (BOTELHO et al., 2012). Já a pecuária, sofreu redução em relação a todos os rebanhos, passando de 88.200 cabeças para 18.565 cabeças ao longo do período.

Confrontando-se os dados de uso do solo com os indicadores socioeconômicos, verifica-se ter havido entre 1985 e 2015 uma melhoria no Produto Interno Bruto do município, o qual passou de R\$ 11.933,00 para R\$ 106.863,00, segundo dados do IBGE, com a maior participação do setor primário. Também a renda per capita média anual apresentou um aumento considerável em termos percentuais na ordem de 122,14 % entre os anos de 1991 e 2000, década marcada pela expansão das monoculturas de soja e eucalipto na região. Quanto ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), entre 1991 e 2010 este passou de 0,292 para 0,581, muito embora tal crescimento não tenha sido o suficiente para retirar o município da faixa de Baixo Desenvolvimento Humano segundo o PNUD (2013). O crescimento econômico de Anapurus foi acompanhado de uma evolução nos indicadores de desenvolvimento social, como demonstrado pelas taxas de Mortalidade, Longevidade e Fecundidade dos anos de 1991, 2000 e 2010. Enquanto que a taxa de Mortalidade Infantil caiu de 79,9 para 26,7 por mil nascidos vivos, a da Mortalidade até cinco anos de idade diminuiu de 103,4 (em 1991) para 29,1 (em 2010) por mil nascidos vivos.

A despeito da melhoria de alguns dos principais indicadores socioeconômicos, a expansão do agronegócio na região trouxe profundas alterações no bioma Cerrado, entre as quais a redução da biodiversidade, assoreamento de rios e contaminação dos recursos hídricos devido ao uso intensivo de agrotóxicos conforme comprovado por Presoti (2008).

A análise da estrutura da paisagem demonstrou ser uma ferramenta eficiente no estudo multitemporal envolvendo imagens de satélite, por possibilitar a avaliação das alterações ocorridas na paisagem em decorrência das diferentes formas de uso do solo e cobertura vegetal, servindo de subsídio para as políticas de planejamento territorial (SOARES FILHO, 1998).

## Referências

BOTELHO, A. C.; ALMEIDA, J.G.; FERREIRA, M.G.R. O avanço dos “eucaliptais”: análise dos impactos socioambientais em territórios camponeses no leste maranhense. **Revista Percursos – NEMO**. Maringá, v.4, n.2, p.79-92, 2012. ISSN 2177-3300.

LEMOS, J. de J.S. **O Cultivo da soja no sul do Maranhão: Implicações ambientais, sociais e econômicas**. Mimeo, 11 p., 2001. Disponível em: < [http://www.confea.org.br/media/livro\\_cerrado.pdf](http://www.confea.org.br/media/livro_cerrado.pdf) > . Acesso em: 17/04/2016.

PNUD-Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. Disponível em:< <http://www.pnud.org.br/arquivos/idhm-brasileiro-atlas-2013.pdf>> . Acesso em: 10/08/2016.

PRESOTI, A.E.P. **Avaliação de Impactos Ambientais da Sojicultura em um Ecossistema Aquático da Microrregião de Chapadinha, MA**. São Luiz: UFMA, 117 pp. (Dissertação de Mestrado).

SOARES FILHO, B.S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1998. 299 p. (Tese de Doutorado).

## AVALIAÇÃO DO P-INDEX ASSOCIADO AO POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA NA ESCALA DE MICROBACIA

Gabriel Democh Goularte, Nerilde Favaretto, Josiane Cristina Nogueira Waltrick

Universidade federal do Paraná, Estudante de pós-graduação em ciência do solo, Curitiba - PR,  
*gabriel.d.agro@gmail.com*.

**Palavras-chave:** capacidade de uso; P-index; poluição.

A análise do potencial de uso agrícola das terras é muito importante quando se trata de usos múltiplos, contínuos e econômicos, a fim de alcançar um equilíbrio entre a preservação do meio ambiente e as atividades de produção agrícola. Desta forma, o estado do Paraná normatiza que a ocupação dos solos agrícolas somente será permitida mediante um planejamento segundo a sua capacidade de uso (Lei 8.104 de 1984 e Portaria Adapar 272/2014). A capacidade de uso indica o grau de intensidade de cultivo que se pode aplicar em um terreno sem que ele sofra processos erosivos intensos, comprometendo sua produtividade (LEPSCH et al., 1991).

No entanto, outro grande problema desconsiderado pela legislação é o potencial poluidor das áreas agrícolas. O fósforo (P) aplicado como fertilizante pode ser transportado para os cursos hídricos desencadeando a eutrofização e, conseqüentemente, reduzindo a qualidade da água. O principal caminho de transporte do P do solo para os cursos hídricos é via superfície, adsorvido no sedimento ou dissolvido no escoamento superficial (SHARPLEY; WANG, 2014). O transporte de P do solo até o curso hídrico em áreas agrícolas depende de vários fatores tornando a perda de P difusa e de difícil controle.

Para auxiliar na identificação das áreas de risco de transferência de fósforo para os cursos hídricos, Lemunyon e Gilbert (1993) desenvolveram o P-index. O P-index cruza informações de fonte e transporte de P estimando classes de risco de acordo com a probabilidade de transferência de P das áreas agrícolas para os cursos hídricos. As classes de risco são utilizadas para tomada de decisão para ocupação, manejo de solo e adubação visando a conservação dos recursos hídricos.

Os objetivos deste trabalho foram: a) classificar as terras de acordo com sua capacidade de uso; b) identificar os conflitos de uso do solo e aplicar o P-index em áreas subutilizadas, máxima utilização e superutilizadas; c) identificar os principais fatores responsáveis pelos riscos de transferência de fósforo para os cursos hídricos.

A área de estudo está localizada na bacia do Campestre, Colombo. O clima é classificado como Cfb, com verões frescos e sem estação seca com precipitação média anual de 1479 mm.

O uso e cobertura do solo foi obtido por fotografia aérea em uma escala de 1:30000 e revisado pela pesquisa de campo. A partir da área total (1010 ha): 44 % é coberto por floresta nativa; 23 % com reflorestamento (*Mimosa scabrella* e *Eucalyptus* sp.); 19 % com agricultura, predominantemente olericultura e 14 % com pastagem. A declividade foi determinada a partir das cartas planialtimétricas na escala de 1:10000, com curvas de nível a cada cinco metros. A inclinação predominante é de 20-45 %, seguido por 13-20 %, representando 45 e 24 % da bacia, respectivamente.

A classe de solo dominante na bacia é o CAMBISSOLO HÁPLICO sendo que a maior parte ocorre em associação com Neossolos. A determinação da capacidade de uso seguiu a metodologia proposta por Lepsch et al. (1991) e modificada por Alvenga e Paula (2000). Os mapas foram elaborados no

programa IDRISI 17.0. O conflito foi gerado cruzando as classes de capacidade com o uso atual do solo. Para essa análise foram desconsideradas as áreas de floresta nativa. As áreas referentes às classes subutilizada, máxima utilização e superutilizada foram destacadas e nelas aplicou-se o P-index.

O P-index foi estimado utilizando *software* IDRISI 17.0 considerando a metodologia original (LEMUNYON; GILBERT, 1993). Desta forma foram considerados cinco fatores: (1) erosão ( $T\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ), (2) teor de fósforo no solo ( $mg\ dm^{-3}$ ), (3) taxa de aplicação de fósforo mineral ( $kg\ ano^{-1}$ ), (4) taxa de aplicação de fósforo orgânico ( $kg\ ano^{-1}$ ), (5) método de aplicação da fonte mineral e (6) método de aplicação da fonte orgânica. A erosão foi estimada pela RUSLE. Para determinar o teor de fósforo no solo foram coletadas 72 amostras compostas (20 subamostras) na profundidade de 0-0,2 m e analisadas com extrator Mehlich I. As taxas de aplicação e método de aplicação foram obtidas por entrevista com os proprietários.

Foram identificadas 10 classes de capacidade de uso nas 11 classes de solo analisadas. As unidades de uso demonstram que 62 % (626,2 ha) da área apresentam restrições referentes ao solo, 36,7 % (370,7 ha) apresentam problemas por erosão e 1,3 % (13,3 ha) por deficiência de oxigênio. As restrições de solo são causadas principalmente pela baixa profundidade dos solos, como as associações de Cambissolos e Neossolos. As restrições por erosão ocorrem em áreas com declividade maior que 20 %. As restrições de oxigênio ocorrem no Gleissolo ocupando 1,3 % (13,3 ha).

O grupo A do sistema de capacidade de uso representa as terras com capacidade para agricultura, pastagem ou reflorestamento e ocorre em 28 % (282,8 ha) da bacia. O grupo B representa as terras impróprias para cultivo intensivo e ocorre em 58 % (585,8 ha) da bacia. O grupo C representa terras impróprias para vegetação economicamente produtiva e ocupa 14 % (141,4 ha) da bacia representando as áreas com declividade maior que 45 % e a área com Gleissolo.

O conflito entre as classes de capacidade e o uso atual do solo demonstra que da área total de 1010 ha, 8,6 % (86,8 ha) é subutilizado, 32 % (322,9 ha) encontram-se em máxima utilização e 15 % (154,6 ha) está superutilizado. Do restante da área 44,1 % (445 ha) é mata nativa e menos de 1 % outros usos. As áreas subutilizadas ocorrem em reflorestamento ou pastagem com capacidade para agricultura, principalmente em Cambissolos com declividades menores que 20 %. As principais áreas em máxima utilização são cobertas por reflorestamento, em declividades até 45 %. Como identificado anteriormente há uma grande capacidade para reflorestamento na bacia do Campestre (grupo B), sendo esse uso responsável por mais de 10 % da máxima utilização, principalmente em declividades maiores que 20 % dominantes na bacia estudada. As maiores áreas superutilizadas estão nos Cambissolos e Neossolos em declividades maiores que 20 % ocupadas por agricultura.

A aplicação do P-index nas áreas subutilizadas demonstrou que 98,4 % (85,4 ha) apresentaram baixo risco de perda de P, pois são áreas protegidas por florestas ou pastagens com baixa concentração de P. A área identificada como máxima utilização apresentou 75 % (242 ha) com baixo risco, 3,5 % (11,3 ha) com alto risco e 21,5 % (69,5 ha) com risco muito alto de perda de P, demonstrando que mesmo áreas ocupadas de acordo com sua capacidade apresentam risco de poluição. O principal fator responsável pelo alto risco de perda de P foi a erosão do solo nas áreas agrícolas. Estimou-se que dos 192,8 ha agrícolas, 91,1 % (175 ha) podem estar perdendo mais que  $37\ T\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ , coincidindo com as áreas de elevados teores de fósforo no solo (média de  $120,7\ mg\ dm^{-3}$  nas áreas agrícolas). Das áreas superutilizadas 32 % (50,7 ha) apresentaram baixo risco, 0,8 % (1,3 ha) alto risco e 66,4 % (102,6 ha) risco muito alto de perda de P.

As conclusões deste estudo são: a) baixa profundidade do solo e alta declividade são as principais restrições na microbacia hidrográfica do Campestre; b) a presença de agricultura em declividades acentuadas é o principal conflito na microbacia hidrográfica do Campestre; c) alto risco de transferência de P do solo para os cursos hídricos ocorre principalmente em áreas com superutilização de uso.

## Referências

LEPSCH, J. F., BELLINAZZI JÚNIOR, R., BERTOLINI, D., ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, 1991.

SHARPLEY, A., WANG, X. Managing agricultural phosphorus for water quality: Lessons 24 from the USA and China. **J. Environmental Science & Technology**, v.26, p.1770-1782, 2014.

LEMUNYON, J.L.; GILBERT, R.G. The concept and need for a phosphorus assessment tool. **Journal of Production Agriculture**. USA, v.6, p.483-486, 1993.

ALVARENGA, M. I. N.; PAULA, M. B. **Planejamento conservacionista em microbacias**. Informe agropecuário, 2000.

## GEOESTATÍSTICA MULTIVARIADA DOS ATRIBUTOS DO SOLO DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA EM NOVO ARIPUANÃ - AM

Denilton Carlos Gaio<sup>1</sup>, José Mauricio da Cunha<sup>2</sup>, Milton César Costa Campos<sup>2</sup>,  
Marcelo Dayron Rodrigues Soares<sup>2</sup>, Igor Hister Lourenço<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Pesquisador, Cuiabá - MT, [dcgaio@fisica.ufmt.br](mailto:dcgaio@fisica.ufmt.br);

<sup>2</sup>Universidade Federal do Amazonas.

**Palavras-chave:** variabilidade espacial; diferentes usos de solo; terra preta arqueológica.

A região Sul do Amazonas abrange uma extensa área com grande diversidade de material geológico. Encontram-se solos de distintas naturezas, dentre esses, estão presentes os solos antrópicos conhecidos por Terra Preta Arqueológica (TPA). As TPA são unidades de solo que apresentam como característica uma coloração escura, além de elevada fertilidade natural (GLASER; BIRK, 2012).

O uso de práticas agrícolas tem efeito direto sobre a qualidade física do solo, além de expressivas interferências no conteúdo de matéria orgânica. Nesse sentido, a variabilidade espacial dos atributos do solo em ambientes naturais e transformados, torna-se importante para o entendimento dos processos de evolução da formação do solo e variações desses atributos nos diferentes sistemas de manejos.

Um número muito grande de variáveis, que envolvem toda a dinâmica do solo, torna complexa a decisão a respeito da análise de sua variabilidade espacial. Assim, uma opção para o conjunto de variáveis do solo é o uso da geoestatística multivariada.

O objetivo desse trabalho foi avaliar as variações, em condições amazônicas, sobre os atributos do solo de ambientes de Terra Preta Arqueológica preservada e sob cultivo de feijão guandu e pastagem, utilizando técnica de geoestatística multivariada.

O estudo foi realizado num LATOSSOLO AMARELO Eutrófico argissólico, no município de Novo Aripuanã, Amazonas, entre agosto de 2014 a julho de 2016. O estudo incluiu três tipos de cobertura sob uma mancha de solo de Terra Preta Arqueológica, sendo a primeira um fragmento florestal com árvores secundárias; a segunda encontra-se sob o cultivo de feijão guandu (*Cajanus cajan*), e uma terceira com *Brachiaria* (*Brachiaria brizanta*). Foi delimitada uma malha amostral em cada área, com pontos de coleta georreferenciados. Duas com 88 pontos de coleta e uma, a área do feijão guandu, com 90 pontos de coleta. As dimensões das malhas foram de 2500 m<sup>2</sup> para a floresta, 1700 m<sup>2</sup> para o feijão guandu e 4800 m<sup>2</sup> para a pastagem, com espaçamentos regulares entre os pontos de coleta do solo de 6 x 6 m, de 4 x 5 m e de 8 x 8 m, respectivamente.

Amostras de solos com estrutura preservada e em anéis volumétricos foram coletadas nos pontos das malhas, centralizados na camada de 0,0-0,20 m, para a determinação das propriedades físicas estruturais (densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, volume total de poros, umidade gravimétrica e resistência do solo à penetração), textura (teores de areia, silte e argila) e mecânicas do solo (diâmetro médio geométrico, diâmetro médio ponderado e classes de agregados > 2,00 mm, 2,00-1,00 mm e > 1,00 mm), além do carbono orgânico. O método empregado para a determinação dessas variáveis segue o proposto pela Embrapa (2011).

Os dados foram submetidos à análise fatorial dos componentes principais. Com isso, a análise geoestatística foi conduzida de forma a substantiar os resultados dos componentes principais.



Tanto o primeiro quanto o segundo componente apresentaram alto percentual de explicação, com CP1 e CP2 responsáveis por 77,33 % da variância total. A CP1 está relacionada aos atributos de estabilidade dos agregados do solo e a CP2, às características estruturais do solo, textura e do carbono orgânico do solo, e devem explicar a variabilidade dos dados originais (ANDRADE et al., 2007).

Amostras de solos coletadas no solo sob floresta promoveram valores aos atributos volume total de poros (VTP), umidade gravimétrica (Ug), carbono orgânico (COT) e teor de silte acima da média e correlacionados positivamente com a PC2. Os atributos densidade do solo (Ds) e o teor de areia com valores abaixo da média e correlacionados negativamente com a PC2. Por outro lado, amostras de solo coletadas sob a área de feijão guandu apresentaram poder de discriminação com atributos classes de agregados 2,00-1,00 mm e < 1,00 mm acima da média em comparação aos demais ambientes e correlacionado negativamente com a PC1, e os atributos diâmetro médio geométrico (DMG), diâmetro médio ponderado (DMP) e classes de agregados > 2,00 mm abaixo da média e correlacionado positivamente com a CP1. Entretanto, as amostras de solo coletadas sob a área de pastagem obtiveram um comportamento inverso aos do feijão guandu.

Pela análise geoestatística, os modelos clássicos propostos no ajuste do semivariograma experimental dos componentes principais apresentaram coeficientes de determinação relativamente alto, acrescido de um erro residual baixo, além de promover coeficientes de regressões da validação cruzada acima de 98 %. O grau de dependência espacial, segundo a classificação de Cambardella et al. (1994), foi forte para o PC2 da área sob floresta e moderado aos demais componentes das áreas em estudo. O alcance de correlação espacial foi menor para o CP2 da área do feijão guandu e maior para o CP2 da área de pastagem. Assim, quanto maior o alcance, maior é a precisão na estimativa por krigagem (ALVES et al., 2004).

O CP1 para os ambientes de feijão guandu e pastagem não apresentaram dependência espacial para as distâncias de amostragem, impedindo o uso de modelos geoestatísticos (JOSÉ et al., 2013). No entanto, o ambiente de floresta apresentou dependência de correlação espacial acima de 40 m.

No padrão de distribuição da variabilidade espacial das componentes, em solo sob floresta, houve predominância de valores acima da média tanto para CP1 quanto CP2. Tanto o solo sob cobertura de feijão guandu como pastagem apresentaram valores predominantemente próximos à média para ambas as componentes principais, com exceção apenas da CP2 sob pastagem, que promoveu aos atributos relacionados a essa componente valores acima da média. Assim, o cultivo do feijão guandu pouco influenciou sob a variabilidade dos atributos do solo relacionado com a CP1 e CP2, assim também com a pastagem para a CP1, mas o uso da pastagem sob o solo promoveu influência aos atributos relacionados à CP2 (características estruturais do solo, textura e do carbono orgânico do solo), o que acarretou em melhoria dessas características no que diz respeito aos índices de qualidade física do solo.

A variabilidade os atributos do solo sob floresta apresentou valores acima da média para CP1 e CP2. O uso do solo sob feijão guandu pouco influenciou na variabilidade dos componentes principais, apresentando valores dos atributos relacionados a essas componentes próximos aos valores médios, enquanto que a pastagem promoveu influencia apenas aos atributos relacionados com a CP2.

## Referências

ALVES, S. M. F.; QUEIROZ, D. M.; ALCÂNTARA, G. R.; REIS, E. F. Variabilidade espacial de atributos físico-químicos do solo usando técnicas de análise de componentes principais e geoestatística. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 22-30, 2014.

ANDRADE, E. M.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; GOMES, R. B.; LOBATO, F. A. O. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, v.37, p.1791-1797, 2007.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E...Field-scale variability of soil properties in Central Iowa. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, p. 1501-11, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 2011. 230p.

GLASER, B.; BIRK, J. J. State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (Terra Preta de Índio). **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 82, p. 39-51, 2012.

JOSÉ, J. V.; REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L.; HONGYU, K.; PERBONI, A. MARQUES, P. A. A.; DIAS, C.; T. S.; COELHO, R. D. Análise multivariada e geoestatística de variáveis físico-hídricas de diferentes solos. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 2, n. 3, p. 121-129, 2013.

## VULNERABILIDADE À EROSÃO NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO RIO UBERABA UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO

Alex Garcez Utsumi<sup>1</sup>, Teresa Cristina Tarlé Pissarra<sup>2</sup>, Adriano Simonini Gomes Teixeira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Professor, Uberaba - MG, [alex@icte.ufm.edu.br](mailto:alex@icte.ufm.edu.br);

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

**Palavras-chave:** erosão; combinação linear ponderada; geotecnologias.

A Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Uberaba é uma unidade de conservação de uso sustentável que abrange toda a área de influência da drenagem a montante do ponto de captação de águas do município de Uberaba-MG, sendo destinada à manutenção da biodiversidade, à ordenação da ocupação territorial e à prática do uso sustentável dos recursos naturais. Diante dos avanços das atividades agropecuárias na região surge a necessidade de estudos que possam nortear o planejamento do uso do solo na APA do rio Uberaba.

A avaliação da vulnerabilidade de um ambiente consiste em uma metodologia de auxílio ao zoneamento e planejamento ambiental. O mapa de vulnerabilidade ambiental permite a avaliação das potencialidades da área de estudo representa as características naturais do meio, informando sobre as restrições e/ou aptidões de acordo com as distintas formas de uso e ocupação.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos na APA do Rio Uberaba a partir da análise integrada das características físicas do ambiente com auxílio das ferramentas do geoprocessamento.

A área de estudo situa-se no município de Uberaba-MG, localizado na microrregião do Triângulo Mineiro, a 764 metros de altitude, compreendendo uma área de aproximadamente 530 km<sup>2</sup>. Nesse cenário, a confecção do mapa de vulnerabilidade à erosão foi baseada no método da Combinação Linear Ponderada, de acordo com os seguintes fatores ambientais: solo, clima, uso e cobertura do solo, geomorfologia e geologia.

O mapa de solos utilizado estava na escala de 1:600.000, revelando a presença de latossolos, argissolos e Gleissolo na área de estudo (UFV, 2010). O mapa do clima baseia-se na erosividade causada pela chuva, calculada a partir expressão apresentada por Lombardi e Moldenhauer (1977, apud Bertoni e Lombardi Neto 1999) apresentada a seguir:  $EI = 67,355 (p^2/P)^{0,85}$ , onde EI = Erosividade média mensal da chuva expressa MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>; p = Precipitação média mensal em mm e P = Precipitação média anual em mm.

Já o mapa de uso e cobertura do solo foi gerado a partir da classificação supervisionada da composição RGB 654 do satélite Landsat 8, órbita 220 e ponto 74, adquirida em 08/07/2016 no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos. O algoritmo usado para classificação foi a máxima verossimilhança e processamento foi feito no *software* QGIS versão 2.8.2 *Wien*.

O arquivo utilizado para a análise da geomorfologia foi disponibilizado pelo projeto Topodata (INPE, 2016), correspondente à folha 19S48\_V5. Cada arquivo corresponde à uma folha com escala de 1:250.000, de 1° de latitude por 1,5° de longitude. As informações geológicas sobre a APA foram adquiridas no site Portal da Geologia em escala de 1:1.000.00.

Para combinar as diferentes variáveis foi necessário mensurar todos os dados em uma escala

comum. Para isso, fez-se a normalização das variáveis em cinco classes de vulnerabilidade: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. A partir dos arquivos referentes a cada variável reclassificada, foi possível criar o mapa de vulnerabilidade à erosão. Para isso, utilizou-se o *software ArcGIS* 10.1 a partir do método da Combinação Linear Ponderada. Os pesos de cada fator foram distribuídos de acordo com Ribeiro et al. (2016). Em uma segunda etapa, utilizou-se o *Google Earth Pro* para localizar e vetorizar os processos erosivos aparentes (PEAs) na área de estudo. Ao final, as 67 amostras de PEAs foram sobrepostas no mapa de vulnerabilidade para avaliação do mesmo.

Analisando o comportamento do relevo da APA do rio Uberaba de acordo com a curvatura vertical, notou-se que as regiões de maior concavidade estão associadas aos cursos d'água e áreas de deposição de sedimentos, ocupando cerca de 27 % da área de estudo. Por outro lado, as regiões de maior convexidade e consequentemente de maior fragilidade, ocupam 25 % da área e estão associadas principalmente às regiões de borda de chapada e encostas próximas aos cursos d'água.

Em relação ao fator clima, todos os valores calculados de erosividade para a APA estão dentro do intervalo de 803 a 836 ( $t \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), representado pela classe de fragilidade alta. Como a erosividade das chuvas está relacionada à intensidade de ocorrência da precipitação e à consequente desagregação das partículas do solo, que serão carregadas pelo escoamento superficial até serem depositadas nas regiões mais baixas, conclui-se que toda a região de estudo apresenta fragilidade alta em relação a erosividade das chuvas.

O tipo litológico de maior ocorrência na região de estudo foram os Conglomerados, os quais correspondem à classe de vulnerabilidade muito alta, sendo identificado em 53 % da APA. As classes de vulnerabilidade média e alta ocorreram em 25 e 22 % da área de estudo e correspondem ao Basalto e Arenito, respectivamente. Os solos presentes na área são LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, GLEISSOLO e ARGISSOLO VERMELHO. Cerca de 30 % da área é composta por LATOSSOLO VERMELHO, o qual apresenta baixa vulnerabilidade à erosão.

Observou-se que, em relação ao uso e cobertura do solo, houve predomínio da pastagem, ocupando 55 % da área. A partir da combinação dos fatores gerou-se o mapa de vulnerabilidade, o qual apresentou predomínio da classe média, com 57,29 %. Tal resultado pode ser explicado pelo fato que a variável uso e cobertura do solo teve o maior peso na ponderação da análise multicritério, de modo que a pastagem também apresentava classe média de vulnerabilidade.

Comparando-se os PEAs com o mapa de vulnerabilidade constatou-se o predomínio de indícios de degradação do solo por processos erosivos nos locais classificados com vulnerabilidade média. Embora, as classes de vulnerabilidade classificadas como alta e muito alta ocupassem apenas 12,7 % da área, notou-se que 41,8 % das amostras de processos erosivos aparentes coincidiam com essas regiões. Ainda, as classes de vulnerabilidade muito baixa e baixa ocuparam 30 % da APA, porém só apresentaram 1,5 % do total de PEAs.

O mapa de vulnerabilidade se apresenta como um eficiente indicativo de áreas mais suscetíveis à erosão, sendo norteador para o planejamento do solo, principalmente em áreas extensas, as quais demandam maiores gastos com visitas a campo.

Agradecimentos à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - FCAV e à Universidade Federal do Triângulo Mineiro pelo apoio, e à Fapemig pelo apoio financeiro (PEP-00985-16).

## Referências

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999. 355p.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil.

Topodata. s.d. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/topodata/dados.php> > . Acesso em: 10 de fev. 2016

RIBEIRO, A. S.; MINCATO R. L.; CURI N.; KAWAKUBO F. S. Vulnerabilidade ambiental à erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica pelo processo analítico hierárquico. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V 09, n. 01, p. 016-0131, 2016.

UFV – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**: legenda expandida.

Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras; Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p.

## EROSÃO EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Cláudia Gonçalves Vianna Bacchi<sup>1</sup>, Fernanda Sandim de Andrade<sup>1</sup>, Jéssyca Stanieski de Souza<sup>3</sup>,  
Jamil Alexandre Ayach Anache<sup>2</sup>, Teodorico Alves Sobrinho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Pesquisador, Campo Grande - MS, *claudia.bacchi@ufms.br*;

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo - Campus São Carlos; <sup>3</sup>Prefeitura Municipal de Campo Grande.

**Palavras-chave:** unidade de conservação; USLE; Bacia Alto Paraguai.

O solo é um recurso natural finito, não renovável em escala humana, que se explorado de forma inadequada se torna frágil resultando em diversos malefícios para o meio ambiente. O manejo inadequado do solo contribui para a aceleração de seu processo erosivo. Por ser um dos recursos naturais mais explorados pelo homem, sua capacidade produtiva acaba sendo prejudicada pela erosão hídrica laminar, pois ocorre uma alteração nas suas características físicas, químicas e biológicas, favorecendo o declínio tanto de sua fertilidade quanto da produtividade. Para garantir sua quantidade e qualidade, é necessário conhecer e quantificar os fatores que implicam o aumento da erosão hídrica, sendo esta variável de região para região. Para o planejamento conservacionista do solo e da água é imprescindível a previsão de perdas de solo e a produção de sedimentos nas bacias hidrográficas. A Área de Proteção Ambiental do Córrego Ceroula (APA do Ceroula), criada a partir do decreto nº 8264/01, foi classificada como uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, com o objetivo de preservar os atributos naturais e paisagísticos através do planejamento de seu uso e ocupação, podendo ainda ser realizadas atividades produtivas exploradoras de recursos naturais. A APA do Ceroula possui representativa contribuição para a Bacia do Alto Paraguai, tendo toda drenagem direcionada para o Pantanal. Logo, os sedimentos produzidos na APA do Ceroula, podem ser transportados para as áreas baixas da região do Pantanal-Chacho, contribuindo para o processo de assoreamento e redução da fertilidade dos solos dessa área (PARANHOS et al., 2003). O Plano de Manejo da APA, documento que regulamenta os usos conservacionistas dos recursos naturais em unidades de conservação, está em fase de elaboração. O estudo de erosão de determinada área é vista como importante auxílio para conhecer o potencial de erosão do solo de forma antecipada, podendo assim, direcionar o uso e manejo sustentável dos recursos naturais presentes na mesma. Uma das formas mais utilizadas para quantificar essa perda é a Equação Universal de Perdas de Solo (USLE). A USLE auxilia no planejamento agrícola favorecendo a escolha de práticas conservacionistas que reduzem as perdas de solo (WISCHMEIER; SMITH, 1978). Com o auxílio do *software* livre QGIS e através de imagens de satélites gratuitas obtidas a partir do site INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), precisamente do Landsat8 datada dia 03/04/2016, foi possível realizar a classificação semi-supervisionada a fim de determinar os usos e a ocupação do solo da área de estudo. Então, estabelecer o fator uso e cobertura, C da USLE (PARANHOS FILHO et al., 2003). Para o fator LS, denominado de declividade e comprimento de rampa, foi utilizado o Modelo Digital de Superfície (MDS) elaborado a partir dos dados SRTM (Shuttle Radar TopographMission) (USGS, 2000), obtido através do site Topodata, com 90 m de resolução espacial, datada do dia 24/03/2016, e com 30 m de pixel. O MDS foi inserido no Software LS Tools (ZHANG et al., 2013). Na elaboração do mapa de erodibilidade de solo, ou fator K, foi utilizado o mapa (arquivo shape) disponibilizado pelo site do Ministério do Meio Ambiente com escala de 1:250.000, e então adotados valores estabelecidos para

bacia do Alto Paraguai por Paranhos Filho et al. (2003). Assim como a erosividade da chuva, fator R, foi calculado por Oliveira et al. (2012). Depois de elaborados os mapas de cada variável da equação da USLE, foi realizada a sobreposição com a ferramenta do *software* Qgis “Calculadora Raster”, quando foi possível obter o mapa de estimativa de perda de solo na APA do Ceroula. Considerando as classes de perda de solos Pimentel et al. (1995), na APA do Ceroula existe maior proporção da área com baixa perda de solo, ou seja, de 0 a 2,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Pode-se afirmar que essa constatação de baixa perda está diretamente relacionada com o solo de maior ocorrência na área, que é o LATOSSOLO VERMELHO Distrófico em condições de baixa declividade e uso conservacionista. Esta classe de solo apresenta menores valores do fator erodibilidade em função da menor vulnerabilidade aos processos erosivos laminares em decorrência da estrutura física que favorece a permeabilidade e infiltração da água da chuva. Adicionalmente, a fertilidade natural possibilita o melhor desenvolvimento das culturas, havendo então a melhor cobertura do solo. Desta forma, a cobertura vegetal aliada à estrutura física potencializa a infiltração da água da chuva, reduzindo, conseqüentemente, o escoamento superficial. Outro fator que contribui significativamente para menor perda de solo é o fator topográfico, sendo a declividade baixa em grande proporção da área de proteção ambiental. Por outro lado, na região central da APA do Ceroula os fatores que implicam em maior perda de solo tratam-se da maior declividade da área associada com a ocupação de Cerrado, produzindo perda no intervalo de 20 a 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Esta perda refere-se apenas 2,96 % da área. Porém, ao totalizarmos as áreas com perdas de solo de alta, muito alta, severa e muito severa constatamos 3.410 ha, com perda aproximada de 99.360 Mg de solo ao ano. Estas áreas que devem ser bem planejadas quanto à adoção de técnicas e uso conservacionista de solo e água, sob pena da ocorrência de assoreamento do Córrego Ceroula e aporte de sedimentos na Bacia do Alto Paraguai. Os estudos que permitam mapear as vulnerabilidades aos processos erosivos auxiliam no zoneamento ambiental e fundamentam a elaboração dos Planos de Manejo de Unidades de Conservação. Este trabalho está sendo base para o planejamento do uso do solo de forma consciente e conservacionista com foco na sustentabilidade da Área de Proteção Ambiental do Ceroula. O diagnóstico ambiental foi executado de forma a fornecer informações imprescindíveis ao estabelecimento dos usos próprios para cada subárea e restrição de atividades com potencial de degradação, de modo a assegurar a conservação dos mananciais, das nascentes ali existentes, do solo e do ecossistema como um todo.

## Referências

- OLIVEIRA, P.T.S.; RODRIGUES, D.B.B.; ALVES SOBRINHO, T.; CARVALHO, D.F. & PANACHUKI, E. Spatial variability of the rainfall erosive potential in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Engenharia Agrícola**, v.32, n.1, p.69-79, 2012.
- PIMENTEL, D.; HARVEY, C.; RESOSUDARMO, P.; SICLAIR, K.; KURZ, D.; MCNAIR, M.; CRIST, S.; SPHPRITZ, L.; FITTON, L.; SAFFOURI, R.; BLAIR, R. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. **Science**, v. 267, n. 5201, p. 1117 – 1123, 1995.
- PARANHOS FILHO, A.C.; FIORI, A.P.; DISPERATI, L.; LUCCHESI, C.; CIALI, A. & LASTORIA, G. **Avaliação multitemporal das perdas de solos na Bacia do Rio Taquarizinho-MS**. 2003.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning**. Washington: USDA Agriculture Handbook, 1978.
- ZHANG, H., YANG, Q., LI, R., LIU, Q., MOORE, D., HE, P., RITSEMA, C. J., GEISSEN, V. Extension of a GIS procedure for calculating the RUSLE equation LS factor. **Computers & Geosciences**, v.52, pp.177–188, 2013.



## SENSORES PROXIMAIS COMO AUXÍLIO PARA TOMADAS DE DECISÃO EM MANEJO DO SOLO

Hugo Machado Rodrigues<sup>1</sup>, Gustavo de Mattos Vasques<sup>2</sup>, Mauricio Rizzato Coelho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Fluminense, Geógrafo, Niterói - RJ, [hugomr@id.uff.br](mailto:hugomr@id.uff.br); <sup>2</sup>Embrapa Solos.

**Palavras-chave:** geofísica; variação espacial; Seropédica (RJ).

O entendimento da relação solo-geomorfologia aliada ao mapeamento dos atributos do solo em escala detalhada subsidiam a seleção adequada de sistemas específicos de manejo do solo, otimizando a produção agrícola e, conseqüentemente, a redução de impactos ambientais. Nesse sentido, a caracterização da variação espacial dos atributos do solo em diferentes pedoformas ou segmentos da paisagem é uma informação importante para agricultura, especialmente agricultura de precisão. No entanto, essa caracterização, com detalhamento adequado para o planejamento de uso do solo na propriedade agrícola, requer grande número de amostras de solos e, conseqüentemente, de análises laboratoriais.

Nesse sentido, a utilização de sensores minimamente ou não invasivos, ditos sensores proximais, para mensuração dos atributos do solo em campo, constitui uma estratégia de amostragem eficiente devido à sua portabilidade, facilidade e rapidez de utilização. No Brasil, no entanto, é incipiente o uso de sensores proximais para fins de caracterização da variação espacial de atributos do solo e definição de zonas de manejo específico (OLIVEIRA et al., 2011; PELUCO et al., 2013; SIQUEIRA et al., 2015).

O presente trabalho teve como objetivo comparar, em uma vertente representativa da paisagem regional, os padrões espaciais exibidos pelas propriedades do solo medidas por meio dos sensores proximais aos padrões espaciais exibidos por atributos químicos e físicos do solo medidos em laboratório, por meio de procedimentos convencionais. É também objetivo avaliar a relação entre as pedoformas e as variáveis medidas pelos sensores proximais a fim de separar a vertente estudada em áreas homogêneas, as quais representam solos e zonas de manejo similares, com as mesmas potencialidades e limitações ao uso. Isso também permitirá a validação das medidas dos sensores proximais na avaliação dos atributos do solo, uma vez que, em geral, os segmentos de uma vertente mostram homogeneidade de solos e seus atributos.

A área de estudo situa-se no município de Seropédica - RJ, em uma área experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO). Possui aproximadamente 3,4 ha e encontra-se cultivada com capim colonião (*Panicum maximum* Jacq) há mais de uma década. Trata-se de uma vertente representativa da região, dominada por Planossolos no sopé e Argissolos nos demais segmentos (topo, ombro e meia-encosta). Estabeleceu-se uma malha amostral rígida, com estacas equidistantes de 10 x 10 m, constituída por 13 transectos longitudinais à vertente, com 29 pontos cada um, perfazendo um total de 377 pontos. Neles foram medidas a condutividade elétrica aparente (CE) e a susceptibilidade magnética (SM) com o sensor KT-10 S/C (Terraplus Inc., Richmond Hill, Canadá), e teores de tório e urânio equivalentes (eTh e eU) com o sensor RS-230 BGO do mesmo fabricante. A partir da malha original definiu-se uma submalha amostral de 20 x 20 m, contendo 125 pontos, nos quais foram medidos em laboratório os seguintes atributos do solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm: capacidade de troca catiônica (CTC), argila, carbono orgânico (CO), ferro (Fe) e umidade gravimétrica. A partir desses dados, foram produzidos 18 mapas na resolução espacial de

1 m usando-se krigagem ordinária, sendo: CE, SM, eTh e eU usando as duas malhas amostrais, e CTC, argila, CO, Fe e umidade nas duas profundidades usando a submalha de 20 x 20 m.

No geral, todas as variáveis analisadas, exceto o eU, se correlacionaram significativamente ( $p < 0,05$ ), sendo o eTh a que obteve melhor correlação com as variáveis de laboratório (0,78-argila; 0,54-CO; 0,53-CTC; 0,67-umidade). As correlações observadas entre a argila e os atributos do solo são esperadas, dado que tratam-se de constituintes ou derivam de processos que se desenvolvem predominantemente nessa fração. Da mesma forma, correlações significativas entre o CO e atributos do solo justificam-se pela participação do CO nas ligações químicas, interações e processos que se desenvolvem no solo. De maneira geral, as correlações significativas observadas entre SM, CE e eTh e atributos de laboratório são encorajadoras, pois mostram o potencial destes atributos serem preditos ou representados pelos dados dos sensores.

As variáveis também apresentaram padrões de distribuição espacial similares, sendo que os alcances dos semivariogramas variaram entre 184 m (Fe) e 270 m (eTh). Esses padrões evidenciam o controle dos processos pedogenéticos pela geomorfologia da área, tendo a maioria das variáveis valores altos na parte mais elevada da área (topo e ombro) e na mais baixa (sopé) e valores baixos na meia-encosta.

A caracterização da variabilidade espacial de atributos do solo de importância agrícola viabilizada pelos sensores proximais auxilia no gerenciamento do recurso solo, permitindo, entre outros: identificar os potenciais e limitações de uso e manejo do solo em setores dentro de uma propriedade agrícola, otimizar o uso de insumos e defensivos considerando a heterogeneidade da área, e informar melhor as tomadas de decisão na propriedade. No presente trabalho, os mapas produzidos sugerem a divisão da área de estudo em quatro segmentos mais homogêneos, quais sejam: (1) topo da vertente: área plana, mais estável, com solos com mais argila, CO, Fe, CTC, condizentes com maiores valores de CE, SM e eTh; (2) ombro da encosta: área de transição entre o topo e a meia-encosta, com maior presença de cascalhos, exercendo um controle estrutural, e valores um pouco mais baixos (valores de transição, ou intermediários) dos atributos supracitados em relação ao topo; (3) meia-encosta: trata-se do segmento de maior declividade, ligando o topo ao sopé da vertente, sendo mais submetido aos processos erosivos, apresentando, portanto, os menores teores de argila e, por conseguinte, dos outros atributos do solo; e (4) sopé: região mais baixa da área, exposta a oscilações frequentes do lençol d'água e inundações periódicas, onde há acumulação de argila e maiores valores dos outros atributos do solo; nesse segmento encontram-se os Planossolos, ao contrário dos segmentos anteriores, onde ocorrem Argissolos.

Em conclusão, os sensores proximais podem ser usados para subsidiar a segmentação da vertente em subáreas mais homogêneas, de maneira a orientar o planejamento do uso e manejo do solo na propriedade agrícola. Os mapas das propriedades eletromagnéticas do solo medidas pelos sensores proximais ressaltam as relações solo-geomorfologia e as pedoformas da área de estudo com maior detalhe e de maneira eficiente, já que os sensores possibilitam coletar grande número de amostras com menor esforço e menor tempo.

## Referências

OLIVEIRA, R. P.; BERNARDI, A. C. C.; RABELLO, L. M. A oportunidade de manejo por sítio-específico indicada na variação espacial da condutividade elétrica aparente do solo. In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. (Ed.). **Agricultura de Precisão: Um Novo Olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. p. 55-59.

PELUCO, R. G.; MARQUES JÚNIOR, J.; SIQUEIRA, D. S.; PEREIRA, G. T.; BARBOSA, R. S.; TEIXEIRA, D. B.; ADAME, C. R.; CORTEZ, L. A. Suscetibilidade magnética do solo e estimação da capacidade de suporte à aplicação de vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p.661-672, 2013.

SIQUEIRA, G.M., SILVA, E.F.F., DAFONTE, J.D. Distribuição espacial da condutividade elétrica do solo medida por indução eletromagnética e da produtividade de cana-de-açúcar, **Bragantia**, v.74, p.215-223, 2015.

## RELAÇÃO ENTRE USO DA TERRA E DECLIVIDADE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO PIMENTA, ARROIO DO PADRE - RS

Cláudia Werner Flach, Mauricio Meurer

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Mestranda, Pelotas - RS, [cwflach@gmail.com](mailto:cwflach@gmail.com).

**Palavras-chave:** Arroio do Padre; declividade; áreas agrícolas.

A grande incidência de eventos de origem hidrológica constitui-se como um fator preocupante no cenário agrícola brasileiro. Tanto os registros de secas e estiagens como os registros de precipitações intensas (inundações e enxurradas) tem efeito direto na agricultura. Alguns fatores, como as condições do relevo e a implantação de cultivos em áreas inadequadas podem contribuir para perdas econômicas expressivas.

Fatores condicionantes ao desenvolvimento de processos erosivos nas encostas, como a declividade e o uso da terra, constituem-se como variáveis fundamentais para o planejamento territorial (FELL et al., 2008) e de uso da terra.

A declividade é um dos aspectos morfométricos do relevo que contribuem para a distribuição dos usos da terra, uma vez que as condições do terreno são fundamentais para o estabelecimento de determinadas culturas, bem como para a trafegabilidade de máquinas, com influência na velocidade de deslocamento e estabilidade (HÖFIG E ARAÚJO-JUNIOR, 2015). Em função da aptidão à mecanização, alguns estudos determinam que áreas com declividade até 20 % podem ser consideradas aptas à mecanização, enquanto que áreas com declividade superior a 20 % apresentam severo grau de restrição quanto a mecanização agrícola (FRANCISCO; CHAVES; LIMA, 2013; HÖFIG; ARAÚJO-JUNIOR, 2015).

O conhecimento sobre a cobertura e uso da terra é importante para a avaliação da capacidade de suporte ambiental (em função dos manejos empregados na produção), garantindo o desenvolvimento sustentável tendo em vista as questões ambientais, sociais e econômicas. Da mesma forma, é importante para o planejamento e orientação quanto a tomada de decisões, pois retratam as formas e dinâmicas de ocupação da terra (IBGE, 2013).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar as subclasses de cobertura e uso da terra em função da declividade na Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta (BHAP), no município de Arroio do Padre - RS.

A Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta localiza-se na parte Norte do município de Arroio do Padre - RS. Com relação ao relevo, a altimetria varia entre 40-300 m e identificam-se expressivas áreas de declividade acentuada. Na área de estudo estão presentes os solos NEOSSOLO LITÓLICO e ARGISSOLO BRUNO Acinzentado, sendo recorrente a presença dos afloramentos rochosos.

Os aspectos físicos presentes na BHAP tornam a área propensa a ocorrência de eventos de origem hidrológica resultantes de precipitações intensas. Em 15 de novembro de 2010, foi registrada a ocorrência de uma enxurrada na área de estudo, que desencadeou processos erosivos e movimentos de massa, gerando grandes perdas econômicas e transtornos a população (MEURER; FLACH, 2015).

Os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do trabalho foram baseados na elaboração dos mapas de declividade e de cobertura e uso da terra, através do *software ArcGIS 9.3*. O mapa de declividade foi elaborado a partir das curvas de nível da área de estudo, adotando-se

5 classes ( $> 6\%$ ,  $6 - 12\%$ ,  $12 - 20\%$ ,  $20 - 30\%$ ,  $< 30\%$ ). O mapa de cobertura e uso da terra foi elaborado com base na vetorização manual de 8 subclasses (cobertura: área florestal, área campestre, área descoberta e corpo d'água continental; uso: área urbanizada, cultura temporária, pastagem e silvicultura), a partir de imagens georreferenciadas do *software Google Earth Pro*. Com base nesses produtos cartográficos, foram quantificadas as subclasses de cobertura e uso da terra para cada classe de declividade.

A Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta possui  $44,57 \text{ km}^2$ . Distribuindo-se a área total da BHAP nas classes de declividade, obtêm-se os seguintes dados:  $16,14 \text{ km}^2$  ( $< 6\%$ );  $6,68 \text{ km}^2$  ( $6 - 12\%$ );  $11,87 \text{ km}^2$  ( $12 - 20\%$ );  $6,01 \text{ km}^2$  ( $20 - 30\%$ ); e  $3,87 \text{ km}^2$  ( $> 30\%$ ).

As coberturas da terra ocorrem em  $23,92 \text{ km}^2$ , sendo:  $0,12 \text{ km}^2$  (água continental);  $0,23 \text{ km}^2$  (área descoberta);  $8,69 \text{ km}^2$  (área campestre); e  $14,88 \text{ km}^2$  (área florestal). Já os usos da terra ocorrem em  $20,65 \text{ km}^2$ , dos quais:  $0,12 \text{ km}^2$  (área urbanizada);  $4,33 \text{ km}^2$  (silvicultura);  $4,76 \text{ km}^2$  (pastagem); e  $11,44 \text{ km}^2$  (cultura temporária).

Levando-se em consideração apenas os usos da terra e as áreas com declividade até  $20\%$ , verifica-se que estas áreas contabilizam  $17,95 \text{ km}^2$ , sendo:  $0,11 \text{ km}^2$  (área urbanizada);  $3,48 \text{ km}^2$  (silvicultura);  $4,25 \text{ km}^2$  (pastagem); e  $10,11 \text{ km}^2$  (cultura temporária). De modo geral, pode-se afirmar que há preferência para a implantação dos usos da terra nessas áreas, pois os terrenos mais planos facilitam o cultivo e a mecanização.

As áreas que apresentam declividade superior a  $20\%$  e uso da terra, contabilizam  $2,70 \text{ km}^2$ , dos quais:  $0,01 \text{ km}^2$  (área urbanizada);  $0,51 \text{ km}^2$  (pastagem);  $0,85 \text{ km}^2$  (silvicultura); e  $1,33 \text{ km}^2$  (cultura temporária). As práticas agrícolas nessas áreas podem favorecer o desencadeamento de processos erosivos e perdas econômicas nas lavouras, em ocasiões de precipitações intensas e prolongadas, conforme já foi verificado anteriormente na BHAP (MEURER; FLACH, 2015).

Tendo em vista as características morfométricas do relevo na área de estudo, recomenda-se a manutenção da cobertura vegetal nas áreas com declividade superior a  $20\%$ . Entretanto, como a área de estudo é composta predominantemente por pequenas propriedades de caráter familiar, muitos agricultores utilizam essas áreas, sendo recomendada a adoção de medidas de manejo do solo e controle da erosão.

## Referências

- FELL, R. et al. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. **Engineering Geology**, n. 102, p. 85-98, 2008.
- FRANCISCO, P.R.M.; CHAVES, I.de B.; LIMA, E.R.V.de. Classificação de terra para mecanização agrícola e sua aplicação para o Estado da Paraíba. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.28, n.1, p.30-35, 2013.
- HÖFIG,P.; ARAUJO-JUNIOR, C.F. Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no Estado do Paraná. **Coffee Science**, v. 10, n. 2, p. 195 - 203, 2015.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Manual Técnico de Uso da Terra**. Manuais Técnicos em Geociências, n.7. 3ed. Rio de Janeiro, 2013.
- MEURER, M.; FLACH, C.W. A Geomorfologia do município de Arroio do Padre – RS e as suas relações com as Alterações Geomorfológicas da Enxurrada de 15 de novembro de 2010. **Ciência e Natura**, v. 37 n. 3. p.311-328, 2015.
- VALERIANO, M.M. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, T.G. **Geomorfologia conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

## ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO NAS VEREDAS DO ASSENTAMENTO SÃO FRANCISCO, EM BURITIZEIRO, MG

Bruno Gomes Cunha<sup>1</sup>, Carlos Ernesto G. R. Schaefer<sup>2</sup>, João Carlos Ker<sup>2</sup>, Alceu Pedrotti<sup>1</sup>,  
Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Sergipe, Doutorado, Aracaju - SE, [bruno.cunha@aju.incra.gov.br](mailto:bruno.cunha@aju.incra.gov.br);

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa.

**Palavras-chave:** GEE; Organossolos; agricultura familiar.

A região Norte de Minas Gerais concentra uma quantidade expressiva de assentamentos rurais, estabelecidos nos remanescentes do bioma Cerrado. Nestes assentamentos, a existência de Veredas é tida como um atrativo especial, pois, comparativamente às condições ambientais do entorno, apresenta condições mais favoráveis para a utilização agrícola.

O subsistema Vereda é uma formação típica do bioma Cerrado. Esta formação caracteriza-se por ser um ambiente hidrófilo, com zanação vegetacional, com a presença renques de buriti (*Mauritia* sp.), possuindo uma baixa capacidade regeneradora e uma grande importância ecológica e sócio-econômica.

Os solos são um importante reservatório de carbono (C), especialmente, no cenário das mudanças climáticas ocasionadas pelo aumento das emissões dos gases do efeito estufa (GEE). Sua atuação ocorre por meio do seqüestro de C, podendo ser considerado um serviço ecossistêmico, pois mitiga as emissões antrópicas. Fatores como o tipo de cobertura vegetal, solo, bem como o uso e o manejo do geoambiente podem influenciar na capacidade e no estoque de C do solo. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o estoque de C nos solos do subsistema Veredas, inserido no assentamento rural São Francisco, no município de Buritizeiro, no Estado de Minas Gerais.

O estudo foi realizado em área pertencente ao assentamento rural São Francisco, localizado a 10 km da sede do município de Buritizeiro (23 K, 492.799E; 8,087,609N), no Norte de Minas Gerais, região Sudeste do Brasil. O clima, segundo classificação de Köppen, é o tipo Aw – clima tropical de savana, com inverno seco e verão chuvoso, precipitação média de 1000 mm ano<sup>-1</sup>, concentrada no período de outubro a abril e temperatura média anual de 23,2 °C (CETEC, 1981).

Este assentamento foi criado em 1995, pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, com capacidade para 29 famílias e área total de 2.081,45 ha, constituída, em sua maioria, por solos ácidos, arenosos e pobres em nutrientes para as plantas (CUNHA, 2011).

Utilizando-se de dados cartográficos, caminhamentos *in loco* e diálogos com os assentados, e, consubstanciando-se na metodologia pedogeomorfológica (SCHAEFER, 1997) e nas ferramentas de geoprocessamento, delimitou-se o subsistema Veredas. Em seguida, foram selecionados 8 perfis de solos representativos, sendo classificados no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SBCS (EMBRAPA, 2013). Foram avaliados a densidade do solo (Ds) e o estoque de C nas camadas/horizontes dos perfis selecionados. A Ds (g cm<sup>-3</sup>) foi determinada pelo método do anel volumétrico e o teor de C orgânico (CO) determinado por oxidação via úmida com K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (0,167 mol L<sup>-1</sup>). O estoque relativo de C por perfil do solo – ECp (Mg ha<sup>-1</sup>) foi calculado para as camadas H e os horizontes A, B e C dos solos amostrados, multiplicando-se a concentração de CO, pela Ds (g cm<sup>-3</sup>) e a espessura (cm) das



camadas/horizontes.

O cálculo do ECp para cada classe de solo constituiu na soma dos estoques de cada camadas/horizonte dos perfis, sendo que este valor foi multiplicado pela área ocupada por classe de solo. Ressalta-se que a serrapilheira não foi incluída no cálculo em função de sua variabilidade amostral, bem como o cálculo do ECp para cada classe se referiu à profundidade de coleta dos horizontes mais profundos de cada perfil amostrado, conforme proposto por Mendonça et al. (2013), e, por ainda não estar incorporada ao solo na forma de CO.

Adicionalmente, a Ds e o CO foram correlacionados, por meio de análise de regressão linear, estimando-se ainda, o coeficiente de correlação de Pearson (r), tendo a sua significância estimada pelo teste t de Student a 1 % ( $p < 0,01$ ).

As Veredas foram classificadas como geoambiente Veredas e Vazantes Higrófilas – VVH e representaram 14,4 % da área do assentamento rural. Foram identificadas três classes de solo, correspondentes ao 1º nível do SBCS: ORGANOSSOLOS (3 perfis), GLEISSOLOS (4 perfis) e NEOSSOLOS (1 perfil). Com relação à distribuição da área do geoambiente VVH, tem-se, percentualmente, a ocorrência de 5 % de NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico (perfil P.4); 20 % de GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico típico (perfil P.6); 15 % de GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plintossólico (perfil P.11); 45 % de GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico (perfis P.12 e P.13); 10 % de ORGANOSSOLO HÁPLICO Hêmico térrico (perfil P.5); 10 % de ORGANOSSOLO HÁPLICO Hêmico típico (perfil P.16); 5 % de ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO Sáprico típico (perfil P.17).

O maior estoque de C ( $538,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) foi observado no perfil P.5 (ORGANOSSOLO HÁPLICO) e o menor ( $40,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) no perfil P.13 (GLEISSOLO HÁPLICO), com média de  $190 \pm 142 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Em relação ao perfil P.12 (GLEISSOLO HÁPLICO), o aumento de CO, a partir dos 30 cm de profundidade, está relacionada ao maior período de exposição destas camadas às condições de saturação, provocando a redução da atividade biológica e em menor taxa de decomposição do material orgânico do solo (MOS). No perfil P.6 (GLEISSOLO MELÂNICO), há o incremento de CO na camada 8-40 cm, em relação à camada mais superficial, justamente pela manutenção do CO pela saturação do solo.

Além disso, percebeu-se que a drenagem e o uso agrícola vêm reduzindo o CO superficial, sendo que a variação do CO no solo está atrelada às práticas de manejo, as quais podem levar as condições de mineralização e decomposição da MOS (CARVALHO et al., 2010).

Quanto à análise estatística do CO ( $\text{g CO } 100 \text{ g}^{-1}$ ) em função da Ds ( $\text{g cm}^{-3}$ ), observou-se coeficiente de Pearson negativo e significativo ( $r = -0,8$ ,  $p < 0,01$ ) e na análise de regressão, obteve-se um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,8, com a seguinte equação:  $\text{CO} = 1,324 - 0,065 \cdot \text{Ds}$ .

No subsistema VVH do Projeto de Assentamento São Francisco, pode-se encontrar solos com alto estoque de C (SCHEER et al., 2011), na maioria com teores maiores que  $200 \text{ Mg ha}^{-1}$  C, que potencialmente apresentam uma elevada produtividade primária. As áreas sob domínio dos Organossolos possuem os maiores estoques de C, tornando-se extremamente importantes no sequestro do C, e, por conseguinte, para o fluxo dos serviços ecossistêmicos. Os Gleissolos são os solos predominantes da área avaliada, sendo também a classe onde se observou o menor estoque de C. O uso agrícola dos Gleissolos e Organossolos vem degradando o CO superficial. Além disso, cerca de 80 % da variabilidade dos teores de CO são explicados pela Densidade e estes se correlacionam negativamente.



## Referências

- CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N; MELLO, C. R. DE; CERRI, C. E. P. Potencial de seqüestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, 34, p. 277-289, 2010.
- CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. **2º Plano de desenvolvimento integrado do Noroeste mineiro – recursos naturais**. Belo Horizonte: Minas Gerais Gráfica Editora, 1981. 259 p.
- CUNHA, B. G. **Agricultores, ambientes e usos no Projeto de Assentamento São Francisco, Buritizeiro, Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 2011, 88f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**, 2. Ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.
- MENDONÇA, B. A. F. de. Solos e geoambientes do Parque Nacional do Viruá e Entorno, Roraima: visão integrada da paisagem e serviço ambiental. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 429-444, abr.-jun., 2013.
- SCHAEFER, C. E. G. R. Ecogeography and Human Scenario in Roraima, Amazonia. **Ciência e Cultura**, 49(4), 241-252. 1997.
- SCHEER, M. B.; CURCIO, G. R.; RODERJAN, C. V. Funcionalidades ambientais de solos antomontanos na Serra da Igreja, Paraná. **R. Bras. Ci. Solos**, v. 35, p 1113-1126, 2011.

## ZONEAMENTO GEOTÉCNICO DA DECLIVIDADE POR SENSORIAMENTO REMOTO PARA O PLANEJAMENTO DO MEIO FÍSICO

Renata Cristina Araujo Costa, Gener Tadeu Pereira, Teresa Cristina Tarlé Pissarra

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho",  
Doutorando, Jaboticabal - SP, [renata.criscosta@gmail.com](mailto:renata.criscosta@gmail.com).

**Palavras-chave:** política de uso do solo; sistema de informação geográfica; modelo digital de elevação.

As atividades humanas executadas sobre a superfície terrestre podem causar impactos decorrentes da falta de consideração das limitações e aptidões do meio físico. O mapeamento geotécnico possibilita a identificação ambiental de forma a harmonizar o uso e ocupação do solo.

A ação do homem por inserção de práticas agrícolas pode acelerar os processos erosivos que desequilibram as condições naturais. Os prejuízos sociais e ambientais gerados pela erosão incluem a capacidade produtiva das terras, aumento do custo de produção, diminuindo o lucro, chegando a inviabilizar a produção agrícola na área afetada (PACHECO et al., 2014).

A mensuração da erosão associada às formas da paisagem vem sendo utilizadas para subsidiar zonas específicas de manejo. Os processos de erosão e deposição do solo nas paisagens apresentam influência direta das variações das superfícies geomórficas e as formas do relevo (inclinação do declive e à curvatura do terreno) (CAMPOS et al., 2008).

A indústria canavieira se expandiu no Brasil ao longo dos anos, a expansão da área cultivada de cana-de-açúcar de 8,5 milhões de hectares em 2012, para mais de 14 milhões de hectares em 2030. As expansões agrícolas da cultura requerem que as alterações vão de todo o sistema de mecanização atualmente empregado para pôr as atividades em níveis adequados de sustentabilidade (BRAUNBECK; MAGALHÃES, 2010). A colheita mecanizada é condicionada a declividades iguais e inferiores a 12 %, como descrito no decreto nº 47.700 de 11 de março de 2003 da Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo.

Deste modo, a proteção dos solos e recursos hídricos depende de medidas disciplinadoras do uso do solo. A caracterização dos processos de degradação ambiental necessita de analisar o meio físico (altitude, declividade, atributos físicos e químicos do solo), a espacialização das informações em mapas possibilita o planejamento agrícola, a capacidade e adequação do uso do solo, aplicação de modelos matemáticos para a quantificação de impactos ambientais e a realização de diferentes formas de zoneamento agroambiental (CAMPOS et al., 2008).

Dada à diferença das taxas de erosão de acordo com as diferentes configurações, deve ser realizado esforços conjuntos de sistemas de gestão que favoreçam a conservação do solo e mantenham a viabilidade econômica. A adaptação na gestão dos usos das terras deve ocorrer de forma flexível e continuamente visto que mudanças climáticas modificar o período das culturas agrícolas (GARCÍA-RUIZ, 2010).

Desta forma se faz necessário para o planejamento agrícola e ambiental mapear a declividade do solo com o objetivo de subsidiar a gestão política, planejamento e conservação do solo. O mapeamento geotécnico foi realizado para determinar o zoneamento agrícola para o município de Taquaritinga, SP para a mecanização da cultura da cana-de-açúcar.

A área escolhida para o zoneamento foi o Município de Taquaritinga – SP, porém a técnica

pode ser feita para qualquer localidade. A área apresenta 594 km<sup>2</sup>, situa entre as coordenadas -21,316898° e -21,567072° de latitude Sul e -48,725254° e -48,311816° longitude Oeste. Os mapas foram projetados utilizando o sistema de referência WGS 84 (*World Geodetic System*) com objetivo de facilitar a integração com os GNSS (*Global Navigation Satellite System*).

O clima é classificado como mesotérmico úmido de verão quente (Cwa). A constituição geológica da área pertence à formação Bauru e o relevo é suavemente ondulado, com predomínio do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico de textura argilo a muito argilosa. De acordo com os dados do Canasat em 2012 o município de Taquaritinga 267,76 km<sup>2</sup> dedicado ao cultivo de cana de açúcar, o que corresponde a 45 % da área do município (CANASAT, 2012).

A declividade do município foi determinada pela a imagem de sensoriamento remoto do modelo digital de elevação MDE conhecido pela sigla em inglês DEM (*Digital Elevation Model*) processada para 30 metros pelo projeto TOPODATA, INPE na qual cada pixel representa o valor da altitude. A imagem foi projetada e georreferenciada utilizando o sistema de informação geográfica *ArcGIS* 10.1 para o sistema de coordenadas linear Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 22 S.

A declividade foi determinada sobre a imagem recortada utilizando o mesmo *software*, pela ferramenta *Spatial Analyst Tools > Surface > Slope* utilizando a categoria *Percent-rise*, para gerar a declividade na unidade percentual (%).

A declividade mínima encontrada é 0 e máxima ficou em 73,26 %, a média 5,66 % com desvio padrão de 3,69 %. O zoneamento geotécnico foi classificado em duas classes o mapa de declividade, áreas com declividade inferior e superior a 12 %.

O município de Taquaritinga tem predomínio do relevo suave ondulado 3 a 8 % de declividade. Na área é encontrado cinco tipos de relevo (plano, suavemente ondulado, ondulado, fortemente ondulado, montanhoso). A maior área do município está sobre o relevo suavemente ondulado 64,79 %, seguidos respectivamente pelo relevo ondulado 17,62 %, plano 16,71 %, ondulado 0,56 % e fortemente ondulado em 0,12 % (EMBRAPA, 1999).

O município devido a característica do seu relevo, a maior parte da área apresenta alto potencial de mecanização do o cultivo cana de açúcar. A área mecanizável está distribuída em 578,6 km<sup>2</sup>, o que equivale a 97 %, e áreas não passíveis a mecanização está distribuída em 15,5 km<sup>2</sup>, equivale a 3 %.

Como podemos observar a região tem alto potencial para o cultivo mecanizado da cana de açúcar, este potencial já está sendo aproveitado segundo os dados do Canasat, no qual mostra que em 2012 a área cultivada com cana crua chegou a 88,3 % contra apenas 11,7 %, dos 267,76 km<sup>2</sup> plantados (CANASAT, 2012). Esta área corresponde em apenas 45 % da área do município, o que demonstra que ainda exista potencial de crescimento do cultivo neste município.

As técnicas de sensoriamento remoto aliadas ao geoprocessamento possibilitaram o zoneamento geotécnico do município, gerando dados que subsidiam o planejamento estratégico da expansão do cultivo da cana de açúcar utilizando o sistema de cultivo e colheita mecanizado. Vale ressaltar que a conservação da água e do solo deve ser realizada utilizando vários parâmetros e manejos além da declividade, com o objetivo de minimizar a perda de solo e a armazenamento de água no sistema.

## Referências

BRAUNBECK, O. A.; MAGALHÃES, P. S. G. Avaliação Tecnológica da Mecanização da Cana-de-Açúcar. In: CORTEZ, L. A. B. **Bioetanol de Cana-de-Açúcar: P&D para Produtividade e Sustentabilidade**, ed. 1, Cap. 12, Editora Blucher, pp.411-424, 2010.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JUNIOR, J.; MANTINS FILHO, M. V.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M.; BARBIERI, D. M. Variação espacial da perda de solo por erosão em diferentes superfícies geomórficas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.9, p.2485-2492, dez, 2008.

CANASAT: **Cana mapeamento da cultura de Cana-de- Açúcar via imagens de satélite**. Mapas e gráficos, 2012. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/colheita.html>> . Acesso em: 27 out. 2016.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa; 1999. 412 p.

GARCÍA-RUÍZ, J. M. The effects of land use on soil erosion in Spain: A review. **Catena**, Amsterdam, v. 1, n.11, 2010.

PACHECO, F. A. L.; VARANDAS, S. G. P.; SANCHES FERNANDES, L. F.; VALLE JUNIOR, R. F. Soil losses in rural watersheds with environmental land use conflict. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 485 – 486, 2014.

## O MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS RURAIS E URBANAS: UMA NECESSIDADE URGENTE

Edson Luís Pirolí, Vanessa Ramos dos Santos

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Professor Adjunto, Dr., Ourinhos - SP, [pirolí@ourinhos.unesp.br](mailto:pirolí@ourinhos.unesp.br).

**Palavras-chave:** hídricos; água; solo.

A cada período de chuvas que ocorre no Brasil, surgem notícias de inundações, deslizamentos e desabamentos, e ampliam-se os processos erosivos em muitas áreas de nosso território. Nas zonas urbanas a concentração de águas na superfície de ruas impermeabilizadas tem causado transtornos cada vez mais intensos e severos, incluindo perdas econômicas com a destruição de ruas, pontes e outras estruturas e, principalmente, perdas de vidas, arrastadas pelas águas acumuladas em volumes jamais vistos. Estas situações são reflexo da falta de planejamento na ocupação dos espaços, com a intensificação da cobertura do solo com asfalto, concreto ou outros materiais que, via de regra, não permitem a infiltração das águas, assim como não retardam seu escoamento, forçando-as a se deslocarem sobre a superfície praticamente na totalidade dos volumes precipitados em um período de tempo muito curto. Assim, áreas onde não ocorriam inundações em seu estado natural ou no início de sua ocupação, tem seu tempo de concentração reduzido, potencializando a ocorrência destes fenômenos e suas consequências.

Estas águas concentradas em áreas urbanas são direcionadas na sequência para as zonas rurais próximas, onde devido à energia carregada, destroem margens de rios e inundam vales, causando também transtornos para os moradores locais pela impossibilidade de uso dessas áreas com as atividades normalmente ali desenvolvidas, bem como pelos resíduos, poluentes e contaminantes trazidos dos locais onde as atividades humanas são muito concentradas. Nas áreas rurais a forma de utilização do solo e do espaço da maioria das propriedades também é nefasta para os recursos naturais e para a natureza de uma forma geral (PIROLI, 2016). O uso da terra fora de sua capacidade e de sua aptidão, assim como a falta de manejo adequado do solo, da água e da vegetação são outros fatores que aumentam o desgaste do solo, a ocorrência de processos erosivos e o assoreamento de nascentes, córregos, rios e represas (SILVA et al., 2004).

Neste contexto, este trabalho apresenta o resultado do monitoramento do uso da terra nas microbacias urbanas da Água da Veada, do Córrego Christoni e do Córrego Monjolinho localizados no município de Ourinhos, do córrego dos Macacos localizado no município de Álvares Machado, SP. Também foram estudadas e acompanhadas as microbacias rurais do Córrego Água do Sousa localizada no município de São Pedro do Turvo e do Córrego Santo Expedito localizado no município de mesmo nome, ambos no estado de São Paulo. Este monitoramento foi realizado a partir de acompanhamento da evolução do uso da terra da área das microbacias apoiado em fotografias aéreas da década de 1970 e de imagens de satélite das décadas seguintes. O conjunto de dados foi georreferenciado e processado nos aplicativos SIG *ArcGIS* 10 e *Idrisi Taiga* utilizando-se técnicas de geoprocessamento (PIROLI, 2013). Além disso, todas as áreas de estudo vem sendo visitadas e monitoradas a vários anos, com análises de suas condições e registros fotográficos.

Os resultados obtidos indicam que a ampliação das áreas urbanas, sem o devido planejamento e sem os cuidados necessários com o manejo da água, do solo e da vegetação acelera os processos

erosivos presentes nas drenagens aumentando-os em velocidades geométricas. Ao mesmo tempo, os registros de ocorrências de inundações se tornam mais constantes (TUCCI, 2007), mesmo para chuvas de intensidade normais para cada período do ano. Além disso, a partir da ocupação total da área das microbacias, observa-se que surgem consequências desastrosas como a morte de pessoas arrastadas pelas águas ou por deslizamentos em áreas onde este tipo de episódio jamais havia sido registrado e onde análises anteriores não apontavam risco. Como exemplo deste tipo de ocorrência cita-se o caso de duas mulheres mortas arrastadas pelas águas das chuvas na cidade de Ourinhos, uma na microbacia do Córrego Monjolinho, em setembro de 2014 e outra na microbacia do Córrego Christoni em março de 2015. A morte de ambas é consequência do aumento exponencial da impermeabilização das áreas das microbacias, o que concentrou e continua concentrando volumes de água muito maiores do que naturalmente escorria nos locais onde ambas se encontravam no momento em que foram surpreendidas pelas águas que as arrastaram e lhes ceifaram a vida.

Nas áreas rurais a falta de manejo adequado do solo e a não adoção de técnicas de conservação deste e da água, bem como a extração total da vegetação nativa e a compactação das camadas superiores do solo pela utilização intensiva de máquinas e equipamentos ou pela superlotação de áreas com animais de criação também potencializa a concentração de água na superfície, seu escoamento em grandes volumes e a ocorrência de processos erosivos cada vez mais severos. Nas microbacias rurais estudadas existem voçorocas com dimensões que alcançam as centenas de metros de comprimento e dezenas de metros de largura e profundidade, com consequente carreamento de milhares de metros cúbicos de solo para pontos mais baixos do relevo, solapando nascentes e comprometendo completamente o leito dos córregos e rios situados à jusante. Este comprometimento atinge ainda a qualidade e a quantidade das águas que não podem ser utilizadas para finalidades produtivas ou que são bastante reduzidas para estas finalidades, assim como a fauna aquática que ao ter seu ambiente modificado muitas vezes não consegue se adaptar e é extinta localmente.

Estas situações indicam que o patrimônio ambiental brasileiro continua a ser desconsiderado nas tomadas de decisões o que compromete cada vez mais a capacidade produtiva de solos nas áreas rurais, bem como sua capacidade de armazenamento de água. Nas áreas urbanas processos de inundação e erosivos comprometem espaços e colocam moradores em risco. Estes fatos apontam para a falta de planejamento e gestão das bacias hidrográficas, assim como para a falta de manejo das microbacias hidrográficas, menores unidades da paisagem onde as águas que precipitam sobre sua área são direcionadas para leitos de drenagem comuns. A ocupação das microbacias com atividades produtivas como plantações ou criações ou com a implantação de estruturas como casas, rodovias, ruas e outras que compactam ou impermeabilizam o solo comprometem o ciclo hidrológico nestes espaços, impedindo que haja a infiltração adequada comprometendo a recarga do lençol freático e dos aquíferos e aumentando o escoamento superficial, o que potencializa a ocorrência de inundações e de processos erosivos cada vez mais severos, assim como explica parte da crise hídrica que tem se apresentado ciclicamente.

## Referências

PIROLI, E. L. **Água: por uma nova relação**. Jundiaí: Paco Editorial, 2016.

PIROLI, E.L. **Geoprocessamento aplicado ao estudo do uso da terra das áreas de preservação permanente dos corpos d'água da bacia hidrográfica do rio Pardo**. Ourinhos, 2013. 150 p. Tese de Livre Docência. Universidade Estadual Paulista.

SILVA, A.M., SCHULZ, H.E., CAMARGO, P.B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RiMa, 2004.

TUCCI, C.M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.



## USO DAS TERRAS E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: UMA ANÁLISE DE PAISAGEM NO PLANALTO DO RS COM ECOSER

Claudia Bos Wolff<sup>1</sup>, Carlos Gustavo Tornquist<sup>2</sup>, Ben-Hur Costa de Campos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul, Mestranda em Ciência do Solo e Analista Ambiental, Porto Alegre - RS, [claudiabwolff@gmail.com](mailto:claudiabwolff@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>3</sup>Instituto Federal do Rio Grande do Sul.

**Palavras-chave:** serviços ecossistêmicos; gestão ambiental; geoprocessamento.

As atividades agrícolas podem causar diversos impactos ao meio ambiente, provenientes, na maioria, de fontes difusas de poluição, tornando a avaliação ambiental bastante complexa. A utilização de um conjunto de informações com indicadores sensatos, embasados cientificamente e apoiados em ferramentas de geoprocessamento abre novas perspectivas para o entendimento dos impactos ambientais associados. Um método atual de análise ambiental compreende o mapeamento e avaliação dos serviços ecossistêmicos (SE). Os SE correspondem aos benefícios gerados pelos ecossistemas que estão disponíveis aos homens e à sociedade (LATERRA et al., 2012). Além de auxiliar como ferramenta de suporte a gestores ambientais, a valoração dos SE é um mecanismo recente de incentivo a práticas com vistas à sua manutenção ou recuperação.

O objetivo deste estudo foi realizar uma aplicação preliminar do protocolo ECOSER (LATERRA et al., 2015) no Planalto do RS, região agrícola onde vem ocorrendo a intensificação das atividades produtivas. ECOSER propõe a estimativa das funções ecossistêmicas (FE) de forma espacialmente explícitas, em ambiente de geoprocessamento, produzindo mapas com valores relativos de FE e sua posterior integração para obtenção de mapa-síntese de SE para a região. As FE correspondem a processos que ocorrem nos ecossistemas e suportam os SE.

Todo trabalho foi desenvolvido em ambiente *ArcGIS* 10.2 (ESRI, 2013), tendo sido organizado um banco de dados georreferenciado com as informações necessárias. Foram calculadas e mapeadas oito FE, que tiveram os valores passados para uma escala relativa de 0 a 100, para a sua integração e estimativa dos SE. Foi utilizada uma matriz de valoração relativa de cada FE para o aporte de SE e produzidos os mapas de SE da região.

A área do estudo, localizada no Planalto do RS, inclui os municípios de Ibirubá e Quinze de Novembro (835 km<sup>2</sup>). As principais classes de solos são LATOSSOLOS VERMELHOS e associação CHERNOSSOLO-NEOSSOLO, além de GLEISSOLO e NEOSSOLO FLÚVICO com menor área. O uso preponderante das terras é a agricultura anual (soja, milho, aveia e trigo), tendo também importância a bovinocultura de leite e a suinocultura.

Inicialmente foram mapeadas as FE de armazenamento de carbono orgânico no solo (COS) e na biomassa usando a abordagem fatorial proposta pelo IPCC (2006) a partir de planos temáticos de estoque inicial de COS e de uso das terras. A taxa de erosão do solo foi calculada com a equação universal de perda do solo revisada (RUSLE) em ambiente *ArcGIS*. A FE controle da erosão, que representa o efeito da cobertura na diminuição das perdas de solo, foi estimada com base na diferença entre as taxas de erosão para o tipo de uso atual do solo e para o solo descoberto.

A taxa de infiltração e o escoamento superficial foi estimada utilizando o método da Curva Número. A integração deste plano temático com dados históricos de precipitação na região permitiu estimar a FE de retenção de excessos de chuvas por cobertura vegetal.

A FE de retenção de excessos de precipitação pelos banhados foi estimada a partir da integração dos planos de informação de localização e de área dos banhados e do índice topográfico de umidade (TWI). O TWI é um índice usado para modelar a dinâmica dos fluxos superficiais e subsuperficiais com base no controle topográfico sobre os processos hidrológicos.

Outra FE propiciada pelos banhados corresponde à capacidade de diminuição da carga de contaminantes que é transportada pela enxurrada. Inicialmente foi calculada a quantidade de nutrientes, potenciais contaminantes, que atingem os banhados e posteriormente estimada a capacidade de retenção daqueles. Utilizando coeficientes de exportação de acordo com o tipo de uso do solo, foi calculada a quantidade de nitrogênio (N) e de fósforo (P) liberada para água de escoamento superficial. A quantidade de nutrientes que efetivamente atinge os cursos hídricos (CH) e os banhados depende do tempo de viagem, estimado por um coeficiente de decaimento. Com os planos temáticos de uso do solo, modelo digital de elevação, escoamento superficial, declividade, distância aos CH e banhados e quantidade de nutrientes na enxurrada e empregando ferramentas do *Ecoser* e do *ArcGIS*, foram gerados os planos de informação correspondentes às massas N e de P que atingem as áreas úmidas. Estes planos foram integrados aos de localização e área dos banhados, resultando no mapeamento da FE filtragem de contaminantes pelos mesmos.

Para a FE de proteção dos aquíferos pela vegetação, foi calculada a vulnerabilidade do aquífero em cada local e este plano temático foi integrado ao de uso das terras. A vulnerabilidade do aquífero foi derivada com o índice DRASTIC (BARRAL, 2015), o qual considera os fatores de profundidade do nível piezométrico, taxa de recarga, litologia e permeabilidade do aquífero, natureza do solo, declividade do terreno e a natureza da zona saturada.

A vegetação ripária exerce uma FE de retenção dos sedimentos carregados pela água de escoamento superficial, evitando o assoreamento e contaminação dos CH. Para estimar esta FE foi necessário calcular a quantidade de sedimentos que atinge os CH e integrar com o plano temático de localização e área de vegetação ripária e de área de contribuição. Inicialmente a perda média anual de sedimentos em cada célula foi avaliada com uso da equação RUSLE, depois foi calculada a área de drenagem de cada microbacia e utilizada uma taxa de entrega para estimar quanto de sedimento efetivamente atinge a vegetação ripária e/ou os CH.

As diversas FE foram integradas, obtendo-se mapas dos serviços proporcionados pelos ecossistemas locais. Os SE avaliados foram regulação climática, atenuação dos impactos de inundação, manutenção da limpeza dos corpos hídricos, manutenção da qualidade dos aquíferos e produção agrícola.

Como a região de estudo não possui muitos banhados, as FE proporcionadas pelos mesmos não foram muito significativas na paisagem. Por outro lado, o plano de informação correspondente à quantidade de nutrientes que atinge os CH após uma enxurrada, representa uma informação importante, pois possibilita a identificação de locais críticos que necessitam de ações para conservação ambiental.

Os resultados preliminares permitiram visualizar locais de maior provisão de SE na paisagem de estudo, bem como a identificação de áreas mais vulneráveis, facilitando a avaliação ambiental frente a eventuais alterações de uso. A disponibilidade de dados de entrada na escala de estudo desejada é essencial para aplicação do *ECOSER*. O mapeamento da FE retenção de sedimentos pela vegetação ripária foi prejudicado devido à resolução espacial utilizada neste estudo ser muito baixa, dificultando

a quantificação de sua importância na provisão de SE. Alguns ajustes e modificações na metodologia do ECOSER foram necessárias para permitir a estimativa de todas as FE indicadas. Estas alterações na proposta original são previstas e recomendadas, sendo o desenvolvimento e validação do ECOSER um processo aberto, com forte interação com os desenvolvedores.

## Referências

BARRAL, M.P., **Tutorial para el mapeo de funciones ecosistémicas y servicios Ecosistémicos, Módulo 1 - Versión 2.0**. EEA INTA Balcarce – Universidad Nacional de Mar del Plata; Argentina 2015. (Acesso em 26 ago 2015). Disponível em: <http://eco-ser.com.ar>

ESRI. **ArcGIS Professional GIS for the desktop**. Versão 10.2, 2013

IPCC; **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Institute for Global Environmental Strategies, Japan, 2006.

LATERRA, P.; ORÚE, M.E.; BOOMAN, G.C. **Spatial complexity and ecosystem services in rural landscapes**. Agriculture, Ecosystems and Environment. v. 154, p.56-67, 2012.

LATERRA, P. et al. **ECOSER: protocolo colaborativo de evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos y vulnerabilidad socio-ecológica para el ordenamiento territorial**. Ed. INTA, Argentina, 2015. (Acesso em 26 ago 2015). Disponível em: <http://eco-ser.com.ar>

## GRAU DE COMPACTAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE EUCALIPTO SOB DOSES DE ADUBO FOSFATADO

Wellington Willian Rocha, André Ribeiro Silveira, Raquel Silva Pereira, José Altair Figueiredo

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Professor, Diamantina - MG,  
[www.willianr@yahoo.com.br](mailto:www.willianr@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** Proctor normal; eucalipto; mudas.

O rápido crescimento e fácil adaptação a condições adversas torna o eucalipto uma cultura atrativa. Isso fez com que ele se tornasse uma das espécies florestais mais comumente cultivadas no Brasil. Por ser uma cultura essencialmente mecanizada e com máquinas cada vez mais pesadas, este sistema tem causado inúmeros problemas de compactação do solo (DIAS JUNIOR et al., 2003).

A compactação pode ocorrer pela pressão exercida pelo intenso tráfego de implementos pesados, através de suas rodas ou esteiras. Dessa forma, quando há um aumento da densidade das partículas primárias do solo (argila, areia e silte) e essa condição for considerada inadequada ao eficiente desenvolvimento da planta, o solo é considerado compactado (DIAS JUNIOR et al., 2004).

Existem maneiras de diminuir e prevenir os efeitos da compactação, dentre elas: pressão de inflação do pneu, tipo de rodado, diminuição no peso da máquina e restrição de tráfego em áreas úmidas (MONTEIRO et al., 2010), como comprovado por Fernandes et al. (2003) quando avaliou os níveis de compactação do solo causados pelo tráfego do forwarder em um LATOSSOLO VERMELHO, conclui que a utilização do rodado duplo contribuiu para atenuar a compactação no solo.

Assim, técnicas que quantifiquem a compactação e norteiem as práticas de prevenção e combate, são de suma importância e, estudos sobre o Grau de compactação se enquadram nestas técnicas.

O objetivo deste estudo foi quantificar o efeito da compactação e doses de adubos fosfatados em mudas de eucalipto.

O experimento foi realizado no campus JK da Universidade Federal dos vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) em Diamantina-MG e constou do plantio de mudas de *Eucalyptus cloeziana* em vasos, sendo: três diferentes graus de compactação e duas diferentes adubações fosfatadas de plantio.

Para os graus de compactação, foram testados os valores de 70, 80 e 90 %. Estes, são gerados pela razão entre a densidade natural do solo, obtida pelo método dos anéis volumétricos e densidade máxima do solo, obtida através do Proctor Normal. Posteriormente, obtêm-se a massa de solo necessária para determinado grau de compactação.

Assim para os graus de compactação obteve-se a massa de solo de 5787,4 g, 6538,4 g e 7333,65 g respectivamente a serem colocadas nos vasos.

O solo utilizado foi o LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (textura média). As mudas permaneceram na casa de sombra, cobertas com tela de sombreamento de 50 %, e foram irrigadas aplicando uma lâmina d'água de 4 mm dia<sup>-1</sup>.

Além dos graus de compactação, foram testadas duas adubações fosfatadas de plantio, 125 gramas de Superfosfato simples por cova, de acordo com Ribeiro et al. (1999), e 100 % da dose a mais, ou seja, 250 gramas de Superfosfato simples por cova.

O experimento, com duração de 106 dias, foi conduzido em Delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 x 2 x 4), sendo três graus de compactação, dois níveis de adubação

fosfatada no plantio e quatro repetições. As médias foram testadas pelo teste de Scott Knott.

No início e no final do experimento, foram avaliados a altura das mudas, medidas com fita métrica. Para a avaliação do desenvolvimento das plantas, propôs-se a avaliação através do incremento em altura, que é a relação entre a altura inicial ( $a_i$ ) e final ( $a_f$ ), que mostra a proporção de crescimento das mudas. Ao final do experimento, as mudas foram retiradas dos vasos e as folhas encaminhadas ao laboratório para análise foliar.

Os valores de incremento em altura, das mudas submetidas ao grau de compactação de 80 % na maior dose de adubo, não diferiram estatisticamente dos valores observados para as mudas no GC de 70 % na mesma dose de adubo.

O solo com grau de compactação de 70 %, solo com estrutura mais solta, possivelmente favoreceu o melhor desenvolvimento radicular, que influenciou positivamente no desenvolvimento das plantas. Para o grau de compactação de 85 %, o que possivelmente condicionou a um comportamento das plantas semelhante às submetidas ao grau de compactação de 70 %, foi a nutrição por fósforo, que incentivou o desenvolvimento radicular e, por as mudas estarem sob irrigação, a água pode ter agido como agente descompactante do solo, favorecendo o desenvolvimento das mudas. Contudo, Já o grau de compactação de 90 %, mostrou uma condição mais drástica de compactação de solo, que, além de ser um impedimento físico ao desenvolvimento radicular, possivelmente limitou a infiltração de água e a exploração radicular por nutrientes, condicionando, também, em todas as doses de adubação, os menores desenvolvimentos das plantas.

Observou-se, para os valores de matéria seca da parte aérea, de uma forma geral, que as mudas que receberam a maior dose de adubo fosfatado, apresentaram maior quantidade de matéria seca ( $6,18 \text{ g planta}^{-1}$ ), dado ao seu maior desenvolvimento por uma melhor nutrição de fósforo, compilando com os resultados obtidos por Schumacher et al. (2004), quando comparou o desenvolvimento de mudas ao aplicar doses crescentes de fósforo.

Na menor dose de adubação, as plantas submetidas ao grau de compactação de 80 %, apresentaram maior produção de matéria seca. O bom desenvolvimento radicular ocasionado pela adequada nutrição mineral e a influência da irrigação como alívio da estrutura do solo podem ter favorecido a este comportamento.

Já para maiores doses de adubo aplicadas, não se observou diferenças entre os graus de compactação 70 e 80 %. Ressalta-se a influência da compactação gerada pelo grau de compactação de 90 %, onde a produção de matéria seca foi menor que os demais graus de compactação estudados e, estas não apresentaram diferença entre si.

Os graus de compactação de 70 e 80 % nas maiores doses de adubo favoreceram ao melhor desenvolvimento das plantas.

Para a menor dose de adubo, o grau de compactação de 80 % condicionou a maior produção de matéria seca em relação ao grau de compactação de 70 %. Já para a maior dose de adubo, não foram encontradas diferenças entre os graus de compactação 70 e 80 %.

O grau de compactação de 90 % em todas as doses de adubo apresentou os piores resultados para desenvolvimento de plantas e quantidade de matéria seca.

## Referências

DIAS JUNIOR, M. S.; NUNES, A. H. B. Soil Shear Strength under Non-irrigated and irrigated Short Duration Grazing Systems. **R. Bras. Ci. Solo** (Impresso), 34: 213-238, 2004.

DIAS JUNIOR, M. S.; LEITE, F. P.; WINTER, M. E.; PIRES, J. V. G. Avaliação quantitativa da sustentabilidade estrutural de um latossolo vermelho-amarelo cultivado com eucalipto na região de Peçanha-MG. **R. Árvore**, 27:343-349, 2003.

FERNANDES, H. C.; SOUZA, A. P. Compactação de um latossolo vermelho causada pelo tráfego do "forwarder". **R. Árvore**, 27:279-284, 2003.

MONTEIRO, L. A.; MASIERO, F. C.; LANÇAS, K. P.; GUERRA, S. P. S.; JESUS, M. G. Avaliação de pneus para carretas transbordo em tanque de solo. **R. Científica Eletrônica de Agronomia**, 17:07-16, 2010.

RIBEIRO A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** - 5ª aproximação. Viçosa-MG, 1999. 359p.

SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan). **R. Árvore**, 28:149-155, 2004.

## ESTIMATIVA DA VAZÃO MÍNIMA PARA PORTO FERREIRA, BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO MOGI GUAÇU

Junior Cesar Avanzi<sup>1</sup>, Bruna Pereira Martins da Silva<sup>1</sup>, Caio Augusto Bertolini<sup>1</sup>,  
Stefano Francisco Pereira Duarte<sup>1</sup>, Marcelo Ribeiro Viola<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo, Professor,  
Pirassununga - SP, [javanzi@gmail.com](mailto:javanzi@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras.

**Palavras-chave:** Q7,10; disponibilidade hídrica; rendimento específico.

A gestão de bacias hidrográficas tem sido realizada pelas Unidades Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), que consiste em unidades físico-territoriais, identificadas dentro das bacias hidrográficas para orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos de maneira descentralizada. A bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu é a UGRHI-9, localizada na região nordeste do Estado de São Paulo e sudoeste de Minas Gerais. O rio Mogi Guaçu nasce no Estado de Minas Gerais no município de Bom Repouso, e a sua bacia hidrográfica possui uma área de drenagem total de 18.938 km<sup>2</sup>.

Dentro deste gerenciamento tem-se a determinação de valores adequados de vazões de referência para disponibilidade hídrica. Um dos indicativos que determinam como será utilizado os recursos hídricos, são as vazões mínimas (Q<sub>min</sub>). Elas são caracterizadas pelos menores valores de vazão em uma série anual. Uma das formas para quantificar a Q<sub>min</sub> é por meio da vazão mínima anual de sete dias consecutivos com período de retorno em 10 anos (Q7,10). Também curvas de probabilidades de vazões mínimas permitem estimar riscos de ocorrência de vazões menores que um determinado valor escolhido.

No relatório zero do Comitê de Bacias do Rio Mogi Guaçu registrou, no ano de 1999, uma vazão mínima (Q7,10) para o Alto Mogi de 23,0 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (CBH MOGI, 1999). Ressalta-se que o ano de 2014 foi o ano de maior estiagem dos últimos 84 anos na região sudeste, com o agravante que em 2014 choveu apenas metade do que choveu em 1953 (CBH MOGI, 2016). Esta redução nas precipitações pode afetar diretamente a vazão mínima dos rios. Além disso, as quedas no valor de vazão mínima também podem ser provocadas por alterações no uso do solo, levando a uma diminuição da recarga dos aquíferos, ou por projetos de irrigação, sobretudo àqueles sem outorga.

Deste modo, o objetivo desse trabalho foi, a partir de uma série histórica de dados de vazão diária do alto do rio Mogi Guaçu, ajustar uma equação de vazão e prever a vazão mínima anual de sete dias consecutivos em função do tempo de retorno de 10 anos (Q7,10), usada como parâmetro orientador de outorga de uso de água.

Para o presente estudo, foram utilizados os dados de vazão do posto fluviométrico de UHE Marimbondo (série histórica de 42 anos, de 1966 a 2007) situado em Porto Ferreira, SP, sendo considerado para este estudo como limite da bacia do Alto Rio Mogi Guaçu, possuindo uma área de drenagem de 10.100 km<sup>2</sup>. Os dados de vazão foram disponibilizados pela Superintendência de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (Hidroweb/ANA).

Para estimativa da vazão mínima utilizou-se os valores mínimos diários anuais, em sete dias consecutivos, obtidos por média móvel e se empregou a distribuição de probabilidade Log-normal a dois parâmetros. A distribuição Log-Normal 2 parâmetros foi aplicada e sua Função Densidade de



Probabilidade (FDP) é expressa da seguinte forma (LANNA et al., 2001):  $FDP : f(x) = (1 / x \cdot \sigma n \cdot \text{raiz}2 (2 \cdot \pi)) \cdot \exp ((\ln(x) - \mu n) / \sigma n)^2$ , em que  $\mu n$  é a média aritmética dos logaritmos das vazões e  $\sigma n$  é o desvio padrão do logaritmo dos mesmos. A Equação seguinte foi utilizada para o cálculo da vazão mínima para um tempo de retorno (QTR), aplicando-se a distribuição Log-normal 2 parâmetros, é adaptada da equação geral de Ven te Chow (HAAN et al., 1979):  $XTR = \exp (\mu n + \sigma n \cdot KTR)$ , em que KTR é uma variável reduzida no qual seu valor corresponde ao valor da Tabela z, no caso desta distribuição. Para poder avaliar a adequação dessa distribuição foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov.

Pelo teste de aderência, verificou-se que a série de dados se ajustou à distribuição Log Normal 2 parâmetros. A vazão móvel mínima de sete dias para estes 42 anos variou de 17,0 a 150,6 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. A curva ajustada para estação fluviométrica de Porto Ferreira para um tempo de retorno (TR) qualquer foi a seguinte:  $Q7/TR = 49,705 \cdot TR^{-0,243}$ , possuindo um R<sup>2</sup> de 0,98.

A vazão mínima anual de sete dias consecutivos com período de retorno de 10 anos (Q7,10) foi de 27,22 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Este valor foi bem superior ao encontrado para o Jaguari Mirim (afluente do rio Mogi Guaçu) que foi de 1,74 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (LEME; CHAUDHRY, 2005). Pode-se observar que na estação de Porto Ferreira apresentou um grande valor de vazão mínima, esse valor pode ser devido à estação fluviométrica estudada a poucos quilômetros a jusante de uma represa, no qual mantém um nível constante da vazão. Contudo, ao se calcular a vazão específica por área os valores foram bem similares, sendo, 0,0027 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup>, para o rio Mogi Guaçu e 0,0028 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup>, para o rio Jaguari Mirim (LEME; CHAUDHRY, 2005), onde para este foi ajustada a distribuição Weibull.

Como conclusões pode-se destacar que a equação da vazão mínima em função do tempo de recorrência obteve um bom ajuste, podendo ser utilizada para estimar a vazão de referência para Porto Ferreira. A vazão mínima anual de sete dias consecutivos com período de retorno de 10 anos, utilizando a distribuição Log-normal 2 parâmetros, para o trecho do Alto rio Mogi Guaçu foi de 27,22 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Contudo, em termos de vazão específica o valor foi similar ao encontrado para rios da região.

## Referências

- CBH MOGI – Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. **Diagnóstico da bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu “Relatório Zero”**. 1999. 252p. Disponível em . Acesso em 10 Ago. 2016.
- CBH MOGI – Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2015 (ano base 2014)**. 2015. 112p. Disponível em < [http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBHMOGI/10361/rs\\_2015-ano-base-2014-da-ugri09-vs\\_final.pdf](http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBHMOGI/10361/rs_2015-ano-base-2014-da-ugri09-vs_final.pdf)>. Acesso em 10 Ago. 2016.
- HAAN, C. T. **Statistical methods in hydrology**. Ames: The Iowa State University, 1979. 377p.
- LANNA, A. E. Elementos de estatística e probabilidade. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH; UFRGS, 2001. p.79-176.
- LEME, E. J. A.; CHAUDHRY, F. H. Vazão mínima do vale médio do rio Jaguari Mirim. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.10, n.4, p.127-136, 2005.

## MUDANÇAS DO USO E DE COBERTURA DO SOLO NA REGIÃO DO APIAÚ NO ESTADO DE RORAIMA

Acassio Pinheiro de Brito, Jonathan Von Randow Rattes Leitão, Maola Monique Faria,  
Marcelle Alencar Urquiza, Valdinar Ferreira Melo

Universidade Federal de Roraima, Graduando, Boa Vista - RR, [acassiobrito09@gmail.com](mailto:acassiobrito09@gmail.com).

**Palavras-chave:** uso e cobertura; desmatamento; Apiaú.

A Amazônia Legal possui 5,217,423 km<sup>2</sup>, destes cerca de 700.000 km<sup>2</sup> estão desmatados sendo que metade está abandonada. Os principais agentes de alteração da paisagem, na região, são as atividades de pecuária, exploração predatória de madeira e produtos não madeireiros, agricultura de corte e queima e, mais recentemente, a agricultura mecanizada de grãos (ALMEIDA et al., 2006).

Os atores e ações que evidenciam o *modus-operandi*, a capacidade de resiliência, e as fragilidade dos ecossistemas presentes na região amazônica, vêm sendo abordados há décadas nos meios científicos e sendo mais recentemente discutidos no cenário político-governamental, face os indícios de crise hídrica e energética, o que nos remete à necessidade de reflexão sobre a magnitude e direcionamento das relações estabelecidas pelo homem ao meio ambiente, de forma ampla e irrestrita (FEARNSIDE, 2015).

Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo compreender e caracterizar a dinâmica de uso e cobertura do solo da região do Apiaú, no estado de Roraima tendo como base as análises quantitativas e qualitativas das mudanças de uso e cobertura do solo observadas entre o período de 1984 e 2014. A área em estudo está localizada na porção central do estado de Roraima, no município de Mucajaí, entre os paralelos 2° 10' e 2° 50' de latitude norte e os meridianos 61° 00' e 61° 30' a oeste de Greenwich, fazendo parte das bacias dos rios Apiaú e Mucajaí (MELO, 2005). A escolha dessa região como área de estudo para a realização do trabalho justifica-se em virtude do vasto conjunto de elementos ambientais presentes e da diversidade de situações e problemáticas que podem ser exploradas e conhecidas por meio da realização de análise da dinâmica de uso e ocupação do solo, bem como o comportamento dos padrões ao longo do tempo. Para a obtenção dos mapas de uso e cobertura do solo foram utilizadas cenas do satélite Landsat dos anos de 1984, 1994, 2004 e 2014, essas foram baixadas do site Earth Explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). As cenas Landsat foram recortadas para os limites da área de estudo, sendo, assim, utilizadas para a obtenção do mapa de uso e cobertura do solo.

Após a classificação das imagens, os arquivos no formato raster foram convertidos para o formato vetorial. A partir dos arquivos vetoriais as classes de uso de interesse para o estudo: floresta, regeneração e uso agrícola tiveram suas áreas quantificadas. Analisou-se a dinâmica temporal da cobertura florestal remanescente a partir dos mapas de uso da terra gerados. Foram estimadas as classes de florestas, regeneração e uso agrícola em três períodos: (i) 1984 a 1994, (ii) 1994 a 2004 e (iii) 2004 a 2014.

Os dados da dinâmica de uso e cobertura do solo foram organizados sob a análise das áreas obtidas para cada dois períodos sequenciais, para isso empregou-se procedimento de interseção de mapas a partir da utilização da interface do *software ArcGIS 10.2*.

Após análise da classificação do uso e cobertura da terra na região do Apiaú, nos anos de 1984,

1994, 2004 e 2014, tais resultados demonstram incremento das áreas com uso agrícola no decorrer do período analisado, onde áreas de florestas foram substituídas por pastagens e áreas urbanas. Tal fato foi decorrente do aumento da população regional atrelados ao aumento de queimadas, que retiram a floresta da paisagem local dando lugar as pastagens antrópicas.

Em 1984, as florestas ocupavam 75 % da região, cerca de 349,684 mil ha estando localizadas nas regiões nordeste, sudeste e noroeste. No período de 1984 a 1994, 7,04 % deixa de ser floresta, dando lugar em 3,56 % a pastagens, 0,04 % passam a ser ocupadas por áreas urbanizadas e 3,26 % passam a ser ocupadas por vegetação de várzeas. Esse aumento das áreas de vegetação de várzea se dá em virtude do desmatamento que abre clareiras permitindo assim a detecção dessa vegetação.

Entre os anos de 1994 a 2004, os dados demonstram que há uma continuação na diminuição da área ocupada por florestas, onde 8,53 % da floresta ainda existente em 1994 foi substituída por outra classe de uso. As áreas ocupadas por pastagens tiveram acréscimo de 10,16 %, essas foram implantadas em áreas anteriormente ocupadas por florestas e em outras que anteriormente eram ocupadas por vegetação de várzea. As áreas urbanizadas apresentaram ampliação de 0,058 % no mesmo período.

Ao longo do período de 2004 à 2014, as áreas de florestas continuam diminuindo, com queda de 4,98 % e redução das áreas de vegetação de várzea de 0,31 %. Já a área ocupada por pastagens continua em expansão, havendo acréscimo de 5,17 %. As áreas urbanizadas crescem 0,8 %.

No ano de 2014 surge uma nova classe, que são áreas de regeneração, ou seja, áreas que não foram aproveitadas por algum motivo pelo produtor e/ou que foram abandonadas pelo mesmo. Essas aparecem em 6,04 % da área de estudo, estando localizadas na região central e a nordeste do Apiaú.

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a região do Apiaú no período analisado sofreu intenso processos de antropização, principalmente entre os anos de 2004 a 2014. As florestas foram a classe mais impactada, sendo a maior parte convertida em pastagens.

A conversão de áreas ocupadas por florestas em pastagens ou até mesmo áreas urbanizadas requer atenção, visto que esse tipo de alteração do uso do solo ocasiona mudanças no equilíbrio ecossistêmico da região. Além disso essa conversão, quando da adoção de práticas de manejo do solo inadequadas pode corroborar para com o aumento da susceptibilidade à erosão da região, com esse aumento poderá ocorrer o assoreamento dos igarapés e rios.

## Referências

- ALMEIDA, E.; SABOGAL, C.; BRIENZA, S.J. **Recuperação de áreas alteradas na Amazônia brasileira: experiências locais, lições aprendidas e implicações para políticas públicas**. Belém: Embrapa, 2006.
- DAVIDSON, E. A. et al. The Amazon basin in transition. **Nature**, Londres, v.481, n.19, p.321-328, 2012.
- FEARNSIDE, P. M. Deforestation soars in the Amazon. **Nature**, Londres, v. 521, n. 7553, p.423, 2015.
- MELO, V. F; FRANCELINO, M. R.; FERNANDES FILHO, E.; SCHAEFER, C. E. G. R. Unidades Geoambientais da Região do Apiaú, Roraima. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 2, n. 1, p. 143-153, maio-ago. 2005.

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE SOLOS DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA - UFMG

Polyana Duarte de Oliveira Silva, Laís Pinheiro Evangelista, Klinsmann Cortezzi Pedras,  
Adriana Monteiro da Costa

Universidade Federal de Minas Gerais, Graduanda, Belo Horizonte - MG, *duartepolyana@gmail.com*.

**Palavras-chave:** física do solo; caracterização física; classes de solo.

O desconhecimento das características e propriedades dos solos pode levar ao uso inadequado destes e, conseqüentemente à sua degradação. Estima-se que, se mantidos os padrões atuais de uso das terras, 849 milhões de ha de terras estejam degradadas até o ano de 2050 (UNEP, 2014) resultado da intensificação do uso indiscriminado dos solos. Assim, o conhecimento das características morfológicas e físicas dos solos servem de subsídio ao planejamento racional e sustentável deste recurso.

A área de estudo está localizada na Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais, entre as coordenadas 19° 52' S e 43° 58' W, no município de Belo Horizonte - MG. Insere-se no domínio morfogeológico da depressão de Belo Horizonte, caracterizado pela litologia de granitos, gnaisses e migmatitos, sob a qual esculpiu-se um relevo suave e ondulado com vertentes e vales côncavos. A interação dos fatores geológicos e geomorfológicos da área condicionou a formação de diferentes tipos de solos (DAL PONT, 2008). Este estudo teve por objetivo a caracterização morfológica, física e química de perfis de solos da Estação Ecológica da UFMG. Foram escolhidos dois perfis de solos mais representativos da área. Os solos foram descritos em campo conforme Santos et al. (2013) e classificados conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013). Foram determinados o teor de Matéria orgânica (COT x 1,724) utilizando analisador de carbono orgânico total; pH em água e KCL, granulometria e argila dispersa em água (ADA) e fertilidade completa conforme o Manual de Métodos de Análise de Solos (EMBRAPA, 2011). Posteriormente com base nos resultados obtidos foram calculados: o grau de floculação (GF), delta pH e relação silte e argila.

O primeiro perfil descrito foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico úmbrico, textura muito argilosa, com sequência de horizontes A, com transições difusa e plana e pouca diferencial de cor entre os horizontes, exceto no horizonte A, onde a cor úmida encontrada foi 10YR 3/6 enquanto que nos demais horizontes 2,5R 3/6. Essa variação pode ser explicada pela presença de matéria orgânica em maior concentração no horizonte superficial e menor nos subjacentes. Os teores de matéria orgânica obtidos foram, respectivamente 33; 18,2; 16 e 10,8 g kg<sup>-1</sup> para os horizontes, AB, Bw1 e Bw2. O solo é bem drenado e, apresenta alta permeabilidade, características da classe dos latossolos. Os resultados das análises granulométricas indicam grande homogeneidade das frações areia e argila, com maior variabilidade para a fração silte. Conseqüentemente a relação silte/argila é baixa, condizente com o grau de evolução do solo.

Os horizontes Bw1,2 apresentaram alto grau de floculação (100 %) e baixo teor de argila dispersa em água (ADA) (0 g kg<sup>-1</sup>) e apontam a alta floculação destes solos assim como a baixa susceptibilidade, deste a processos erosivos. Os valores de delta pH foram negativos e bem próximo de zero, o que é representativo de solos bastante intemperizados, com predominância de argilo-minerais do tipo 1:1 e óxidos, com avançado grau de evolução pedogenético, como os Latossolos.

O segundo perfil analisado foi classificado como CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, localizado entre as coordenadas 19°52'28.84"S e 43°58'21.67"O, no terço superior da vertente. O solo apresentou a sequência de horizontes pedogenéticos: A, AB, Bi, BC e C. O solo apresentou homogeneidade de cor em todo o perfil. A estrutura variou de blocos angulares a prismática, exceto no horizonte A, onde foi classificada como granular.

Os horizontes A, AB, Bi, BC e C apresentaram, respectivamente, grau de flocculação iguais a 21; 68; 100; 100 e 96 % e, de ADA – 33; 13; 0; 0 e 2 g kg<sup>-1</sup>. A menor flocculação e, consequentemente maior teor de ADA nos horizontes superficiais está relacionada ao maior teor de matéria orgânica nestes, que são respectivamente 3,23; 1,54; 0,87; 0,46 e 0,44 g kg<sup>-1</sup>. Para todos os horizontes o balanço de cargas foi eletronegativo (delta pH) indicando a predominância deste tipo de carga no complexo de troca do solo. Em todos horizontes o pH é ácido indicando que há uma maior concentração de íons H<sup>+</sup> na solução do solo. Variáveis como delta pH, altos teores de silte e alta relação silte/argila são indicativos da baixa evolução pedogenéticas dos solos, que é confirmada pela relação silte/argila do horizonte Bi de 2,54.

As duas classes de solos estudadas apresentam características físicas, químicas e morfológicas distintas. O Latossolo consiste em um solo bem desenvolvido, profundo, com boa estruturação física e resistência à processos erosivos, o que favorece à infiltração e retenção de água no solo. O Cambissolo, por sua vez, apresenta menor desenvolvimento pedogenético, menor profundidade efetiva e menor resistência à processos erosivos. Estas características levam à uma menor infiltração e retenção de água no solo, que associadas ao relevo forte ondulado, requerem práticas adequadas de manejo afim de prevenir a sua degradação.

## Referências

- DAL PONT, K. R. **De “bota-fora” à Estação Ecológica da UFMG** (pequenas conquistas e a construção de significados ambientais urbanos). Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Geografia. Belo Horizonte. 2008.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2º ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2011. 225p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** / Humberto Gonçalves dos Santos... [et al.]. – 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2013.[1]
- UNEP (2014). **Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with Sustainable Supply**. A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel. Bringezu S., Schütz H., Pengue W., O'Brien M., Garcia F., Sims R., Howarth R., Kauppi L., Swilling M., and Herrick J.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 6ª ed. Viçosa: SBCS, 2013. 100p.

## ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLOS MODIFICADOS NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA NO SUL DO AMAZONAS

Romária Gomes de Almeida<sup>1</sup>, Elyenayra Nogueira Pinheiro<sup>1</sup>, Edivânia de Oliveira Santana<sup>2</sup>,  
Elilson Gomes de Brito Filho<sup>1</sup>, Eley Rute Oliveira da Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas, Graduanda, Humaitá - AM, [ro\\_gomes14@hotmail.com](mailto:ro_gomes14@hotmail.com);

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre.

**Palavras-chave:** pecuária; degradação; parâmetros.

No Brasil estima-se que a área de pastagem seja de 158.753.865 ha, destes 26.524.174 ha estão situados na região Norte dos quais 806.300 ha no Estado do Amazonas. O município de Lábrea, encontra-se na sub-região do Purus, na região sul do estado do Amazonas, situado a 702 km de distância em linha reta da Capital e 1.926 km por meio fluvial, cujo principal rio é o Purus.

Nessa região a pecuária extensiva é realizada basicamente sob pastejo direto em pastagens tropicais cultivadas. De maneira geral, a vegetação natural é substituída por pastagens, constituindo esse tipo de uso, como o principal agente modificador do ecossistema amazônico. Essa mudança na utilização do solo tem provocado um desequilíbrio no ecossistema e nas propriedades intrínsecas da nova vegetação, uma vez que, o manejo adotado influencia os processos químicos, do solo, modificando suas características e muitas vezes, propiciando sua degradação (SOUZA; ALVES, 2003; CARNEIRO et al., 2009).

Aliado à baixa fertilidade dos solos, a realização dos cultivos seja de lavouras bem como de pastagens, em boa parte da região, ainda ocorre sob sistema tradicional de derruba e queima da floresta durante a estação seca, seguida da implantação da cultura, sem inicial preocupação em deixar algumas árvores remanescentes na área, pôr as considerarem indesejáveis ou posterior replantio consorciado aos cultivos agrícolas e ou pastagem (ANDRADE et al., 2002). Essas ações são resultantes inicialmente pelo sistema de colonização desordenado, da miscigenação cultural, podendo ser citada ainda, predominância de baixo nível tecnológico adotado pelos agricultores, os quais ainda encontram-se enriquecidos pelos conhecimentos empíricos de uso e manejo de agroecossistemas. Sendo o solo um recurso essencial para os seres, Assim o acompanhamento das características do solo das áreas que já se encontram com pastagens implantadas é fundamental para o adequado manejo do sistema produtivo que seja sustentável na integração dos recursos e fatores de produção, e nas interações entre os processos do sistema solo-planta e processos, químicos.

A localização da área estudada encontra-se na Rodovia Transamazônica distanciada do centro do município de Lábrea- AM em 11,5 km situada nas coordenadas geográficas (20 M 307.705,76 m E; 9.187.895,05 m S). Os solos observados na região de estudo correspondem à classe dos ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS, com características de acúmulo de argila no horizonte B textural, de cor variando de acinzentados a avermelhados.

Foram coletadas amostras nas seguintes áreas: pastagem suja com predomínio de *Brachiaria* spp., capoeira de aproximadamente 15 anos e floresta nativa. As amostras coletadas serão submetidas à para análise dos Parâmetros químicos, as amostras coletadas nas de 0-10 e 10-20 cm, serão utilizadas nas determinações químicas de pH em água, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio e de carbono orgânico, seguindo as metodologias descritas no manual de análise da Embrapa (2011).



Os resultados das análises apresentam em relação ao pH do solo teores mais ácidos (3,92), em área de floresta nativa comparados a pastagem (4,38) e capoeira (4,36). Esses valores podem ser justificados pelos maiores teores de cálcio, magnésio e potássio observados nas áreas de pastagem e capoeira. Em relação ao teor de hidrogênio mais alumínio, ocorreu comportamento inverso ao valor do pH, ou seja, quanto menor o valor de pH, maior é o valor da acidez potencial, em que a área de floresta apresentou teor médio de 15,02, capoeira 11,3 e pastagem 10,99. O pH das áreas estudadas apresenta acidez elevada (abaixo de 5), sendo levemente superior na profundidade de 0-10 cm na área de pastagem em comparação a capoeira e a floresta, esse comportamento pode ser relacionado aos maiores teores de cálcio e magnésio nesta área, podendo ainda ser atribuído a uma maior concentração de raízes e deposição de palhada pela forrageira e a uma mais rápida decomposição da matéria orgânica. Solos ideais para cultivo devem apresentar pH entre 6,0 e 6,5.

Os teores de cálcio observados nas capoeira foram de  $0,26 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , seguido da área de pastagem 0,22 e floresta 0,06. Já os teores de magnésio foram de  $1,72 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na área de capoeira, 0,63 na área de pastagem, na área de floresta 0,40, enquanto o teor de potássio seguiu a mesma tendência do magnésio 0,22, 0,21,  $0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente. Esses valores podem ser justificados pelo teor de carbono orgânico apresentado nas respectivas coberturas vegetais. Dias Filho (2007) observou que com a retirada da floresta há um incremento nos teores de cálcio, magnésio e potássio, principalmente em virtude da decomposição das cinzas, e que estes são mantidos em níveis estáveis no decorrer do tempo. Discordando de Silva et al. (2007), que constataram reduções nos teores deste nutriente com a mudança da cobertura original na sequência: mata-capoeira-pastagem.

Quanto ao teor do carbono orgânico o maior é observado em área de pastagem  $9,58 \text{ dag kg}^{-1}$ , seguido da floresta  $9,20 \text{ dag kg}^{-1}$  e capoeira  $7,1 \text{ dag kg}^{-1}$ . Em relação as profundidades todas as coberturas apresentaram maiores teores na profundidade de 10-20 cm em relação a profundidade de 0-10 cm. Silva et al. (2007) que observaram comportamento diferente sendo maior teor de carbono orgânico verificado na área de mata e capoeira. A matéria orgânica que se acumula nos solos é resultante principalmente, da decomposição dos resíduos vegetais depositados na superfície do solo e das raízes provenientes das plantas. Essa acumulação, porém, é mais acentuada nas camadas superficiais.

Para o fósforo os maiores valores são observados na área de capoeira  $0,59 \text{ mg dm}^{-3}$ , seguido da área de pastagem  $0,49 \text{ mg dm}^{-3}$  e floresta  $0,37 \text{ mg dm}^{-3}$ , podendo ser relacionado aos valores de pH das referidas coberturas vegetais, assim quanto menor o teor de pH menor a disponibilidade de fósforo, em decorrência da complexação deste por óxidos de ferro e alumínio. A exceção da floresta nativa os teores de fósforo foram superiores nas camadas de 0-10 cm na área de capoeira e pastagem em relação a profundidade de 10-20 cm, essa redução nas duas áreas pode ser atribuídas a baixa mobilidade deste nutriente no solo e ou a ciclagem biogeoquímica que com a retirada da floresta sofre brusca interrupção ocasionando queda de seus teores (SILVA et al., 2007). De acordo com o Dias- Filho (2005) o fósforo é o nutriente essencial que mais limita a produção das pastagens, em solos altamente intemperizados.

## Referências

ANDRADE, C. M. S. D., VALENTIM, J. F., & CARNEIRO, J. D. C. Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2002.



CARNEIRO, M. A. C., SOUZA, E. D., REIS, E. D., PEREIRA, H. S., & AZEVEDO, W. D. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33 n.1 p. 147-157. 2009.

DIAS FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. Embrapa Amazônia Oriental. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2º ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS. 212p. 2011.

PINHEIRO, E. F. M., PEREIRA, M. G., ANJOS, L. H. C., & MACHADO, P. L. O. A. Fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28 n.4 p.731-737. 2004.

SILVA, R. C.; PEREIRA, J. M.; ARAÚJO, Q. R.; PIRES, A. J. V.; REI, A. J. D. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um Chernossolo com diferentes coberturas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.31, p.101-107. 2007

SOUZA, Z. M. D., & ALVES, M. C. Propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 133-139; 2003

## IMAGENS LANDSAT NO MAPEAMENTO E ESTIMATIVA DA ÁREA DE SOJA EM TAPES - RS

Aline Warnke Hipólito<sup>1</sup>, Rodrigo Rizzi<sup>1</sup>, Enio Egon Sosinski Junior<sup>2</sup>, Gabriel da Silva Lemos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Mestranda, Pelotas - RS, [alinewhipolito@hotmail.com](mailto:alinewhipolito@hotmail.com); <sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto; análise multitemporal; área plantada.

Os preços nacionais da soja alcançaram o maior patamar nestes últimos anos e estes valores devem continuar em alta, pois os preços internacionais provavelmente continuem a impulsionar os preços internos. A área plantada de soja do Estado do Rio Grande do Sul (RS) na safra de 2015/16 totalizou 5,4 milhões de hectares, o que representou um aumento de 3,9 % em relação à safra anterior. A produção da cultura rendeu ao estado 16,2 milhões de toneladas na mesma safra (CONAB, 2016).

O consumo nacional da soja na alimentação humana é pouco expressivo, mas destaca-se na alimentação dos rebanhos suínos e bovinos. O cultivo da soja, por ser muito dependente do uso de agrotóxicos, torna-se um desafio para os produtores no que se refere a produzir em quantidade com qualidade, e ainda sem comprometer o meio ambiente.

Caporal e Costabeber (2003) defendem a ideia da aproximação e integração entre a Ecologia e a Agronomia, até mesmo na produção de grande escala, para que o manejo dos recursos naturais seja adequado e a utilização de tecnologias seja menos agressiva ao ambiente. Os estilos de agricultura devem ser conciliáveis com a diversidade dos ecossistemas, contudo, é preciso o conhecimento do potencial de expansão e do impacto das atividades agrícolas sobre os serviços ecossistêmicos ofertados pelo meio ambiente.

Neste sentido, o mapeamento do uso e da cobertura do solo através de Sensoriamento Remoto é uma importante ferramenta que permite avaliar e monitorar a dinâmica das culturas agrícolas no espaço e no tempo. Tais mapeamentos são importante subsídio a trabalhos relacionados a planejamentos que visam promover a conservação dos recursos naturais pela gestão racional e sustentável da ocupação agrícola.

Assim, o objetivo deste trabalho foi mapear e estimar a área plantada de soja no município de Tapes - RS por meio de imagens multitemporais dos satélites Landsat, para a safra 2015/16.

O município de Tapes situa-se no litoral da Lagoa dos Patos, possuindo uma área territorial de 806.300 km<sup>2</sup> e encontra-se inteiramente representado na órbita/ponto 221/81 do *World Reference System 2*. As áreas de soja foram identificadas e mapeadas a partir de imagens adquiridas pelos sensores *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) e *Operational Land Imager* (OLI) a bordo dos satélites Landsat-7 e -8, respectivamente. Tais satélites possuem resolução espacial de 30 m e resolução temporal de 16 dias (WILLIAMS et al., 2006). No entanto, sua utilização conjunta propicia uma frequência de revisita de oito dias, aumentando a probabilidade da aquisição de imagens livre de nuvens. As imagens do Landsat foram adquiridas de forma gratuita através do site da instituição *United States Geological Survey* (USGS; <http://glovis.usgs.gov>).

As datas utilizadas no mapeamento foram 08/11/2015, 10/12/2015, 27/01/2016, 12/02/2016, 07/03/2016 e 15/03/2016 de forma a abranger boa parte do calendário agrícola da soja na região. As imagens foram interpretadas no programa SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas; CÂMARA et al., 1996), versão 5.3, onde a identificação e o mapeamento foram

realizados a partir de uma criteriosa interpretação visual das imagens, utilizando as bandas correspondentes ao vermelho, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas do espectro eletromagnético. Tais bandas foram associadas às cores azul (B), vermelho (R) e verde (G), formando as composições coloridas RGB 453 e 564 para os sensores ETM+ e OLI, respectivamente.

Para o mapeamento das áreas de soja, foi realizada uma interpretação visual a partir da análise conjunta de todas as imagens, sendo que cada talhão foi inspecionado individualmente e a ele atribuída ou não a classe temática “soja”, em função do seu comportamento espectral e temporal. No decorrer do mapeamento, realizou-se uma visita a campo a algumas áreas para sua identificação *in loco*, cuja coordenada geodésica foi registrada a partir de um receptor GPS de navegação. Em seguida, realizou-se a estimativa da área de soja mapeada no município.

Nas imagens adquiridas em 08/11/2015 e 10/12/2015 não foi possível identificar áreas cultivadas com soja. Entretanto, tais imagens auxiliaram no mapeamento no que tange a diferenciação das áreas de soja, que apresentam solo preparado, das áreas de arroz irrigado. Essa característica auxilia na distinção entre os cultivos, pois muitas áreas de arroz apresentam características espectrais típicas de regiões inundadas neste período. Na imagem de 27/01/2016 visualizaram-se áreas com resposta espectral típica da soja, sendo possível a identificação de alguns talhões. Isto devido a talhões de semeadura precoce, cujas plantas já haviam se desenvolvido e acumulando biomassa suficiente para que sua discriminação fosse possível por meio das imagens adquiridas em tais datas. Já as imagens de 12/02/2016, 07/03/2016 e 15/03/2016 foram as que apresentaram melhor resposta espectral da cultura e possibilitaram identificar a maior quantidade de áreas de soja. Observou-se ainda que não foi possível identificar todas as áreas de soja a partir da utilização de apenas uma imagem. Em função de diferenças nas datas de semeaduras entre os talhões, faz-se necessário a utilização de várias imagens ao longo da safra para que o mapeamento e a estimativa da área cultivada sejam confiáveis. Apesar disso, ressalta-se que alguns talhões de semeadura tardia podem não ter sido identificados pela não utilização de uma imagem adquirida em abril. Lemos (2016) avaliou que 4 e 5 % da área de soja não seria mapeada caso uma imagem adquirida em 09/04 não fosse utilizada para os municípios de Bagé e Hulha Negra, respectivamente, para a safra 2013/14.

A partir da análise das imagens Landsat, obteve-se um mapeamento das áreas de soja que contabilizou uma área plantada de 12.435 ha no município de Tapes. Além disso, tornou-se possível o conhecimento da localização espacial de tais áreas para a safra 2015/16 o que viabiliza o monitoramento do uso dos recursos naturais na região.

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo financiamento à visita de campo e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa à aluna de Mestrado.

## Referências

CÂMARA, G. et al. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A. Segurança alimentar e agricultura sustentável: uma perspectiva agroecológica. **Ciência & Ambiente** - Agricultura sustentável. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria - RS, n. 27, p.153-166, 2003.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. SIDRA, 17 ago 2016. Acessado em 17 ago. 2016. Disponível em: < [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_07\\_29\\_15\\_12\\_51\\_boletim\\_graos\\_julho\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_29_15_12_51_boletim_graos_julho_2016.pdf) > .

LEMOS, G.S. **Mapeamento de áreas de soja em municípios da metade sul do Rio Grande do Sul a partir de imagens de satélite**. 2016, 79f. Dissertação – UFPel, Pelotas, RS, 2016.

WILLIAMS, D.L.; GOWARD, S.; ARVIDSON, T. Landsat: yesterday, today, and tomorrow. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 72, n. 10, p. 1171-1178, 2006.

## CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA SATURADA EM SOLOS NA BACIA DO CÓRREGO MARINHEIRO, SETE LAGOAS - MG

Jonas Rodrigo do Amaral<sup>1</sup>, Adriana Monteiro da Costa<sup>1</sup>, João Herbert Moreira Viana<sup>2</sup>,  
Amanda Ribeiro de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Mestrando, Belo Horizonte - MG, *jonasramaral@gmail.com*;

<sup>2</sup>Embrapa.

**Palavras-chave:** bacia hidrográfica; atributos físico-hídrico; permeâmetro de Guelph.

Diante da crescente preocupação com a conservação dos recursos hídricos e dos solos, pesquisas que visam trabalhar de maneira integrada os diferentes elementos constituintes de uma bacia hidrográfica se apresentam como alternativas promissoras para a análise ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais. Em termos de integração desses diferentes elementos, a microbacia hidrográfica apresenta uma condição singular e conveniente de definição espacial do ecossistema, onde é possível o estudo detalhado das interações entre o uso da terra e a quantidade e qualidade da água produzida (LIMA, 1999).

A caracterização físico-hídrica é um importante instrumento para os estudos que envolvem a dinâmica de água, nutrientes e contaminantes no solo. A condutividade hidráulica, por sua vez, é uma propriedade físico-hídrica que expressa a facilidade com que a água se movimenta no solo (LIBARDI et al., 2013), isto é, a sua permeabilidade. Ela é representada pela constante de proporcionalidade K, e varia de acordo com o grau de saturação do solo, com as características do fluido percolante, e vários outros parâmetros físicos atrelados à matriz porosa do solo, como porosidade, densidade, textura, estrutura, estabilidade dos agregados e o conteúdo de matéria orgânica.

A análise da condutividade hidráulica em diferentes classes pedológicas e distintas profundidades do solo, quando associada a outras características do terreno (declividade, precipitação, tipo de cobertura vegetal e tipo de manejo), permite compreender aspectos importantes da dinâmica hídrica no contexto da bacia hidrográfica, tais como a infiltração e o escoamento superficial. Diagnosticar o comportamento desses mecanismos é fundamental para o controle de problemas como a perda de solos por erosão (PRUSKY, 2004) e a contaminação dos mananciais de água superficial (OLIVEIRA et al., 2005), além de oferecer subsídios para a avaliação do potencial de recarga de diferentes tipos de solos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a condutividade hidráulica saturada (Ksat) de diferentes classes de solos, localizadas na bacia do Córrego Marinheiro, no município de Sete Lagoas, Minas Gerais.

Para avaliação da condutividade hidráulica saturada, foram realizados ensaios de infiltração de água no solo utilizando-se permeâmetro de Guelph. Os ensaios foram realizados em dez perfis de solos classificados como: ARGISSOLO AMARELO Distrófico; ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico; CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico; CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico; CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico; LATOSSOLO VERMELHO Distrófico; LUVISSOLO CRÔMICO Pálico e NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico. Em cada perfil, avaliou-se duas profundidades (0,02 e 0,05 m), aplicou-se duas cargas sequenciais de coluna de água (0,05 m e 0,01 m de altura), com três repetições cada, totalizando cento e vinte tratamentos (10 x 2 x 2 x 3).

O cálculo da condutividade hidráulica foi realizado conforme modelo empírico proposto por Zhang et al. (1998). Determinou-se a média aritmética e o desvio padrão (DP) para cada profundidade e, a partir dos resultados, agrupou-se as classes de solo em três grupos de condutividade, sendo estes de Maior, intermediária e menor condutividade. Os valores estão em  $\text{mm h}^{-1}$ .

As diferentes classes de solo apresentaram comportamentos distintos quanto à condutividade hidráulica. Os maiores valores foram observados para as classes dos LATOSSOLO VERMELHO (45,1 e 54,7) e CAMBISSOLO HÚMICO (28,3). O Latossolo é bem desenvolvido, profundo apresenta estrutura microgranular forte e textura argilosa, com elevada porosidade total. Estas características favorecem à infiltração e retenção de água no solo, sendo, portanto, os solos que mais favorecem a recarga hídrica na bacia. A maior infiltração no CAMBISSOLO HÚMICO está associada à presença do horizonte húmico com 65 cm de profundidade e alto teor médio de matéria orgânica (6 %).

No segundo grupo estão os solos com condutividade intermediária, representado pelas classes do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (12,2) e CAMBISSOLO HÚMICO (28,3). No terceiro e último grupo se encontram as classes de menor condutividade, representado pelo grupo dos ARGISSOLO AMARELO (10) e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (11,1), acompanhados do NITOSSOLO VERMELHO (11,5), do LUVISSOLO CRÔMICO Pálico (12,2) e dos CAMBISSOLO FLÚVICO (5,2) e CAMBISSOLO HÁPLICO (17,7).

Quando comparados aos dados da literatura, o LUVISSOLO CRÔMICO Pálico apresentou baixos valores de  $K_{\text{sat}}$ , contudo as características morfológicas descritas em campo são representativas deste comportamento, apresentando estrutura em blocos e prismática forte e perfil pouco desenvolvido.

Os menores valores de condutividade hidráulica foram observados para as classes dos ARGISSOLO AMARELO, CAMBISSOLO FLÚVICO e CAMBISSOLO HÁPLICO. As duas primeiras classes, intrinsecamente, denotam uma redução de drenagem no perfil destes solos, explicitadas pela cor dos solos. A classe dos Argissolos é caracterizada pela presença de horizonte B textural e estrutura em blocos. O CAMBISSOLO FLÚVICO é um solo jovem, formados sob influência de depósitos aluvionares, com baixo desenvolvimento pedogenético, pouco profundo, de textura franco-argilosa a franco-arenosa, levando à baixa condutividade hidráulica.

De forma geral os maiores valores de condutividade hidráulica foram observados nos solos mais desenvolvidos, profundos, com estrutura granular a blocos, que apresentam maior porosidade total, maior teor de matéria orgânica e que não apresentam restrição de drenagem no perfil. Por outro lado, os menores valores foram observados nos solos jovens, com baixo desenvolvimento pedogenético, estrutura em blocos e prismática forte, cores acinzentadas ou amareladas, indicativas de restrição de drenagem e menores teores de matéria orgânica.

Agradecimento à FAPEMIG pelo apoio financeiro para execução do trabalho.

## Referências

- LIBARDI, P.L; GONÇALVES, A. D. M. A. Análise da determinação da condutividade hidráulica do solo pelo método do perfil instantâneo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. 2013.
- LIMA, W. P. A. Microbacia e desenvolvimento sustentável. **Ação Ambiental**. V. 1, n. 3, p. 20 – 22, dez/1998 – jan/1999.
- OLIVEIRA, L. F. C. et al. Rotina computacional para a determinação da velocidade de sedimentação das partículas do solo em suspensão no escoamento superficial. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.126-136, jan./abr. 2005.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento Superficial**. 2<sup>a</sup> Ed. Viçosa: UFV, 2004. 87 p.

ZHANG, Z. F.; GROENEVELT, P. H.; PARKIN, G. W. The well-shape factor for the measurement of soil hydraulic properties using the Guelph Permeameter. Department of Land Resource Science, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada N1G 2W1. **Soil & Tillage Research** 49 (1998) 219 ± 221.



## ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLOS DE POVOAMENTOS DE PINUS

Anildo Monteiro Caldas<sup>1</sup>, Teresa Cristina Tarlé Pissarra<sup>2</sup>, Felipe Aleixo Laurato<sup>2</sup>,  
Renata Cristina Araujo Costa<sup>2</sup>, Marcelo Zanata<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Engenheiro-agronômo, Recife - PE, *monteiro.dtr.ufrpe@gmail.com*; <sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"; <sup>3</sup>Instituto Florestal de São Paulo.

**Palavras-chave:** manejo florestal; silvicultura; serviços ambientais.

A silvicultura representa um importante setor produtivo da economia brasileira. Em meio à crescente demanda por alimento, matéria prima e energia, a silvicultura dispõe de uma diversa gama de produtos e atividades capazes de prover recursos fundamentais para sanar essas necessidades com considerável relevância. Além das funções comerciais, o setor de árvores plantadas apresenta alto potencial para prestação de serviços ambientais. Para tal, a implantação do sistema produtivo florestal requer o emprego de técnicas adequadas, promovendo práticas conservacionistas, aliadas a ações que aumentem o conhecimento a respeito do solo e dos fatores que podem afetar a produtividade (SHIMIZU; MEDRADO, 2005).

Ao estudar estes fatores, deve-se levar em consideração uma importante característica: a variabilidade espacial. A importância de se fazer o levantamento da variabilidade espacial dos atributos do solo é a obtenção de dados que caracterizem regiões homogêneas e heterogêneas da área, com a finalidade de que se possa adequar o manejo às condições que mais favorecem a produtividade das espécies silviculturais, se tornando uma importante ferramenta de tomada de decisões de manejo (MACHADO et al., 2015; SHIMIZU; MEDRADO, 2005).

Seguindo os fundamentos e preceitos da geoestatística, o presente trabalho tem como principal objetivo analisar a variabilidade espacial de matéria orgânica, tal como o a altura das árvores de povoamentos de Pinus, em uma área do Instituto Florestal de Batatais - SP.

Essa área recebeu manejo manual, com corte raso dos talhões antigos para a formação dos novos. As amostras de solos foram coletadas nos pontos de cruzamento de uma malha com intervalos regulares de 36 m, totalizando uma área de 16 ha com Pinus, nas profundidades de 0 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m. Os dados foram analisados utilizando técnicas de geoestatística. Os teores de matéria orgânica das amostras foram determinados seguindo o princípio da oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico, empregando-se como fonte de energia o calor desprendido do ácido sulfúrico e/ou aquecimento e, por fim, titulando-se o excesso de dicromato após a oxidação com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal (sal de Mohr). Tal análise e determinação foram executadas através dos procedimentos descritos no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA 1997).

Os resultados referentes à análise descritiva para os valores de matéria orgânica indicam que os valores da média variaram entre 37 (mg dm<sup>-3</sup>) na camada de 0-20 cm e 30 (mg dm<sup>-3</sup>) em maior profundidade (20 - 40 cm) para o teor de matéria orgânica. Os valores variaram de 8 a 37 g dm<sup>-3</sup>, indicando solos arenosos a solos de textura média. Como o material orgânico é constituído por compostos orgânicos, pode comportar a proporção de maior ou menor de material mineral, desde que o conteúdo de constituintes orgânico imponha preponderância de suas propriedades sobre os

constituintes minerais. De acordo com a interpretação dos teores de matéria orgânica, observa-se que o solo encontra-se em nível médio satisfatório.

No estudo da cultura, a exigência da matéria orgânica ainda é pouco difundida. Lucas-Borja et al. (2016) estudaram a cultura do Pinus e concluíram que ao desenvolvimento das árvores recebe influência da decomposição da matéria orgânica do solo. De acordo com Zhang et al. (2016) os fatores climáticos influenciam a decomposição, uma vez que, normalmente, solos em regiões de maior temperatura, o processo é mais acelerado do que em regiões temperadas, favorecendo a assimilação de nutrientes. Os maiores teores de matéria orgânica foram determinados nas camadas mais superficiais de solos. Este fato pode ter relação com as cinzas remanescentes de várias queimadas que costumam acontecer nessas áreas (ARMAS-HERRERA et al., 2016).

Baixos níveis de matéria orgânica em solos de cerrado podem estar ligados com baixos valores de pH, que de certa forma são capazes de controlar a decomposição da matéria orgânica do solo. Neste trabalho, o pH variou de 5,4 a 5,7, considerado valores mais ácidos. Ou seja, de acordo com o pH, o sistema que tem envolvimento de alumínio e ferro pode acelerar a decomposição da matéria orgânica no solo (ZHANG et al., 2016). Observou-se que o crescimento em altura do povoamento de Pinus foi maior em locais com maiores decomposição da matéria orgânica.

## Referências

- ARMAS-HERRERA, C.M., MARTÍ, C., BADÍA, D., ORTIZ-PERPIÑÁ, O., GIRONA-GARCÍA, A. AND PORTA, J., Immediate effects of prescribed burning in the Central Pyrenees on the amount and stability of topsoil organic matter. **Catena**, 147, pp.238-244, 2016.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1987.
- LUCAS-BORJA, M.E., HEDO, J., CERDÁ, A., CANDEL-PÉREZ, D. AND VIÑEGLA, B., UNRAVELLING the importance of forest age stand and forest structure driving microbiological soil properties, enzymatic activities and soil nutrients content in Mediterranean Spanish black pine (*Pinus nigra* Ar. ssp. *salzmannii*) forest. **Science of The Total Environment**, 562, pp.145-154. 2016.
- MACHADO, L. V. et al. Fertilidade e compartimentos da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Coffee Science**, [S.l.], v. 9, n. 3, p. 289-299, jul. 2014.
- SHIMIZU, J.Y.; MEDRADO, M.J.S. **Cultivo de Pínus: espécies**. Embrapa Florestas, Sistemas de produção 5. p.1-18, 2005.
- ZHANG, Y., DONG, S., GAO, Q., LIU, S., ZHOU, H., GANJURJAV, H. AND WANG, X., Climate change and human activities altered the diversity and composition of soil microbial community in alpine grasslands of the Qinghai-Tibetan Plateau. **Science of The Total Environment**, 562, pp.353-363, 2016.





## **Sessão**

# **Poluição, Remediação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas**





## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ENTORNO DE UM CEMITÉRIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - GO

Rosana Gonçalves Barros, Afonso Lopes de Campos Neto, Fernanda Viana Batista,  
Viníciu Fagundes Bárbara

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Professora/Pesquisadora, Goiânia - GO, *rosana.ifg@gmail.com*.

**Palavras-chave:** contaminação; necrochorume; lençol freático.

A problemática envolvendo cemitérios já vem sendo estudada há algum tempo em decorrência da possibilidade de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por necrochorume. No Brasil, não existe uma legislação que exige estudos geológicos e hidrogeológicos para a instalação de cemitérios, com isso torna-se frequente encontrar necrópoles em locais inapropriados.

Diante disto, o objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade das águas subterrâneas no entorno de um cemitério localizado no perímetro urbano de Aparecida de Goiânia, GO, para constatação de uma possível contaminação por necrochorume.

O trabalho foi desenvolvido nos meses de setembro de 2015 a fevereiro de 2016 (período chuvoso), onde foram selecionados três pontos para a coleta de amostragem da água subterrânea. Após as coletas, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório do Instituto Federal de Goiás para análise dos seguintes parâmetros: cloretos, condutividade elétrica e dureza, uma vez que os mesmos demonstram mais alterações quando há contaminação por necrochorume, conforme constatado pelos trabalhos executados por Matos (2001) e Neira et al. (2008).

Após as análises, os resultados obtidos foram comparados com os valores estabelecidos pela Resolução nº 396 do CONAMA, de 3 de abril de 2008 e Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011.

Os teores de cloretos encontrados nas amostras de água coletadas variaram de 4,20 a 7,00 mg L, não ultrapassando os valores máximos permitidos (VMP) pela legislação que considera 250 mg L como valor máximo aceitável.

Os valores encontrados nas amostras de água para condutividade elétrica variaram de 28,19 a 190,10  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , com uma média de 91,00  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Não constitui padrão de potabilidade, mas pode indicar a presença de íons dissolvidos na água. De acordo com Fravet e Cruz (2007), níveis superiores a 100  $\mu\text{S cm}^{-1}$  para águas naturais indicam o aumento da condutividade e provável impacto devido a contaminação por necrochorume. Baseado neste estudo, verifica-se que o ponto três (P3) apresentou níveis superiores a 100  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

Segundo Matos (2001) a presença de necrochorume provoca um acréscimo na quantidade de sais minerais, aumentando a condutividade elétrica da água, levando a um aumento da concentração de íons como cloretos.

Os valores referentes à dureza variaram de 2,30 a 23,20 mg L<sup>-1</sup>, não ultrapassando os limites estabelecidos pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde de 12 de dezembro de 2011. Não são conhecidos efeitos deletérios da dureza da água sobre a saúde. O padrão de potabilidade brasileiro estabelece como padrão de aceitação para consumo um limite de dureza total em 500 mg L<sup>-1</sup>, por motivos econômicos e pelo sabor pouco agradável de tais águas.

De acordo com os resultados obtidos nas amostras de água coletadas, não foi possível detectar

uma contaminação por necrochorume na área em estudo, pois todos os parâmetros analisados estão em conformidade com a legislação vigente. A ausência de poços de monitoramento no interior e no entorno do cemitério limitaram uma distribuição mais homogênea e abrangente dos pontos de amostragem, portanto, sugere-se que sejam realizadas análises físico-químicas e microbiológicas em trabalhos vindouros, além da instalação de poços de monitoramento no interior do cemitério para um estudo mais aprofundado, onde a existência ou não de contaminação por necrochorume possa ser confirmada.

## Referências

BRASIL. **Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011.** Editora do Ministério da Saúde. Brasília, 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA, nº 396, de 3 de abril de 2008. **Classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.** D.O.U. Brasília, 2008.

FRAVET, A. M. F.; CRUZ, R.L. **Qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças na região de Botucatu-SP.** Universidade Paulista, 2007.

MATOS, B. A. **Avaliação ocorrência e do transporte de microorganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha município de São Paulo.** 2001. 113f. Tese (Doutorado)- Instituto de Geociências, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2001.

NEIRA D. F.; TERRA, V. T.; PRATE-SANTOS R.; BARBIÉRI, R. S. Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil. **Natureza online**, [S.l.], n. 6, p. 36-41, 2008. <<http://www.naturezaonline.com.br>> . Acesso em: 15 jan. 2016.



## ESTOQUES DE CARBONO DO SOLO SOB RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS NA AMAZÔNIA MATO-GROSSENSE

Fernanda Schmitt Gregolin<sup>1</sup>, Eduardo da Silva Matos<sup>2</sup>, Leticia Helena Campos de Souza<sup>3</sup>,  
Carlos Cesar Breda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso - Campus de Sinop, Mestranda, Sinop - MT, [fernanda.sgregolin@gmail.com](mailto:fernanda.sgregolin@gmail.com); <sup>2</sup>Embrapa Agrossilvipastoril; <sup>3</sup>Universidade Federal de Mato Grosso - Campus de Cuiabá.

**Palavras-chave:** manejo do solo; matéria orgânica; sustentabilidade.

Em um agrossistema estável, a liberação de carbono na forma de dióxido de carbono por oxidação da matéria orgânica do solo é equilibrada pela entrada de carbono na forma de resíduos de plantas e animais, no entanto algumas modificações como desmatamentos, tipos de cultivo e incêndios, resultam em perda líquida de carbono no sistema solo. Além disso, em regiões de clima tropical, a combinação de altas temperaturas e umidade, promovem o aumento dos processos biológicos do solo provocando uma rápida perda de carbono orgânico.

Na região amazônica, a substituição da floresta por pastagens, contribui para redução dos estoques de carbono do solo nos primeiros anos de implantação porém, tem-se observado aumento no estoque de carbono após alguns anos da implantação das pastagens (ARAÚJO et al., 2011). A manutenção, redução ou aumento dos teores de carbono do solo em áreas de pastagens comparadas às da vegetação nativa são dependentes de vários fatores, entre eles a localização geográfica, tipo de solo, espécie forrageira e principalmente, manejo da pastagem e do solo. O manejo adequado das pastagens pode contribuir para aumento dos estoques de carbono, por favorecer o maior aporte de resíduos no solo. Enquanto o manejo adequado do solo contribui para o aumento da proteção física da matéria orgânica do solo contra a mineralização. Com isso o objetivo foi avaliar o efeito do manejo da pastagem após seguidos anos de exploração agrícola e manejo extensivo de pastagens sobre os estoques de carbono em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico na Amazônia Mato-grossense.

Foram avaliados nos anos de 2014 e 2015 os estoques de carbono em três áreas distintas submetidas ao cultivo de pastagens por vinte anos e uma área de floresta nativa (referência) composta por fragmentos de floresta Ombrófila Aberta, localizadas no norte do estado. As áreas foram divididas de acordo com o manejo do solo em manejada e não manejada. Para todas as áreas foram realizadas coletas de amostras solo deformadas, as amostras de terra fina seca ao ar, foram submetidas a análise de carbono em analisador Vario Macro, Elementar Analysensysteme, Hanau, Alemanha. A determinação dos estoques de carbono no solo foram calculados multiplicando-se a massa de solo contida na camada de solo pelo teor percentual de carbono total pela densidade e espessura da camada de solo (BATJES, 1996).

Após vinte anos de supressão da floresta nativa os estoques de carbono ao longo de 1 m de profundidade (camadas de 0-30 e 0-100 cm) nas áreas manejadas ou não, não apresentaram diferenças expressivas na redução dos estoques de carbono em relação a floresta nativa. Sendo que nos diferentes anos avaliados os estoques de carbono apresentaram-se superiores aos da área com vegetação nativa, com valores médios de 62,5 e 55,6 Mg C ha<sup>-1</sup>; 57,2 e 51,5 Mg C ha<sup>-1</sup> nas camadas de

0-30 cm para áreas manejadas e não manejadas nos anos de 2014 e 2015, respectivamente e de 153,8 e 143,1 Mg C ha<sup>-1</sup>; 146,2 e 136,2 Mg C ha<sup>-1</sup> para áreas manejadas e não manejada nos anos de 2014 e 2015, respectivamente, na camada de 0-100 cm de profundidade. Sendo que os estoques de carbono da área de floresta nativa foram de 51,0 e 140,3 Mg C ha<sup>-1</sup> respectivamente para as camadas de 0-30 e 0-100 cm de profundidade para os diferentes anos avaliados.

A substituição da vegetação nativa, pela pastagem, ao invés de reduzir os estoques de carbono, como era esperado, principalmente para áreas não manejadas, promoveu o aumento no acúmulo de carbono no solo, mesmo que em pequenas quantidades. Sabe-se que o manejo adotado e a espécie forrageira utilizada exercem grande influência no aumento ou redução dos estoques de carbono, contudo os diferentes manejos apresentaram resultados semelhantes nas diferentes camadas, fato que pode ser justificado devido curto tempo de implementação (um ano), do tratamento classificado como não manejado, e por ter sofrido calagens e adubações ao longo dos anos, e assim como as áreas manejadas o sistema de cultivo adotado foi o plantio direto. Outro fator a ser considerado, é a elevada produção de biomassa vegetal fornecida pela pastagem ao longo dos anos que combinado com o plantio direto, favoreceu o acúmulo de matéria orgânica no solo, devido a redução da atividade biológica do solo, e por consequência proporcionou maiores estoques de carbono nas diferentes áreas avaliadas. Somado a isso, pastagens são consideradas eficientes na manutenção dos teores de carbono devido à ciclagem rápida, constante renovação do sistema radicular e composição do material aportado, que pode garantir maior permanência do carbono no sistema, elevando os estoques de carbono do solo em cultivos contínuos, ou quando estas são introduzidas em diferentes sistemas de produção (SALTON et al., 2011).

Outro aspecto, é que uma área de pastagem apesar de não ser manejada, pode não significar que esta esteja em grau de degradação, capaz de diminuir sua eficiência em estocar carbono no solo. No entanto, apesar de não ter apresentado diferenças expressivas no aumento ou redução dos estoques de carbono, pastagens manejadas, possuem maior potencial em estocar carbono no solo do que pastagens não manejadas, como pode ser observado nos diferentes anos, portanto a longo prazo pastagens que vem recebendo manejo adequado tendem a apresentar maiores estoques de carbono do que as áreas com manejo inadequado.

Do total de carbono estocado na camada de 0-100 cm, aproximadamente 40 % encontra-se concentrado na camada de 0-30 cm. Sabe-se que maior parte do sistema radicular das pastagens concentra-se nos primeiros 40 cm de profundidade, sendo responsável, portanto, pelo maior aporte de carbono nesta camada (COSTA et al., 2009). Contudo, quando comparados com a floresta, os estoques de carbono da camada superficial do solo apresentaram um maior aporte de carbono, com exceção da Área<sup>2</sup> não manejada onde os teores de carbono nos diferentes anos reduziram em média 3,15 Mg ha<sup>-1</sup>, a ausência de reposição de nutrientes e a falta ou correção inadequada da acidez do solo na área pode ter contribuído para a exaustão da fertilidade do solo e, por conseguinte, da matéria orgânica, o que levaria a perdas de carbono no solo (SALTON et al., 2011)

A introdução de pastagens em áreas degradadas ou em diferentes sistemas de produção pode reduzir as emissões de dióxido de carbono para a atmosfera, reduzindo por conseguinte a produção de gases do efeito estufa, pois promove à médio e longo prazo o acúmulo do carbono, devido ao aumento da matéria orgânica no solo, no entanto se faz necessário o correto manejo do solo, principalmente em regiões de clima tropical. O manejo inadequado do solo diminui a proteção da matéria orgânica

do solo favorecendo os processos de degradação e liberação de dióxido de carbono para a atmosfera. Assim sendo, a utilização de pastagens após a supressão da vegetação nativa, na Amazônia Matogrossense, pode ao longo dos anos, desde que submetida ao manejo adequado do solo e da cultura, aumentar os estoques de carbono no solo e reduzir as emissões de gases do efeito estufa, exercendo papel fundamental na agricultura e pecuária sustentável.

## Referências

- ARAUJO, E.A.; KER, J.C. MENDONÇA, E.S.; SILVA, I.R.; OLIVEIRA, E.K. 2011. Impacto da conversão floresta - pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. **Act. Am.**, v. 41, p.103-114, 2011.
- BATJES, N. H. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. **European Journal of Soil Science**. V. 47, p. 151-156, 1996.
- COSTA, O. V. et al. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia. **Rev. Bras. Ciência do Solo**, v.33, p.1137-1145, 2009.
- SALTON, J. C. et al. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavourapecuária. **Pesq. Agropec. Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1349-1356, 2011.

## SORÇÃO DE METAIS TÓXICOS EM ÁGUAS UTILIZANDO TORTA DE CRAMBE QUIMICAMENTE MODIFICADA

Alisson Junior Miola<sup>1</sup>, Affonso Celso Gonçalves Junior<sup>1</sup>, Daniel Schwantes<sup>2</sup>, Gustavo Coelho<sup>2</sup>,  
Marcelo Angelo Campagnolo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Estudante, Marechal Cândido Rondon - PR,  
*ali\_miola@hotmail.com*; <sup>2</sup>Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

**Palavras-chave:** metais tóxicos; modificações químicas; biomassa residual.

O aumento na produção de alimentos gera consequências, dentre as quais, a persistência de alguns insumos no solo após a colheita, como agrotóxicos e metais tóxicos, oriundos de fertilizantes (GONÇALVES Jr. et al., 2011).

O cultivo do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) tem como principal destino a produção de biocombustíveis, que reflete em alta demanda por matérias primas, sendo a semente um subproduto da na extração do óleo, gerando resíduos como subprodutos de sua atividade, sendo altamente disponíveis no mercado, chamada comumente de torta de crambe, por sua vez, sua ampla disponibilidade leva vantagens sobre as resinas comerciais ou carvões ativados em relação ao ponto de vista econômico.

Biomassas quando tratadas quimicamente com soluções de reagentes químicos, podem eventualmente aumentar o número de sítios ativos, elevando desta forma a capacidade de adsorção de contaminantes por meio de um tratamento de baixo custo (SCHWANTES et al., 2014). O trabalho tem como objetivo avaliar o potencial adsorativo da torta de crambe, que é um resíduo sólido da agroindústria de biodiesel, para seu uso como adsorvente modificado quimicamente na remoção de Cd(II), Pb(II) e Cr(III) de águas.

As sementes de crambe foram moídas, secas e trituradas, para realizar a extração do óleo por meio de extrator químico (n-hexano) conforme ocorre na agroindústria. Após a extração do óleo, a torta foi seca a 60 °C por 48 h (horas), para separação completa de todo o n-hexano, assim, este material foi novamente moído e peneirado para retirar a fração entre 14 e 65 mesh. Após testadas três modificações químicas com reagentes distintos, aplicadas no material adsorvente, com soluções 0,1 mol L<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NaOH, sendo agitados à 60 °C durante 6 h, assim, os adsorventes agora modificados foram lavados abundantemente com água destilada, para promover remoção dos residuais ainda presentes no material.

As soluções monoelementares com os íons metálicos Cd(II), Pb(II) e Cr(III) foram preparadas a partir de sais de nitrato de cádmio [Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O. P.A. ≥ 99,0 % Sigma-Aldrich], nitrato de chumbo [Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. P.A. ≥ 99 % Sigma-Aldrich] e nitrato de cromo [Cr(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> · 9H<sub>2</sub>O P.A. ≥ 99 % Sigma-Aldrich]. Com uma solução de 1000 mg L<sup>-1</sup>, sendo tamponadas nos valores de pH avaliados, com adição de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>.

Para o estudo de isotermas, o efeito de concentrações iniciais crescentes para os metais em solução (5, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 e 200 mg L<sup>-1</sup>), utilizando a massa do adsorvente de 200 mg, pH da solução em 5,0 e tempo de contato do adsorvente e adsorvato de 40 minutos, em sistema Dubnoff a 200 rpm e temperatura de 25 °C.

Os testes de temperatura foram realizados em diferentes condições (15, 30, 45, 60 °C), com

erlenmeyers de 125 mL, com massa de 200 mg dos materiais adsorventes, 50 mL de solução contaminante na concentração de 50 mg L<sup>-1</sup> mantendo os demais parâmetros, pH 5,00 e tempo de contato entre adsorvente e adsorvato de 40 min.

Os resultados obtidos foram avaliados mediante modelos lineares para estimativa dos parâmetros termodinâmicos:  $\Delta G$  (variação da energia livre de Gibbs),  $\Delta H$  (variação da entalpia) e  $\Delta S$  (variação da entropia). E posteriormente, realizado o estudo de eluição em meio ácido, com utilização de HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>, para a liberação do adsorvato em meio aquoso e possibilidade do reuso do adsorvente.

Os resultados sugerem a ocorrência de adsorção em monocamadas de Cd(II) e Cr(III) pelos adsorventes C. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, C. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e C. NaOH, em função dos bons ajustes matemáticos obtidos para o modelo de Langmuir. C. NaOH apresentou os maiores valores para o parâmetro: Q<sub>m</sub> (capacidade máxima de adsorção pelo modelo de Langmuir) 31,63 e 14,35 mg g<sup>-1</sup> para adsorção de Cd(II) e Cr(III).

Já com relação à adsorção de Cr(III), o adsorvente C. in natura avaliado por Rubio et al. (2013), atingiu apenas 6,89 mg g<sup>-1</sup> para o parâmetro Q<sub>m</sub>, frente aos 14,35 mg g<sup>-1</sup> adsorvidos pelo C. NaOH, ou seja, o adsorvente modificado apresentou capacidade de adsorção em monocamadas de cerca de 51 % superior que o material in natura.

Quanto a adsorção de Pb(II), os materiais modificados C. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e C. NaOH apresentaram melhor ajuste (R<sup>2</sup>) por Freundlich, sugerindo adsorção de Pb(II) em multicamadas. Enquanto que o adsorvente C. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, apresentou melhores ajustes por Langmuir, sugerindo monocamadas de Pb(II) recobrando a partícula adsorvente.

No caso do adsorvente C. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, para adsorção de Pb(II), foi obtido valor de Q<sub>m</sub> de 23,67 mg g<sup>-1</sup>, sendo esta a segunda maior capacidade de adsorção dentre todos os adsorventes testados.

Os adsorventes C. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e C. NaOH na remoção de Pb(II) apresentam baixos valores para K<sub>f</sub> (capacidade de adsorção pelo modelo de Freundlich) (1,13 e 0,66 L mg<sup>-1</sup>), demonstrando que, os adsorventes modificados apresentam reduzida capacidade de adsorção em multicamadas.

O adsorvente C. NaOH apresentou valor de n inferior a "1", sendo este um indicativo de baixa reatividade dos sítios ativos dos adsorventes (GONÇALVES Jr. et al., 2012), sendo, um adsorvente modificado não recomendado para remoção de Pb(II). Ocorre adsorção em mono e multicamadas de Cr(III) para o adsorvente C. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, pois os modelos de Langmuir e Freundlich apresentam valores satisfatórios de R<sup>2</sup>.

Para os valores termodinâmicos, na remoção de Cd(II) os adsorventes C. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e C. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> apresentam valores positivos de  $\Delta H$ , o que conjugam um sistema endotérmico.

Em todos os demais casos, ocorrem valores negativos para  $\Delta H$ , indicando, que a adsorção de metais por tais adsorventes constitui-se de uma reação exotérmica, que libera calor ao meio. De acordo com Wan Ngah e Hanafiah (2008), valores negativos para  $\Delta G$  indicam natureza espontânea da reação, enquanto que valores positivos para  $\Delta S$  indicam um aumento da desordem e aleatoriedade da interface sólido/solução durante o processo sortivo. Assim, adsorção de Cd(II) e Cr(III) pelo adsorvente C. NaOH ocorre de maneira espontânea, ou seja, sem gasto de energia, em função dos valores negativos de  $\Delta G$ .

Pode-se concluir que, os adsorventes modificados são excelentes alternativas para remoção dos metais Cd(II), Pb(II) e Cr(III) de águas contaminadas, sendo superiores na remoção destes poluentes quando comparados ao in natura. As modificações químicas aplicadas ao adsorvente os tornaram superiores ao material in natura.

## Referências

GONÇALVES Jr., A. C.; STREY, L.; LINDINO, C. A.; NACKE, H.; SCHWANTES, D.; SEIDEL, E. P. Applicability of the Pinus bark (*Pinus elliottii*) for the adsorption of toxic heavy metals from aqueous solutions. **Acta Scientiarum. Technology**, v.34, n.1, p.79-87, 2012.

GONÇALVES Jr., A. C., NACKE H., SCHWANTES D., NAVA I. A., STREY L. Phytoavailability of toxic heavy metals and productivity in wheat cultivated under residual effect of fertilization in soybean culture. **Water Air Soil Pollution** v.220, p.205–211, 2011.

RUBIO, F.; GONÇALVES Jr., A. C.; STREY, L.; MENEGHEL, A. P.; COELHO, G. F.; NACKE, H. Applicability of *Crambe abyssinica* Hochst. Byproduct as biosorbent in the removal of chromium from water. **Spanish Journal of Rural Development**, v. 4, n.1, p25, 2013.

SCHWANTES D.; GONÇALVES Jr. A. C.; COELHO G. F.; NACKE H.; BRAGA R. F.; MIOLA A. J. Pinus bark biosorbent (*Pinus elliottii*) modified with  $H_2SO_4$  aiming the removal of Cd(II). **Revista SimREA**, v.2, n.1, p.38-41, 2014.

WAN NGAH, W. S. W.; HANAFIAH, M. A. K. M. Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents: A review. **Bioresource. Technology**, v.99, n.10, p.3935-3948, 2008.

## TRIGO CULTIVADO EM SOLOS CONTAMINADOS COM METAIS E REMEDIAÇÃO COM USO DE MEDICAMENTO HOMEOPÁTICO

Juliano Zimmermann<sup>1</sup>, Affonso Celso Gonçalves Junior<sup>1</sup>, Dionir Luiz Briesch Junior<sup>1</sup>, Daniel Schwantes<sup>2</sup>, Marcelo Angelo Campagnolo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Graduatingo, Marechal Cândido Rondon - PR, [julianozimmermann@gmail.com](mailto:julianozimmermann@gmail.com); <sup>2</sup>Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

**Palavras-chave:** contaminação de solos; *Triticum aestivum*; homeopatia.

A agricultura atual tem utilizado uma larga escala de agrotóxicos com moléculas de ação biocida. Um grande número destes produtos apresentam em sua formulação elementos poluidores, como metais tóxicos, surfactantes, emulsificantes, entre outros. Porém, um dos principais meios de contaminação dos solos em áreas agrícolas ocorre pelo uso de fertilizantes contaminados com metais tóxicos, tais como cádmio (Cd) e chumbo (Pb) (GONÇALVES Jr. et al., 2014).

De acordo com os mesmo autores, os metais Cd e Pb são elementos químicos tóxicos poluidores. Mesmo presentes em baixas concentrações, apresentam efeitos prejudiciais a todo o ecossistema. Quando presentes, as qualidades físico-químicas do solo, água e ar são alteradas, acarretando mortalidade da fauna e flora, consequentemente prejudicando a saúde humana.

Um método que merece atenção à alternativa sustentável de remediação de solo e está se popularizando pelo Brasil, é a ciência homeopática, que busca remediar o solo por meio de um sistema orgânico de produção, apresentando entre suas aplicações a descontaminação de solos e águas utilizando medicamentos dinamizados, entre eles a *Nux vomica* (BONATO; SILVA, 2003).

Neste contexto, a preocupação com a alimentação é crescente e sendo o trigo (*Triticum aestivum* L.) um componente básico da alimentação mundial, é necessário compreender seu desempenho em áreas contaminadas (XUE et al., 2012) e a possível ação da ciência homeopática por meio do medicamento *Nux vomica* em solos contaminados com Cd e Pb e a fitodisponibilidade para esta cultura.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a remediação de solos contaminados com teores de Cd e Pb, utilizando diferentes dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*, avaliando seus efeitos em plantas de trigo, bem como a fitodisponibilidade nos tecidos do vegetal em estudo.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon - PR.

Foi utilizado um LATOSSOLO VERMELHO eutroférico para realização do experimento. A contaminação do solo foi realizada com a adição de soluções metálicas preparadas com sais de cádmio ( $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) e chumbo ( $\text{PbCl}_2$ ). As doses utilizadas tem a legislação 420 do CONAMA (BRASIL, 2009) como parâmetro, sendo a dose 01 o valor dos metais preexistentes no solo; dose 02 o limite do valor permitido para cada metal e; dose 03 o triplo do valor permitido por lei. O experimento com a cultura de trigo foi implantado no mês de maio de 2015. O medicamento homeopático *Nux vomica* tem como base a escala centesimal hahnemanniana (CH), 0 (testemunha), 12, 24, 48, 96, 200 e 400 CH. A testemunha é composta por água destilada. As aplicações no solo foram realizadas, sete dias antes da semeadura, no dia da semeadura, sendo que após a germinação as aplicações foram feitas na planta em intervalos de 14 dias até terminar o ciclo. Foram analisadas a altura da planta e o diâmetro



do caule por planta em intervalos de 14 dias, a fim de elaborar uma superfície de desenvolvimento das plantas com base nestes parâmetros biométricos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial duplo 3 x 7, constituído de três doses de metais e sete dinamizações, com quatro repetições, sendo que após tabulação foi submetida a análise de variância (ANOVA) utilizando o programa estatístico Sisvar 5.0.

Com relação a fitodisponibilidade dos metais Cd e Pb para as plantas de trigo, as análises das partes vegetais: raiz, caule, folha e sementes, não representaram diferença significativa para as dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica*.

As dinamizações do medicamento homeopático *Nux vomica* exerceram interferência aumentando a altura das plantas cultivadas em todas as concentrações de metais, porém, não seguiram padrão. A dinamização 12 CH aumentou a altura tanto de plantas com os níveis mais baixos como nos mais altos de contaminação dos metais no solo. A dinamização 96 CH teve ação positiva em plantas cultivadas em níveis de investigação dos metais no solo, e a dinamização mais alta (200 CH), teve ação positiva na altura de plantas cultivadas em solos com o maior índice de metais no solo.

Segundo Vithoulkas (1980), quando há ressonância (similitude) entre o medicamento homeopático e o organismo, a energia vital responde em contrapartida à energia do medicamento. Assim, quando a similitude não é atingida, pode gerar um esforço do sistema de defesa do organismo gerando desordem no metabolismo, interferindo negativamente em aspectos do desenvolvimento como altura da planta.

Ao analisar o desenvolvimento das plantas de trigo cultivadas em solos contaminados, sem a interferência do medicamento homeopático *Nux vomica* (0 CH), percebe-se a influência da toxicidade causada pelos metais principalmente na concentração mais elevada do presente estudo corroborando com Parra et al. (2014), que encontraram resultados que comprovam a influência negativa destes metais no desenvolvimento de plantas do gênero *Laminaceae*.

Os efeitos das dinamizações do medicamento homeopático na variável diâmetro de colmo foram similares aos obtidos na altura das plantas, não seguindo padrão, o que de acordo com Bonato e Silva (2003), os medicamentos homeopáticos se comportam como energia e quando dinamizados, a frequência de onda permanece fixa ocorrendo variação somente na amplitude de onda. Assim a planta responderá positivamente quando a frequência de onda do preparado homeopático for similar a sua.

De acordo com Bonato e Silva (2003), é comum observar na ciência homeopática, quando utilizado medicamento em dinamizações crescentes, alternância nos efeitos, hora estimulando, hora suprimindo, hora não provocando efeito algum. Este comportamento pode ser relacionado com os movimentos ondulatórios (ressonância) percebidos na natureza e também com a similitude (ressonância) entre a dinamização (frequência) do medicamento e o organismo (ressonância) (VITHOULKAS, 1980).

Desta maneira, foi possível concluir que o medicamento homeopático *Nux vomica* não impede que as plantas de trigo sofram interferência dos metais Cd e Pb, porém proporciona condições para que a planta complete seu ciclo de desenvolvimento.

## Referências

BONATO, C. M.; SILVA, E. P. Effect of the homeopathic solution Sulphur on the growth and productivity of radish. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 25, n. 2, p. 259-263, 2003.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução Nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. Publicado no DOU nº 249, p. 81-84, 2009.

GONÇALVES JR, A. C. et al. Heavy Metal Contamination in Brazilian Agricultural Soils due to Application of Fertilizers. **Environmental Risk Assessment of Soil Contamination**. Ed. Intech Open, 2014.

PARRA, A. et al. Seedling emergence, growth and trace elements tolerance and accumulation by Lamiaceae species in a mine soil. **Chemosphere**, v. 113, p. 132-140, 2014.

VITHOULKAS, G. Homeopatia: ciência e cura. In: **Homeopatia: ciência e cura**. Cultrix, 1980.

XUE, A. G. et al. Wheat production and wheat rust management in Canada. **Journal of Northeast Agricultural University (English edition)**, v. 19, n. 1, p. 1-14, 2012.

## CINÉTICA DE ADSORÇÃO DE Cd, Pb E Cr EM TORTA DE CRAMBE MODIFICADA QUIMICAMENTE

Elio Conradi Junior<sup>1</sup>, Affonso Celso Gonçalves Junior<sup>1</sup>, Daniel Schwantes<sup>2</sup>, Gustavo Ferreira Coelho<sup>2</sup>, Marcelo Angelo Campagnolo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Graduatingo, Marechal Cândido Rondon - PR, *transconradi@hotmail.com*; <sup>2</sup>Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

**Palavras-chave:** recursos hídricos; metais tóxicos; descontaminação.

A agricultura intensiva tem apresentado grande crescimento no decorrer dos últimos anos, afetando novos ecossistemas e comprometendo a dinâmica natural do ambiente. A atividade é umas das grandes responsáveis pela contaminação de recursos hídricos com íons metálicos, dentre os principais materiais responsáveis pela liberação de metais, pode-se citar os fertilizantes (Cd, Cr, Pb, Zn), os pesticidas (Cu, Pb, Mn, Zn), além dos dejetos da produção em grande escala de bovinos, suínos e aves (Cu, As e Zn) (GONÇALVES Jr. et al., 2014).

O crambe é uma semente oleaginosa, pertencente à família Brassicaceae, e apresenta a característica marcante de possuir cerca de 38 % de óleo não comestível, além da facilidade de cultivo, proporcionando a cultura grande potencial para produção de biocombustíveis como o biodiesel. Porém os subprodutos oriundos da extração do óleo das sementes de crambe apresentam restrição de uso, sendo, portanto, material de alta disponibilidade no mercado. Por outro lado, recentemente a utilização deste subproduto tem sido estudada como material adsorvente para remoção de íons metálicos em efluentes contaminados. Materiais alternativos como subprodutos e resíduos de processos agroindustriais têm sido avaliados devido à alta disponibilidade, acessibilidade e competitividade em relação às resinas de troca iônica e carvão ativado (VALDMAN et al., 2001).

As biomassas quando tratadas quimicamente com soluções de reagentes químicos, tais como ácidos ou bases, podem eventualmente aumentar a capacidade adsorviva dos sítios ativos, elevando desta forma a capacidade de adsorção de contaminantes por meio de um tratamento de baixo custo (MIOLA et al., 2014).

Desta maneira, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar o potencial do uso da torta de crambe, um subproduto sólido da agroindústria de biodiesel, como adsorvente modificado quimicamente na remoção de Cd(II), Pb(II) e Cr(III) de meios aquosos.

Os experimentos e análises de adsorção foram realizadas no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) campus de Marechal Cândido Rondon. Os materiais biossorventes utilizados foram obtidos a partir da moagem, secagem e trituração de sementes de crambe, sendo também realizada a extração de óleo por meio de extrator químico (n-hexano), posteriormente o material foi peneirado (peneiras de 14 à 65 mesh), a fim de padronizar o tamanho de partículas, resultando no adsorvente in natura (C. in natura). Foram testadas três modificações químicas com reagentes químicos distintos, realizando lavagens ao C. in natura com soluções 0,1 mol L<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NaOH, com o objetivo de aumentar características favoráveis à adsorção. As soluções monoelementares fortificadas com os íons metálicos Cd (II), Pb (II) e Cr (III) foram preparadas a partir de sais de nitrato de cádmio, chumbo e cromo. A partir de uma solução monoelementar de 1000 mg L<sup>-1</sup>, foram posteriormente preparadas

as soluções com as concentrações desejadas para cada estudo. Quanto à quantificação dos elementos presentes na estrutura dos materiais adsorventes realizou-se uma digestão nitroperclórica, com posterior determinação por meio de espectrometria de absorção atômica com atomização por chama (EAA-Chama).

Também foi realizada a caracterização dos materiais adsorventes avaliados neste trabalho pela determinação de cargas superficiais (pHPCZ) e pela determinação dos teores dose elementos constituintes de sua estrutura. Os estudos da massa e do pH da solução no processo adsorptivo foram realizados a fim de buscar a quantidade ideal de massa dos adsorventes assim como a condição mais favorável de pH a ser utilizada. As massas utilizadas no processo variaram entre 250 mg a 1250 mg para cada um dos materiais adsorventes, enquanto que o pH foi avaliado no intervalo de 3 a 7 de, sendo estes valores obtidos por meio do Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com o objetivo de determinar a influência de cada variável e a possível interação entre elas.

A fim de avaliar o efeito do tempo de contato entre adsorvente e adsorvato (cinética de adsorção), após definida a quantidade de massa em 200 mg, assim como, o pH de 5,0, valores estimados pelo modelo (DCCR), as respectivas massas foram acondicionadas em erlenmeyers de 125 mL e acrescidas de 50 mL das soluções monoelementares na concentração de  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo posteriormente realizada a avaliação para os tempos estipulados de (5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 min). Posteriormente, os resultados foram submetidos à avaliação por modelos lineares de pseudo-primeira ordem, pseudo-segunda ordem, Elovich e difusão intrapartícula.

Observou-se quanto a caracterização dos adsorventes modificados quimicamente que as concentrações dos elementos químicos constituintes da torta de C. in natura foram alterados por meio do uso de soluções modificantes  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e NaOH, assim como causaram mudanças ao potencial elétrico do material in natura, ou seja, o ponto de carga zero (pHPCZ) dos adsorventes modificados foi deslocado, sendo respectivamente, C. in natura 5,67, C.  $\text{H}_2\text{O}_2$  6,00, C.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  3,16 e C. NaOH 8,03.

Nos estudos envolvendo massa adsorvente e pH do meio, verificou-se que a menor massa avaliada (200 mg) foi mais efetiva na remoção dos metais para todos os materiais adsorventes e quanto ao pH na faixa de 5,0.

Em relação aos estudos de cinética de adsorção de acordo com os resultados obtidos pelos adsorventes C.  $\text{H}_2\text{O}_2$ , C.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e C. NaOH para remoção de Cd(II), Pb(II) e Cr(III), observa-se que após 40 minutos de agitação, o sistema entra em equilíbrio cinético, não havendo incremento significativo nas taxas de adsorção destes metais para intervalos de tempo superiores a este.

O modelo de pseudo-segunda ordem apresentou excelentes valores de  $R^2$ , muito próximos de 1, o que é um indicativo de que o modelo proposto se ajusta aos dados observados experimentalmente. O modelo de pseudo-segunda ordem sugere que o processo de adsorção é basicamente de natureza química, com ligações químicas covalentes entre adsorvente/adsorvato (FAROOQ et al., 2011). O modelo de Elovich apresentou bom ajuste matemático apenas para a adsorção de Cd(II) por meio de C. NaOH. Pelos resultados obtidos, observa-se que, para a adsorção de Cd (II) por meio de C. NaOH, nos instantes iniciais da adsorção ocorre predominância de quimissorção, como proposto pelo modelo. Com relação ao modelo de difusão intrapartícula, observa-se que ao empregar os adsorventes C.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e C. NaOH em meio contendo Cd(II), o processo de difusão intrapartícula ocorre nos primeiros instantes do processo sortivo e de maneira rápida.

Desta maneira, conclui-se que os adsorventes modificados a base de torta de crumbe são potenciais alternativas para remoção dos metais Cd(II), Pb(II) e Cr(III) de águas contaminadas, de maneira geral apresentando superiores capacidades de remoção destes poluentes quando comparados ao uso da torta in natura.

## Referências

VALDMAN, E.; ERIJMAN, L.; PESSOA, F. L. P.; LEITE, S. G. F. Continuous biosorption of Cu and Zn by immobilized waste biomass *Sargassum* sp. **Process Biochemistry**, v.36, n.8-9, p.869-873, 2001.

MIOLA A. J.; GONÇALVES Jr. A. C.; SCHWANTES D.; COELHO G. F.; BRAGA R.; DOS SANTOS M. G. Use of modified adsorbent with NaOH originated from *Pinus elliotti* in the removal of Cd (II) from contaminated waters. **Revista SimREA**, v.2, n.1, p.1-5, 2014.

GONÇALVES Jr., A. C.; NACKE, H.; SCHWANTES, D.; COELHO, G. F. Heavy Metal Contamination in Brazilian Agricultural Soils due to Application of Fertilizers. In: Hernández-Soriano, M. C. (Org.). **Environmental Risk Assessment of Soil Contamination**. 1ed. Rijeka: InTech, 2014, v. 4, p. 105-135.

FAROOQ, U.; KHAN, A. M.; ATHAR, M.; KOZINSKI, J. A. Effect of modification of environmentally friendly biosorbent wheat (*Triticum aestivum*) on the biosorptive removal of cadmium (II) ions from aqueous solution. **Chemical Engineering Journal**, v.171, n.2, p.400-410, 2011.

## REMEDIÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS COM Cd UTILIZANDO A CULTURA DA MOSTARDA COMO ESPÉCIE FITOEXTRATORA

Dionir Luiz Briesch Junior<sup>1</sup>, Affonso Celso Gonçalves Junior<sup>1</sup>, Caio Vinicius Ramires Domingues<sup>1</sup>,  
Marcelo Angelo Campagnolo<sup>2</sup>, Adir Ailton Parizotto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Graduatingo, Marechal Cândido Rondon - PR, [dlbj\\_@hotmail.com](mailto:dlbj_@hotmail.com); <sup>2</sup>Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

**Palavras-chave:** potencial fitorremediador; metais tóxicos; descontaminação.

Atividades industriais, agrícolas e a urbanização são problemas crescentes, pois colaboram com a poluição do solo com metais tóxicos, atribuindo sérios impactos ao meio ambiente. Uso de fertilizantes contaminados, queima de combustíveis fósseis com adição de metais, descargas de efluentes urbanos e industriais contendo metais e lodos são algumas fontes de contaminação do solo por metais (BAKER et al., 1994; LEAL et al., 2008; NACKE et al., 2013). Segundo o pesquisador Gonçalves Jr. et al. (2014) dentre todos os metais, o cádmio (Cd) merece mais atenção devido a sua larga utilização pela sociedade moderna. Ele ainda salienta que seus níveis de toxidez são muito altos e por serem elementos ecotóxicos e bioacumuláveis, apresentam perigo ao ser humano e ao ecossistema.

Frente ao exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de fitorremediação da cultura da mostarda submetida a crescentes doses de cádmio como alternativa para descontaminação de solos e determinar os teores desse metal bioacumulados na parte aérea da planta.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Marechal Cândido Rondon.

Os níveis de contaminação, adubação e calagem do solo são residuais dos cultivos de trigo e crumbe realizados no ano de 2014, onde foram avaliadas concentrações do cádmio no solo, baseadas nos valores de investigação (VI) específicos para áreas agrícolas da resolução N° 420 do CONAMA (BRASIL, 2009), sendo determinadas cinco doses para a contaminação (dose 1 - valor preexistente no solo; dose 2 - metade do VI; dose 3 - VI; dose 4 - três vezes o VI e dose 5 - dez vezes o VI), resultando em quantidade inicial; 1,5; 3,0; 9,0 e 30,0 mg kg<sup>-1</sup> de solo seco para o cádmio. A determinação dos metais residuais foi realizada pela técnica de espectrometria de absorção atômica - modalidade chama (EAA). As contaminações dos solos ocorreram no experimento realizado em 2014, aplicando-se 250 mL de soluções metálicas preparadas com sal de Cd [cloreto de cádmio monohidratado P.A. (CdCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O)] nos níveis indicados.

A cultura da mostarda foi implantada nos mesmos vasos do experimento anteriormente citado, onde foram semeadas seis sementes de mostarda em cada vaso, e realizado o desbaste, restando duas plantas por vaso logo após a emergência. Visando evidenciar o potencial fitoextrator e características acumuladoras da espécie e também uma eficiente remediação dos solos contaminados com Cd, foram realizados dois cultivos sucessivos de mostarda em cada vaso. Previamente ao primeiro cultivo, o solo contido nos vasos foi amostrado para realização de digestão nitroperclórica, a fim de quantificar os metais Cd nele presentes. Este procedimento foi realizado também após o primeiro cultivo de mostarda, e também ao final do segundo cultivo, totalizando três determinações de metais no solo. No final de cada ciclo da mostarda, 50 dias após a emergência (50 DAE), foi realizada a colheita manual

e a parte aérea das plantas foi seccionada e retirada dos vasos para posterior secagem em estufa com circulação de ar forçada por sete dias a 65 °C, até atingir peso constante. Subsequentemente, as fitomassas foram quantificadas em balança analítica para realizar a digestão nitroperclórica e mensurar os teores de metais contidos na parte aérea da planta, a fim de avaliar a bioacumulação desses metais. Estas etapas se repetiram para os dois cultivos de mostarda, resultando em teores foliares tanto do primeiro cultivo quanto do segundo.

Ao final dos experimentos, os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey utilizando o *software* SISVAR® 5.6, ao nível de 5 % de probabilidade. Após análise de variância foram encontrados valores significativos para as variáveis Cultivo e Dose, podendo-se afirmar que a absorção de cádmio foi influenciada por tais fatores, sendo pela quantidade de metal presente no solo e também pela quantidade de cultivos sucessivos realizados na área, buscando atingir níveis abaixo dos valores de investigação.

A média de teores de Cd contidos no solo após diferentes cultivos foram (em mg dm<sup>-3</sup>): Dose 0 = (3,12 antes do cultivo; < LQ (Limite de Quantificação) após 1º cultivo; < LQ após 2º cultivo), Dose 1,5 = (4,75 antes do cultivo; < LQ após 1º cultivo; < LQ após 2º cultivo), Dose 3,0 = (6,87 antes do cultivo; < LQ após 1º cultivo; < LQ após 2º cultivo), Dose 9,0 = (13,12 antes do cultivo; 6,50 após 1º cultivo; 2,87 após 2º cultivo). Após o cultivo da mostarda os solos contaminados com doses até o nível de 3,0 mg dm<sup>-3</sup>, apresentaram redução na concentração do elemento, alcançando valores de Cd residual < LQ, o que indica que as plantas de mostarda foram efetivas na remediação deste metal em solo contaminado. As reduções nos teores de Cd contidos no solo em função dos cultivos sucessivos são corroborados pelas concentrações de Cd em parte aérea, onde houve uma alta taxa de bioacumulação do metal.

As médias de teores de Cd contidos na parte aérea após diferentes cultivos foram (em mg dm<sup>-3</sup>): Dose 0 = (0,31 no 1º cultivo; < LQ no 2º cultivo), Dose 1,5 = (7,68 no 1º cultivo; 4,50 no 2º cultivo), Dose 3,0 = (20,19 no 1º cultivo; 9,68 2º cultivo), Dose 9,0 = (47,81 no 1º cultivo; 21,25 após 2º cultivo). Tais resultados demonstram a alta mobilidade deste metal dentro da planta. Os valores obtidos corroboram ainda com Zheng et al. (2011), que também encontraram uma alta mobilidade para o Cd dentro dos organismos vegetais. Pode-se ressaltar, também, que como a mobilidade do elemento Cd é bastante alta, indica uma alta translocação do metal da raiz para parte aérea. Tal acontecimento é esperado pois em uma situação prática a campo, não seria necessário o arranquio das raízes para remoção do Cd contido no solo, e sim apenas a colheita da parte aérea, tornando o processo menos oneroso, dispondo de menos mão-de-obra, além de ser ambientalmente correto, por não fazer o uso do revolvimento do solo para retirada das raízes.

Conclui-se que a mostarda (*Brassica juncea*) foi evidenciada como espécie fitoextratora neste trabalho, demonstrando alto potencial e capacidade de fitoextrair o cádmio (Cd) em sistemas contaminados, tornando esta espécie promissora e de grande importância para programas de fitorremediação de áreas degradadas, tornando-as novamente agricultáveis e rentáveis.

## Referências

BAKER, A. J. M.; McGRATH, S. P.; SODOLI, C. M. D. & REEVES, R. D. (1994) - The possibility of in situ heavy metal decontamination of polluted soils using crops of metal accumulating plants. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 11, p. 41-49, 1994.

BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. Publicado no DOU nº 249, de 30/12/2009.



GONÇALVES Jr, A. C. et al. Heavy Metal Contamination in Brazilian Agricultural Soils due to Application of Fertilizers. In: HERNANDEZ-SORIANO, M. C. **Environmental Risk Assessment of Soil Contamination**. Ed. Intech Open, p. 105-135, 2014.

LEAL, G. C. S. G.; FARIAS, M. S. S., ARAUJO, A. F. O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano. **Qualits Revista Eletrônica**, v.7 n.1., 2008.

NACKE, H.; GONÇALVES Jr, A. C.; SCHWANTES, D.; NAVA, I. A.; STREY, L.; COELHO, G. F. Availability of heavy metals (Cd, Pb and Cr) in agriculture from commercial fertilizers. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology** (Print), v. 64, p. 537-544, 2013.

ZHENG, L.J.; LIU, X.M.; LUTZ-MEINDL, U.; PEER, T. Effects of lead and EDTA-assisted lead on biomass, lead uptake and mineral nutrients in *Lespedeza chinensis* and *Lespedeza davidii*. **Water Air Soil Pollution**, p.57-68, 2011.

## VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa*) NA FITORREMEDIAÇÃO DE BÁRIO EM AMBIENTE ALAGADO

Paulo Roberto Cleyton de Castro Ribeiro<sup>1</sup>, Fábio Ribeiro Pires<sup>1</sup>, Douglas Gomes Viana<sup>1</sup>, Luiz Fernando Martins<sup>2</sup>, Mauro César Pinto Nascimento<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo - Campus São Mateus, Mestrando em Agricultura Tropical, São Mateus - ES, paulorccribeiro@hotmail.com; <sup>2</sup>PETROBRAS/CENPES/PEDS/Biotecnologia; <sup>3</sup>PETROBRAS/UO-ES/SMS/Meio Ambiente.

**Palavras-chave:** fitoextração; *Oryza sativa*; potencial redox.

Atualmente, tem-se observado uma crescente problemática em relação à contaminação ambiental por metais pesados, proveniente dos mais diversos seguimentos industriais, agroindustriais e urbanos. Embora o bário seja bastante imóvel e possua baixa disponibilidade, devido à baixa solubilidade em água (2,47 mg L<sup>-1</sup> a 25 °C), condições redutoras (-200 mV), alteram o equilíbrio natural do solo, que levam a uma série de transformações de caráter biológico, físico, químico e eletroquímico (PHILLIPS et al., 2003). Condições de alagamento, as quais favorecem o decréscimo do potencial redox do solo, podem promover maior liberação de cátions de Ba<sup>2+</sup> no ambiente, potencializando a sua biodisponibilidade (ULRICH et al., 2003). A fitorremediação pode se constituir em uma ferramenta na recuperação de áreas contaminadas por este elemento. Entretanto, poucos são os estudos nesta temática em ecossistemas brasileiros.

Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar dois genótipos de arroz quanto à tolerância e à capacidade de extrair bário de ambientes inundados.

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, desenvolvido sob esquema fatorial 2 x 6, representado por duas variedades de arroz (*Oryza sativa* - IRGA 424 e BRS. Tropical), cultivadas sob seis doses crescentes de cloreto de bário BaCl<sub>2</sub>: 0,0; 2,5; 5,0; 15,0; 30,0 e 65,0 mg kg<sup>-1</sup> de Ba, com três repetições, em delineamento inteiramente casualizado. O experimento teve duração de quatro meses. As plantas foram cultivadas em vasos contendo 13 kg de solo e mantidas com uma lâmina de água de 2 cm sobre cada unidade experimental. Como substrato, foram utilizadas amostras de solo coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade de um ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso. Durante o ensaio fitorremediador foram realizadas avaliações biométricas e químicas, incluindo a quantificação de Ba<sup>2+</sup> extraído e acumulado na parte aérea e nas raízes, conforme USEPA 3051 usando-se ICP OES.

Após a quantificação analítica e obtenção dos dados biométricos, os mesmos foram tabulados e submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste de média Scott Knott, a (p < 0,05) de significância, utilizando o *software* SISVAR 5.3 Build 77.

As duas variedades toleraram o bário no solo, sem exibir sintomas severos de intoxicação, mesmo na maior dose. A altura de plantas e a área foliar foram semelhantes para as duas variedades. A variedade BRS Tropical apresentou maior concentração de bário nos tecidos que IRGA 424 e em ambas essa concentração aumenta com o aumento da dose. A maior dose também proporcionou o maior acúmulo de bário, tanto folhas quanto nas raízes, para ambas. Todavia, este incremento é considerado pouco expressivo para caracterizá-las como fitoextratoras. A produção de matéria seca de raízes foi maior no arroz BRS Tropical, porém, a matéria seca da parte aérea não diferiu entre elas. O Ba extraído na parte aérea (PA), que é uma característica fundamental na fitorremediação

de metais pesados, foi similar em ambas variedades. Contudo, o Ba extraído nas raízes (RA) e o Ba extraído Total (PA+RA) foram maiores no BRS Tropical, o que se explica por sua maior produção de biomassa nesses compartimentos. Esta característica se relaciona diretamente com a capacidade de fitoacumulação. As duas variedades de arroz testadas foram consideradas tolerantes, porém, apresentaram baixa capacidade de extrair bário.

## Referências

LIMA, A. S. E.; SOBRINHO AMARAL, B. M. N.; MAGALHÃES, L. O. M.; GUEDES, N. J.; ZONTA, E. Absorção de bário por plantas de Arroz (*Oryza sativa* L.) e mobilidade em solo tratado com baritina sob diferentes condições de potencial redox. **Química Nova**, v.XY, p.1-6, 2012.

PHILLIPS, E. J. P.; LANDA, E. R.; KRAEMER, T.; ZIELINSKI, R. Sulfate-reducing bacteria release barium and radium from naturally occurring radioactive material in oil-field barite. **Geomicrobiology Journal**, v. 18, n. 2, p. 167 – 182, 2001.

ULRICH, G. A.; BREIT, G. N.; COZZARELLI, I. M.; SUFLITA, J. M. Sources of sulfate supporting anaerobic metabolism in a contaminated aquifer. **Environmental Science & Technology**, v. 37, n.3, p. 1093-1099, 2003.

## LIXIVIAÇÃO DE NITRATO E AMÔNIO EM LATOSSOLO VERMELHO COM APLICAÇÃO DE DEJETOS DE ANIMAIS

Graziela Moraes de Cezare Barbosa<sup>1</sup>, José Francirlei de Oliveira<sup>1</sup>, Ana Paula Tomadon<sup>2</sup>, Danilo Ruiz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Pesquisador, Londrina - PR, [graziela\\_barbosa@iapar.br](mailto:graziela_barbosa@iapar.br); <sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná; <sup>3</sup>Universidade Estadual de Londrina.

**Palavras-chave:** dejetos de suíno; cama de aviário; contaminação ambiental.

A utilização de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário vem se destacando como alternativa de adubação em lavouras de grãos. Porém existem riscos relacionados ao uso inadequado desses resíduos, como por exemplo, a possível contaminação do solo e de lençóis freáticos com nitrato e amônio por meio do processo de lixiviação. A lixiviação de nitrato é considerada a principal perda de N disponível às plantas (ERREBHI et al., 1998). De acordo com Araujo et al. (2004), embora as perdas de N observadas sejam consideradas pequenas no aspecto agronômico, estas são importantes no ponto de vista ambiental. O nitrato é considerado a principal forma de nitrogênio associada à contaminação da água pelas atividades agrícolas. Na solução do solo, este elemento fica muito propenso ao processo de lixiviação e, ao longo do tempo, pode haver considerável incremento de seus teores em águas profundas. Com relação ao N, na forma de amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ), a lixiviação é reduzida pela adsorção deste cátion no complexo de cargas negativas do solo, embora a capacidade de adsorção do  $\text{N-NH}_4^+$ , seja menor em relação à de outros cátions (SPARKS, 1995). De acordo com Fey (2006), que avaliou a aplicação de doses de DLS de 151, 303, 454, 603 e 757 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio total em um período de 12 meses em doses fracionadas em pastagem de Tifton 85, não houve alteração nos teores de nitratos do solo. Já Barros et al. (2005) trabalhando em um LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico, obtiveram em solo sem cobertura vegetal aumentos significativos nos teores de N total do solo após aplicação e 400 kg ha<sup>-1</sup> na forma de DLS. O objetivo deste trabalho foi avaliar as quantidades de nitrato e amônio no perfil de solo após sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário.

O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/Londrina, em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico. Na área do experimento são realizadas rotações de culturas no verão (soja/milho) e no inverno (aveia/trigo/adubação verde). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições em parcelas de 50 m<sup>2</sup> (10 m x 5 m). Para cada ensaio foram aplicadas doses de dejetos líquidos de suínos (DLS) e cama de aviário (CA) antes do plantio das safras de verão e de inverno. A distribuição do DLS e CA foi calculada de acordo com a exigência da cultura em nitrogênio ou fósforo. No período avaliado foi semeado milho com as seguintes doses: T1 – Testemunha 0 %; T2 – adubação mineral para a cultura do milho na fórmula 8-28-16 (150 kg N ha<sup>-1</sup> com adição de 280 kg de ureia por hectare); T3 - 100 % DLS (equivalente a 150 kg N ha<sup>-1</sup>); T4 - 200 % DLS (300 kg N ha<sup>-1</sup>); T5 – 100 % CA (150 kg N ha<sup>-1</sup>); T6 – 200 % CA (300 kg N ha<sup>-1</sup>). Para avaliação do nitrato e amônio, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0,0-0,1 m, 0,1-0,2 m, 0,2-0,4 m, 0,4-0,6 m e de 0,6-0,8 m em cada tratamento, cerca de 20 dias após a aplicação dos dejetos de animais.

Para a análise de nitrato e amônio, o solo foi macerado e passado em peneira de 1 mm, pesado 2 g e adicionado 20 mL de uma solução extratora ( $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{K}_2\text{SO}_4$  0,1 N) e agitado por uma hora. Ao término da agitação, a solução foi centrifugada e filtrada. Para determinar amônio, foi retirado 1 mL

do filtrado e realizada a leitura direta no espectrofotômetro. Com relação ao nitrato, foi adicionado ao filtrado aproximadamente 1 g de zinco, na qual houve a redução de nitrato em amônio. Retirou-se 1 mL dessa solução e realizou-se a leitura no espectrofotômetro, a diferença da concentração de amônia presente inicialmente e a concentração total na segunda leitura, determinou-se a concentração de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) presente no solo.

Os resultados indicaram que as maiores concentrações de amônio do solo foram observadas até a profundidade de 0,2 m. De acordo com Sparks (1995) esse resultado deve-se a adsorção deste cátion no complexo de cargas negativas do solo. A concentração de nitrato foi maior nas doses de DLS em relação aos outros tratamentos na camada superficial (0,0-0,1 m). A mesma, variou de 10,98 a 30,37  $\text{mg kg}^{-1}$ , sendo a maior concentração encontrada no T3 100 % DLS e a menor no T6 200 % CA.

No perfil do solo (de 0,0 até 0,8 m), não houve diferença significativa dos teores de nitrato e amônio entre os dois tipos de dejetos. Durante o período após a aplicação dos dejetos e adubação mineral até a data da amostragem, houve cinco eventos de chuva acima de 20 mm, sendo que um deles foi superior a 70  $\text{mm h}^{-1}$  totalizando 236 mm no período avaliado. Mesmo com esse volume de precipitação em 21 dias, as maiores concentrações de nitrato e amônio ficaram restritas às camadas superficiais (0,0-0,2 m). O teor de nitrato acima de 25  $\text{mg kg}^{-1}$  encontrado na camada 0,2 - 0,4 m, podem se tornar solúveis e serem prontamente absorvidos durante o desenvolvimento do milho, sugerindo que esses teores não geram um risco ambiental de contaminação. É suposto que a microbiologia do solo esteja em plena atividade, consumindo grande parte do nitrogênio presente e não deixando que esse lixivie. Basso e Ceretta (2000), aplicando até 90  $\text{kg ha}^{-1}$  de N (uréia) em um ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico, observaram teores maiores que 80  $\text{mg kg}^{-1}$  na camada superficial (0,0-0,5 m) antes da semeadura do milho. Nos períodos de aplicação de N em cobertura e em pleno florescimento do milho, os teores de N total reduziram para 10,2 e 3,8  $\text{mg kg}^{-1}$ , respectivamente. Os resultados obtidos nesse trabalho corroboram com Fey (2006), que não observou alteração nos teores de nitratos após aplicações fracionadas de até 757  $\text{kg ha}^{-1}$  de nitrogênio total em LATOSSOLO VERMELHO.

Dessa forma, conclui-se que as concentrações de amônio e nitrato não apresentaram diferenças entre os tratamentos e que o tratamento mineral (T2) reduziu a concentração de amônio abaixo da camada de 0,2 m.

## Referências

- ARAÚJO, A.R.; CARVALHO, J.L.N.; GUILHERME, L.R.G.; CURI, N.; MARQUES, J.J. Movimentação de nitrato e amônio em colunas de solo. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, n.3, p. 537-541, 2004.
- BARROS, F.M.; MARTINEZ, M. A.; NEVES, J.C.L.; MATOS, A.T. de; SILVA, D.D. da. Características químicas do solo influenciadas pela adição de água residuária da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.9, p.47-51, 2005.
- BASSO, C.J. & CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.905-915, 2000.
- ERREBHI, M.; ROSEN, C.J.; GUPTA, S.C. ; BIRONG, D.E. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. **Agronomy Journal**, v.90, n.1, p.10-15, 1998.
- FEY, R. **Acumulação de nutrientes no solo e qualidade da pastagem de Tifton 85, produzida em área submetida à aplicação de dejetos suínos**. 2006. 42p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2006.
- SPARKS, D.L. **Environmental soil chemistry**. San Diego, Academic Press, 1995. 267p.

## **SOBREVIVÊNCIA DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM DIFERENTES RECIPIENTES PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

Nayara Franzini Lopes, Juçara Garcia Ribeiro, Marcelo Vinícius da Silva, Paulo Sérgio dos Santos Leles, Gerhard Valkinir Cabreira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Graduando, Seropédica - RJ, *nayaraflopes@hotmail.com*.

**Palavras-chave:** restauração florestal; saco plástico; tubete.

A exploração desordenada dos recursos naturais e a intensa ocupação humana refletiu uma intensa devastação da Mata Atlântica, resultando numa cobertura florestal nativa fragmentada e milhões de hectares de áreas desflorestadas que cederam espaço para pastagens, lavouras e centros urbanos (MARTINS, 2012).

Dentre as inúmeras ações para reverter esse cenário, a restauração florestal ganha um destaque, pois tem a função de proporcionar o reestabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes nos sistemas naturais (MARTINS, 2012). Dessa forma, uma das maneiras de impulsionar a restauração é com o plantio de espécies arbustivas e arbóreas para a formação dos povoamentos florestais.

Na maioria das vezes, os ambientes que requerem restauração têm sido degradados, danificados, transformados ou inteiramente destruídos como resultado direto e indireto de atividades humanas. Um dos desafios para a restauração consiste em tornar essas áreas degradadas em ambientes novamente “saudáveis”, onde as espécies possam se manter a longo prazo (CURY; CARVALHO, 2011).

Para que isso ocorra, é necessário que as mudas produzidas com o objetivo de utiliza-las na recuperação de áreas degradadas, cheguem ao campo com qualidade e que esteja adaptadas às condições dos locais de plantio. Carneiro (1995) destaca que, o êxito dos plantios florestais, não está ligado unicamente à espécie utilizada, mas também relacionada à qualidade das mudas produzidas. Estas devem resistir às condições adversas encontradas no campo, e irão influenciar diretamente sobre a sobrevivência e crescimento inicial das mudas no campo.

Nesse contexto, está o tipo de recipiente e o seu volume, que é um dos os principais fatores que poderá influenciar na obtenção de mudas de qualidade e consequentemente na sobrevivência das mudas no campo.

O recipiente é importante pois, segundo Carneiro (1995), deve propiciar suporte, aeração e água para as mudas, protegendo as raízes de danos mecânicos e da desidratação. Além disso, o recipiente irá moldar o sistema radicular na forma mais favorável para o crescimento das raízes, maximizando a sobrevivência e crescimento inicial das mudas após o plantio no campo.

O trabalho teve como objetivo verificar a sobrevivência no campo de cinco espécies florestais produzidas em diferentes recipientes para a recuperação de áreas degradadas.

Esse estudo foi realizado em área de reflorestamento localizada na Embrapa Agrobiologia, Seropédica, Rio de Janeiro. Essa área era utilizada como pastagem, sendo um solo classificado como PLANOSSOLO HÁPLICO, textura arenosa, bastante degradado, pelas atividades que foram realizadas nele até aquele momento.

O preparo da área constituiu de roçada da vegetação espontânea, que era formada por braquiária. Foram realizadas a marcação e coroamento do local dos berços, adotando o espaçamento 3 x 2 m. Na condução do experimento foram realizados o controle de formigas cortadeiras e a roçada da

vegetação espontânea.

Foram produzidas e levadas para o campo mudas de *Bauhinia forficata* Link (pata-de-vaca), *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth (jacarandá-da-bahia), *Luechea divaricata* Mart. (açoita-cavalo) e *Samanea saman* (Jacq.) Merrill (samanea) e *Tabebuia impetiginosa* Mattos (ipê rosa)

As mudas foram produzidas em três tipos de recipiente, sendo eles, tubetes com capacidade volumétrica de 110 e de 280 cm<sup>3</sup> e saco plástico de 1.250 cm<sup>3</sup> (tamanho 14 cm de altura por 9 cm de diâmetro), resultando em três tratamentos. O substrato utilizado foi constituído de 100 % de biossólido de lodo de esgoto, que foi disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE), sendo proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) Ilha do Governador, Rio de Janeiro.

Para avaliar a sobrevivência no campo, foram plantadas 20 mudas de cada tratamento (recipiente) de cada espécie. Cada muda (espécie e tratamento) constitui-se em uma repetição, totalizando 60 mudas por espécie e 300 mudas plantadas aleatoriamente nas linhas de plantio. Nas avaliações em campo foram consideradas a taxa de sobrevivência das plantas 5 após o plantio.

Como resultado, após as mudas serem plantadas no campo, os percentuais médios de sobrevivência observados no geral para as cinco espécies, aos cinco meses após o plantio, foram de 83, 61, 45 % para as mudas provenientes de saco plástico, tubete de 280 cm<sup>3</sup> e tubete de 110 cm<sup>3</sup>, respectivamente. Esses resultados demonstram que em média as mudas de saco plástico se adaptaram melhor as condições de solo arenoso e degradado do local, devido provavelmente ao maior volume de substrato, que proporcionou maior retenção de umidade.

Segundo Belloto (2010), taxa de mortalidade superior a 10 % em reflorestamentos de espécies nativas demanda ações imediatas de replantio. Porém, alguns reflorestamentos aceitam até 20 % de taxa de mortalidade. Com base nesse critério, apenas as mudas produzidas em sacos plásticos atenderam aos níveis aceitáveis de sobrevivência.

Dentre as cinco espécies estudadas, o jacarandá-da-bahia foi o que apresentou menor taxa de sobrevivência nos três recipientes, sendo 80, 40 e 25 % para as mudas provenientes de saco plástico, tubete de 280 cm<sup>3</sup> e tubete de 180 cm<sup>3</sup>, respectivamente. As demais espécies tiveram desempenhos similares. Açoita-cavalo com 90, 60, 40 %; ipê com 80, 75, 45 %; pata-de-vaca com 85, 70, 55 % e samanea com 80, 60, 60 % para as mudas provenientes de saco plástico, tubete de 280 cm<sup>3</sup> e tubete de 180 cm<sup>3</sup>, respectivamente.

Conclui-se que mudas de espécies florestais produzidas em saco plástico, possuem maior taxa de sobrevivência em sítios degradados.

## Referências

- BELLOTO, A. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ. 256 p. 2010.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Campos/UENF. UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CURY, R.T.S.; CARVALHO JUNIOR, O. **Manual para restauração florestal: florestas de transição**. Belém: IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2011. Série boas práticas; v.5.
- MARTINS, S.V. Uma abordagem sobre diversidade e técnicas de restauração ecológica. In: MARTINS, S.V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa-MG: ed. UFV, p. 17-34, 2012.



## FITOEXTRAÇÃO DE CHUMBO DE SOLOS CONTAMINADOS UTILIZANDO A CULTURA DA MOSTARDA

Eduardo Ariel Volz Leismann<sup>1</sup>, Affonso Celso Gonçalves Junior<sup>1</sup>, Caio Vinicius Ramires Domingues<sup>1</sup>, Gustavo Ferreira Coelho<sup>2</sup>, Alisson Junior Miola<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus Marechal Cândido Rondon, Graduando, Marechal Cândido Rondon - PR, [volz.eduardo@gmail.com](mailto:volz.eduardo@gmail.com); <sup>2</sup>Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Campus Toledo.

**Palavras-chave:** potencial fitorremediador; metais tóxicos; digestão nitroperclórica.

Atividades industriais, agrícolas e o presente crescimento da urbanização nas últimas décadas são problemas crescentes, pois colaboram com a poluição do solo e da água com metais tóxicos, ocasionando graves impactos ao meio ambiente. As fontes de poluição ambiental podem ser as mais diversas, como por exemplo, queima de combustíveis fósseis com adição de metais usa de fertilizantes contaminados, águas residuais urbanas e descargas de efluentes contendo metais tóxicos, em algumas situações ocorrem a biomagnificação acrescentando a problemática (SCHWANTES et al., 2016).

A bioacumulação dos metais tóxicos pela flora e fauna acaba atingindo o homem, por meio da biomagnificação, produzindo efeitos sub-letais e letais, decorrentes de disfunções metabólicas (GONÇALVES Jr. et al., 2014). A bioacumulação por espécies vegetais acontece em decorrência do acúmulo de metais na camada agricultável e superficial do solo, tornando-se assim, acessíveis as raízes das plantas.

A Fitorremediação é baseada na seletividade que espécies vegetativas exibem quando expostas a alguns compostos ou mecanismos de ação, podendo esta ser natural ou desenvolvida. Esta seletividade pode ser explicada pelo fato de que compostos podem sofrer degradação parcial ou total, sendo transformados em compostos menos tóxicos ou translocados para outros tecidos da planta e então estes compostos são volatilizados para a atmosfera. As vantagens deste processo se dão pela estética, custo baixo de instalação, pouca manutenção e também pela maior aceitação pela população, devido ao fato de ser um processo natural, com a utilização de plantas (AGUNBIADE et al., 2009).

Salt et al. (1995), mostraram que a mostarda *Brassica juncea* é eficaz como espécie acumuladora de Pb por meio de quelantes nas suas raízes, o que está relacionado à taxa de transpiração e de absorção pelas raízes. Tais acúmulos desses metais indicam que a planta pode conviver com tais doses por mais tempo, favorecendo assim posteriores estudos dos efeitos destes metais sob a cultura da mostarda.

Diante disto, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de fitorremediação da cultura da mostarda submetida a crescentes doses do metal Pb, como alternativa para descontaminação de solos.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Marechal Cândido Rondon, Paraná. O solo utilizado no experimento de acordo com a classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) foi um LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico (LVe) de textura argilosa, sendo o teor de metal de chumbo (Pb) 33,0 mg kg<sup>-1</sup>.

Os níveis de contaminação, adubação e calagem do solo são residuais dos cultivos de trigo e

crambe realizados no ano de 2014, onde foram avaliadas as seguintes concentrações do metal, 0,0 (testemunha); 90,0; 180,0; 540,0 e 1800,0 mg kg<sup>-1</sup> de solo seco para Pb, as contaminações ocorreram aplicando-se 250 mL de solução metálica preparada com o sal de Pb [cloreto de chumbo II anidro P.A. (PbCl<sub>2</sub>)] nos níveis indicados. Após secos, os solos foram homogeneizados e irrigados com água destilada até 60 % da capacidade de retenção de água e incubados por 30 dias.

Os teores residuais do experimento realizado anteriormente são respectivamente 68,25; 140,62; 275,75; 742,62; 2142,62 mg dm<sup>-3</sup> para Pb. Os limites de quantificação (LQ) do método utilizado (EAA-chama) para o elemento Pb é 0,01 mg kg<sup>-1</sup>. No Final do ciclo da mostarda, 50 dias após a emergência (DAE) foi realizada a colheita manual e a parte aérea das plantas, sendo seccionada e retirada dos vasos para posterior secagem em estufa com circulação forçada de ar por sete dias a 65 °C, subsequentemente, as fitomassas foram quantificadas em balança analítica para realizar a digestão nitroperclórica e mensurar os teores de metais contidos na parte aérea da planta, a fim de avaliar a bioacumulação desse metal.

O delineamento experimental foi conduzido em blocos casualizados (DBC), com oito repetições, sendo o volume de cada vaso de 8 dm<sup>3</sup> considerado como uma unidade experimental, o experimento foi composto por cinco tratamentos e oito repetições, totalizando 40 vasos.

Ao final dos experimentos, os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey utilizando o *software* SISVAR® 5.6, ao nível de 5 % de probabilidade.

Os resultados da análise de variância mostraram que para dose, cultivo e para a interação dos dois parâmetros houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ). Para a variável bloco não houve diferença significativa.

Os valores de Pb encontrados no solo demonstram efeito para remoção de Pb, sendo as concentrações encontradas após o primeiro cultivo respectivamente 48,25; 124,87; 243,62; 795,50; 1731,00 mg dm<sup>-3</sup>, e para o segundo cultivo 37,75; 91,37; 187,06; 570,70; 1256,93 mg dm<sup>-3</sup>, estes valores corroboram com os teores foliares, contudo, apesar de as plantas terem aumentado a absorção de Pb em resposta ao aumento das doses, os teores de Pb na parte aérea não alcançaram valores considerados típicos de plantas hiperacumuladoras: 1.000 mg kg<sup>-1</sup> de matéria seca (LOMBI et al., 2001).

Para a parte aérea, as médias para o metal Pb, tanto para o primeiro cultivo quanto para o segundo, demonstram que as plantas de mostarda incrementaram linearmente teores de Pb na parte aérea ao aumento das doses do metal. Também apresentaram uma taxa de sobrevivência de 100 % em solos contaminados com Pb, indicando uma alta capacidade de adaptação destas em meios adversos. As médias dos teores de Pb contidos na parte aérea da mostarda foram de 2,37; 8,62; 12,04; 15,00; 101,00 mg dm<sup>-3</sup> para o primeiro cultivo e 2,25; 5,25; 5,12; 26,37; 157,37 mg dm<sup>-3</sup> para o segundo cultivo.

O metal Pb apresenta uma baixa mobilidade, sendo que sua translocação das raízes para a parte aérea é limitada, somente 3 % do Pb é translocado para a parte aérea (SHARMA et al., 2005), fato este evidenciado pelos teores foliares apresentados. Sendo assim, espera-se que grande parte do chumbo tenha ficado acumulado nas raízes com baixa capacidade de translocação para a parte aérea.

Desta maneira, pode se concluir que as plantas cultivadas em solos contaminados com Pb não apresentaram alto teor do metal na parte aérea, logo pode ser precipitado indicar a cultura

da mostarda como uma hiperacumuladora, contudo, a mostarda *Brassica juncea* demonstrou a capacidade de fitoextrair o metal tóxico, o que pode tornar esta espécie de grande importância para programas de fitorremediação e também para áreas degradadas, visando também a fitoextração de outros metais, tornando-as novamente agricultáveis.

## Referências

- AGUNBIADE, F. O., OLU-OWOLABI, B. I.; ADEBOWALE, K. O., Phytoremediation potential of *Eichornia crassipes* in metal-contaminated coastal water. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 19, p.4521-4526, 2009.
- GONÇALVES Jr., A. C.; NACKE, H.; SCHWANTES, D.; COELHO, G. F. Heavy Metal Contamination in Brazilian Agricultural Soils due to Application of Fertilizers. In: Hernández-Soriano, M. C. (Org.). **Environmental Risk Assessment of Soil Contamination**. 1ed.Rijeka: InTech, v. 4, p. 105-135, 2014.
- LOMBI, E., ZHAO, F. J., & MCGRATH, S. P. (2001). Phytoremediation of heavy metal- contaminated soils: Natural hyperaccumulation versus chemistry enhanced phytoextraction. **Journal of Environmental Quality**, 30(6), 1919-1926. doi:10.2134/jeq2001.1919.
- SALT, D. E.; PRINCE, R. C.; PICKERING, I. J.; RASKIN, I. Mechanisms of cadmium mobility and accumulation in Indian mustard. **Plant Physiology**, p.109, 1995.
- SCHWANTES, D.; GONÇALVES Jr. A. C.; COELHO, G. F.; CAMPAGNOLO, M. A.; DRAGUNSKI, D. C.; TARLEY, C. R. T.; MIOLA, A. J.; LEISMANN, E. A. V. Chemical modifications of cassava peel as adsorbent material for metals ions from wastewater. **Journal of Chemistry**, v.2016, p. 1-15, 2016.
- SHARMA, P.; DUBEY, R. S. Lead toxicity in plants. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 17, n. 1, p. 35-52, 2005.

## EFEITOS INDIVIDUAIS E COMBINADOS DA SALINIDADE DO SOLO E ENCHARCAMENTO NA TOLERÂNCIA DO COQUEIRO

Carolline Vargas e Silva<sup>1</sup>, Wiliana Júlia Ferreira de Medeiros<sup>2</sup>, Francisco Ítalo Fernandes de Oliveira<sup>2</sup>, Claudivan Feitosa de Lacerda<sup>2</sup>, Davi Rodrigues Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Mestranda em Ciência do Solo, Lavras - MG, [carolline.vargas90@gmail.com](mailto:carolline.vargas90@gmail.com); <sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará.

**Palavras-chave:** estresse salino; excesso de água; *Cocos nucifera*.

A cocoicultura, no Brasil, se destaca por sua importância econômica e social. O cultivo do coqueiro vem sendo introduzido em várias regiões do país, e a região Nordeste se destaca, com as maiores plantações e produções. Os estados que mais produzem coco, no país, são a Bahia e o Ceará, sendo parte da produção oriunda da região semiárida, verificando-se, assim, a importância da cocoicultura nessa região.

Atualmente, um dos principais problemas no setor agrícola, sobretudo, em regiões semiáridas, vem sendo o processo de salinização dos solos. O problema da salinidade, muitas vezes, vem acompanhado de ciclos de encharcamento do solo, sobretudo, no período chuvoso. Esses solos, geralmente, possuem atributos físicos que favorecem esse tipo de estresse, isto é, condutividade hidráulica reduzida e condições topográficas desfavoráveis. Dessa forma, extensas áreas localizadas nos Perímetros Irrigados do Nordeste tornam-se predispostas ao encharcamento.

A utilização de espécies tolerantes tem sido uma estratégia recomendada, na reabilitação de solos degradados pelo excesso de sais. As características de rusticidade apresentadas pelo coqueiro frente aos estresses salinidade do solo e encharcamento, poderão conceder à cultura um possível potencial para o seu uso em programas de revegetação de áreas afetadas por sais.

Diante do exposto, objetivou-se, com a presente pesquisa, avaliar a tolerância de plantas jovens de coqueiro-anão-verde aos efeitos isolados e simultâneos da salinidade do solo e encharcamento.

O experimento foi conduzido entre junho e outubro de 2015, no município de Fortaleza-CE, em casa de vegetação, na área experimental da Estação Agrometeorológica, da Universidade Federal do Ceará. O delineamento estatístico foi constituído de blocos casualizados, em parcelas subdivididas com cinco repetições, sendo cinco tratamentos distribuídos nas parcelas e cinco tratamentos nas subparcelas, totalizando cento e vinte e cinco unidades experimentais.

Os tratamentos nas parcelas foram constituídos por ciclos de encharcamentos aos quais as plantas foram submetidas (0, 1, 2, 3 e 4), aos 30, 60, 90 e 120 dias, com duração de quatro dias cada ciclo, ao longo dos 124 dias de duração do experimento. O encharcamento do solo foi estabelecido de forma a manter uma lâmina de água de aproximadamente 3 cm acima da superfície do solo. Passados os ciclos de exposição ao encharcamento (4 dias), os vasos foram drenados e o excesso de água coletado em um recipiente, que posteriormente foi reposta nos vasos.

Os tratamentos nas subparcelas foram formados por cinco níveis crescentes de salinidade do solo ( $S_1 = 1,70$ ;  $S_2 = 11,07$ ;  $S_3 = 16,44$ ;  $S_4 = 22,14$  e  $S_5 = 25,20$  dS m<sup>-1</sup>), a partir da coleta do solo em pontos do Perímetro Irrigado Morada Nova, no estado do Ceará, visando simular os diversos estágios de salinização do solo encontrados na área. Os solos utilizados como substratos para o cultivo das plantas jovens de coqueiro-anão-verde foram classificados como NEOSSOLOS FLÚVICOS (EMBRAPA, 2013).

As mudas de coqueiro-anão-verde foram transplantadas em vasos com capacidade volumétrica de 20 litros. Visando o manejo da irrigação, foi utilizado um tanque evaporímetro do tipo Classe A e o sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento.

A biomassa da parte aérea das plantas foi obtida aos 124 dias após o transplântio (DAT), e posteriormente foram secas em estufa com circulação de ar. Foram quantificadas as reduções na produção de biomassa seca da parte aérea das plantas, comparando-as ao tratamento controle, mediante a metodologia sugerida por Fageria et al. (2010).

Os dados foram submetidos à análise de variância a 5 e 1 % de probabilidade e à análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares Microsoft Excel® versão 2010 e SISVAR® versão 5.5 (FERREIRA, 2010).

A biomassa das plantas de coqueiro-anão-verde respondeu aos efeitos da interação encharcamento x salinidade do solo. As plantas cultivadas em solo de baixa salinidade expressaram reduções acentuadas, de 3, 41, 42 e 45 % quando sofreram um, dois, três e quatro ciclos de encharcamento, respectivamente. Com isso, as plantas mostraram-se tolerantes até um ciclo de encharcamento, e quando expostas a mais de um ciclo, foram classificadas como moderadamente tolerantes e moderadamente susceptíveis, com reduções na faixa de 41 a 45 %.

O aumento da salinidade do solo associado aos ciclos de encharcamento resultou em decréscimos significativos de 34, 74, 77 e 78 %, na biomassa da parte aérea. As plantas cultivadas em solo de 11,07 dS m<sup>-1</sup>, que não foram submetidas a nenhum encharcamento, mostraram-se moderadamente tolerantes, e quando expostas ao encharcamento, moderadamente susceptíveis. Nos níveis mais severos de salinidade (16,44; 22,14 e 25,20 dS m<sup>-1</sup>), o encharcamento praticamente não exerceu influência sobre a biomassa, sendo as plantas classificadas como susceptíveis, independente do número de ciclos de encharcamento sofridos, com perdas em biomassa de até 85 %.

De posse desses resultados, verifica-se que o estresse salino exerceu um efeito mais pronunciado que o encharcamento. No entanto, não podemos desconsiderar os decréscimos de 41 a 45 % a partir do segundo ciclo de encharcamento, nas plantas cultivadas em solo não salino.

Os dados obtidos por Silva (2015) apresentaram tendência semelhante aos obtidos no presente estudo, porém pesquisando a interação salinidade do solo e déficit hídrico. O referido autor, estudando essas interações na cultura do coqueiro, constatou que, em termos gerais, as plantas se mostraram moderadamente tolerantes aos efeitos da salinidade do solo, porém o estresse hídrico foi capaz de acentuar a susceptibilidade à salinidade, atribuindo as plantas moderada suscetibilidade. Os resultados obtidos também corroboram com as ideias de Syvertsen e Garcia-Sanchez (2014), reportando que estresses simultâneos podem aumentar a susceptibilidade das plantas à salinidade.

As plantas de coqueiro-anão-verde foram classificadas como moderadamente tolerantes à salinidade, quando cultivadas em solos de condutividade elétrica de até 11,07 dS m<sup>-1</sup>, atribuindo a espécie tolerância parcial a salinidade e potencial para serem utilizadas em programas de revegetação em áreas afetadas por sais.

## Referências

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

FAGERIA, N. K.; SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010, cap. 13, p.205-218.

FERREIRA, D. F. SISVAR®: **Sistema de análise de variância para dados balanceados**, versão 5.5. Lavras: DEX/UFLA, 2010. (Software estatístico).

SILVA, A. R. A. **Respostas e adaptações de plantas de coqueiro anão verde às interações entre deficiência hídrica e salinidade do solo**. 2015. 247 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SYVERTSENA, J. P.; GARCIA-SANCHEZ, F. Multiple abiotic stresses occurring with salinity stress in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, v. 103, n.1, p. 128 – 137, 2014.

## ELEMENTOS-TRAÇO EM SOLOS DE VEREDAS

Bruno Teixeira Ribeiro<sup>1</sup>, Diogo Costa Nascimento<sup>2</sup>, Luiz Roberto Guimarães Guilherme<sup>1</sup>, Nilton Curi<sup>1</sup>, Geila Santos Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Professor, Lavras - MG, [brunoribeiro@dcs.ufla.br](mailto:brunoribeiro@dcs.ufla.br);

<sup>2</sup>Universidade Federal de Uberlândia.

**Palavras-chave:** metais pesados; solos hidromórficos; contaminação do solo.

As veredas são consideradas ecossistemas úmidos de ocorrência típica no Bioma Cerrado. Elas exercem importantes funções ambientais, principalmente no armazenamento de água e na recarga de aquíferos. Após a grande transformação ocorrida no cerrado nos últimos anos (LOPES; GUILHERME, 2016), as veredas estão hoje sob forte influência das atividades urbanas e agrícolas. Pela posição que ocupam na paisagem e, dependendo das práticas de conservação do solo adotadas no entorno, as veredas são susceptíveis à contaminação devido a sedimentos de erosão, enxurrada e percolação lateral da água no solo das encostas (ROSOLEN et al., 2015). São poucos e incipientes os estudos em solos de veredas avaliando a ocorrência de elementos/substâncias potencialmente poluentes. Assim, objetivou-se com este trabalho fazer um levantamento da concentração de Cd, Pb, As, Ni, Cu, Zn, Mn e Fe em solos de seis veredas da região de Uberlândia - MG. Seis segmentos de veredas (V1, V2, V3, V4, V5 e V6) foram selecionados. Em cada segmento, foram estabelecidos três transectos (T1, T2 e T3) dentro da região hidromórfica no sentido do declive espaçados em aproximadamente 50 m. Cada transecto foi dividido em terço superior (TS), terço médio (TM) e terço inferior (TI). Em cada terço e transecto, foram coletadas amostras compostas das camadas 0-20 cm e 40-70 cm. Foram também retiradas amostras das camadas 0-20 cm e 40-70 cm na encosta (na projeção de cada transecto). Essa região está fora da região hidromórfica e o local de amostragem foi denominado como P1. Uma porção homogênea do material de solo seco (< 2 mm) foi totalmente triturada em almofariz de ágata e passada em tela de nylon de 150 µm de abertura. Esse material foi submetido à digestão de acordo com o método USEPA 3051A. Nos extratos obtidos, determinou-se a concentração de Cd, Pb, As e Ni em espectrofotômetro de absorção atômica com módulo de forno de grafite, e Zn, Cu, Fe e Mn em espectrofotômetro de absorção atômica com módulo de chama. O controle de qualidade da análise foi realizado utilizando-se o padrão NIST 2710A. A concentração de Cd nas amostras de solo das veredas (região hidromórfica) e da encosta (região não hidromórfica - P1) esteve abaixo do valor de referência de qualidade (VRQ) (400 µg kg<sup>-1</sup>) estabelecido pelo COPAM (2011). A máxima concentração de Cd encontrada foi 77 µg kg<sup>-1</sup> no terço inferior da V3. Na mesma região do presente estudo (Triângulo Mineiro), a concentração média de Cd encontrada para solos não hidromórficos foi 1.880 µg kg<sup>-1</sup> (CAMPOS et al., 2013). As concentrações de Pb encontradas estiveram abaixo dos valores de prevenção (VP) (COPAM, 2011). Observou-se que a concentração de Pb aumentou significativamente de P1 (encosta - região não hidromórfica) até o terço inferior das veredas. Na posição inferior das veredas, a concentração de Pb ultrapassou os valores de qualidade (20 mg kg<sup>-1</sup>). Em outra vereda na mesma região de estudo, a concentração de Pb variou entre 12,1 a 81,0 mg kg<sup>-1</sup> (ROSOLEN et al., 2015). As concentrações de As foram inferiores aos valores de prevenção (VP). Observou-se em duas das veredas estudadas (V1 e V5 - as mais argilosas) uma maior concentração de As (acima do VRQ) nos terços superior, médio e inferior da camada 40-70 cm quando comparada com a camada 0-20 cm. Tendo em vista que a camada de 0-20 cm é mais rica em matéria orgânica, esse resultado sugere a correlação negativa entre As e matéria orgânica, conforme observado



por Campos et al. (2013) em solos do cerrado. Arsênio ocorre em solos principalmente na forma aniônica  $\text{AsO}_4^{3-}$  (semelhante ao ânion fosfato), tendo fraca sorção pela matéria orgânica, com predomínio de cargas negativas. Desta forma, o As uma vez depositado na superfície da vereda (rica em matéria orgânica) pode ter sua mobilidade aumentada e ser transportado para a camada subsuperficial (40-70 cm). Em outras veredas da região do Triângulo Mineiro também foi encontrada maior concentração de As nas camadas subsuperficiais (ROSOLEN et al., 2015). No geral, a concentração de Ni foi inferior ao valor de prevenção estabelecido pela legislação brasileira (COPAM, 2011), exceto na V6. Na vereda 6, valores que excederam o valor de prevenção ( $30 \text{ mg kg}^{-1}$ ) foram encontrados no terço inferior da vereda, camada 0-20 cm ( $39 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Embora o Fe não seja considerado um elemento-traço o mesmo foi considerado no estudo pois as reações de oxi-redução envolvendo compostos contendo Fe podem controlar a disponibilidade e mobilidade de outros elementos presentes. Em média, a concentração de Fe encontrada nas veredas variou de  $11,74 \text{ g kg}^{-1}$  (terço superior) para  $20,75 \text{ g kg}^{-1}$  (terço inferior) na camada de 0-20 cm e de 6,76 para  $6,84 \text{ g kg}^{-1}$  na camada de 40-70 cm. Como esperado, as amostras da região não hidromórfica (P1) apresentaram maiores teores de Fe. Com relação ao Cu, de maneira geral, a sua concentração aumenta da forma: P1 < terço superior < terço médio < terço inferior. A concentração de Mn em solos não é regulamentada pela legislação brasileira (COPAM, 2011). A maior concentração encontrada ( $96,49 \text{ mg kg}^{-1}$ ) foi no terço inferior da camada 0-20 cm da V6. Na camada 0-20 cm, a concentração média de Mn nas veredas nas posições P1, terço superior, terço médio e terço inferior foi, respectivamente: 41,66; 13,09; 14,92 e  $30,33 \text{ mg kg}^{-1}$ . Na camada 40-70 cm, nesta mesma sequência, as concentrações de Mn foram: 25,99; 6,58; 6,79 e  $9,36 \text{ mg kg}^{-1}$ . O Zn, de maneira geral, esteve bastante aquém do valor de prevenção. Em solos bem drenados do cerrado, Marques et al. (2004) encontraram concentrações de Zn variando de 22 a  $79 \text{ mg kg}^{-1}$ . Nos solos de veredas do Triângulo Mineiro estudados por Rosolen et al. (2015), foram encontrados teores de Zn variando de 5 a  $36 \text{ mg kg}^{-1}$ , valores próximos aos reportados no presente estudo. A concentração dos elementos-traço estudados esteve abaixo dos valores de prevenção estabelecidos pela legislação brasileira. Elementos-traço na forma catiônica (Cd, Pb, Ni, Cu, Mn e Zn) apresentaram correlação com a matéria orgânica das veredas (carbono orgânico total, ácido húmico, ácido fúlvico e humina). Elementos-traço na forma aniônica (e.g., As) e, também, o Fe (não considerado elemento-traço) tiveram correlação com o teor de argila. Principalmente para os catiônicos, observou-se um aumento da concentração da borda para o interior da vereda, seguindo o aumento gradual da matéria orgânica. Agradecimentos: CNPq (Processo 475922/2013-01), Fapemig e Capes.

## Referências

- Conselho de Política Ambiental de Minas Gerais - COPAM. Deliberação Normativa nº 166, de 29 de junho de 2011. **Estabelece os Valores de Referência de Qualidade dos Solos**. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=18414>>. Acesso em: abr. 2015.
- CAMPOS, M. L. et al. Teores de arsênio e cádmio em solos do bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online], v. 37, n.1 p.281-286, 2013.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. A Career Perspective on Soil Management in the Cerrado Region of Brazil. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 137, p. 1-72, 2016.
- MARQUES, J. J. G. S. M. et al. Trace element geochemistry in Brazilian Cerrado soils. **Geoderma**, Amsterdã, 121:31-43, 2004.
- ROSOLEN, V. et al. Contamination of wetland soils and floodplain sediments from agricultural activities in the Cerrado Biome (State of Minas Gerais, Brazil). **Catena**, Amsterdã, v 128, p. 203-210, 2015.

## RESISTÊNCIA TÊNSIL DE AGREGADO E RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DE UM SOLO SOB SISTEMAS FLORESTAIS E PASTO

Lucas Luís Faustino, David Silva Gomes, Cláudio Roberto Marciano

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Doutorando, Campos dos Goytacazes - RJ,  
*lucasfaustino1987@yahoo.com.br*.

**Palavras-chave:** compactação do solo; resistência mecânica do solo; revegetação.

Para se garantir a capacidade produtiva do ecossistema, o fluxo e qualidade da água, a biodiversidade e o equilíbrio dos gases atmosféricos, é importante que se tenha uma boa condição de funcionamento do solo. O impactante modelo de produção agropecuária atualmente adotado coloca em risco a sustentabilidade dos sistemas produtivos, pois tem causado grande degradação ambiental, incluindo erosão, redução do estoque água e nutrientes e contaminação de solos e corpos hídricos.

A Região Norte Fluminense, onde a cobertura da Mata Atlântica foi reduzida a 5 % da área original, foi bastante afetada por esse modelo, tendo a devastação ocorrido principalmente pelo cultivo intensivo da cana-de-açúcar (com o uso das queimadas) e do café (GAMA-RODRIGUES et al., 2008).

Uma alternativa para a recuperação do potencial produtivo destes solos é o uso de leguminosas arbóreas que, além de serem fixadoras do  $N_2$  no solo, possuem a capacidade de aumentar o teor de matéria orgânica, a disponibilidade de nutrientes, assim como melhorar as propriedades físicas dos solos.

Imhoff et al. (2002) relata que os indicadores ligados à qualidade física dos solos possuem especial importância, visto que esta, quando perdida, é difícil de recuperar. A referida autora defende que a resistência têsil de agregados pode ser utilizada como indicadora do impacto do manejo na qualidade do solo, da mesma forma que a resistência à penetração já vem sendo utilizada (sendo indispensável na determinação do intervalo hídrico ótimo - IHO).

A resistência têsil dos agregados (RT) é definida como a força por unidade de área necessária para causar a ruptura dos agregados (IMHOFF et al., 2002). É uma avaliação da condição estrutural dos solos extremamente sensível e que pode ser determinada por um teste simples em uma ampla variação de tamanhos de agregados, e isto a torna um valioso parâmetro de medida em estudos do comportamento dos agregados do solo.

A resistência do solo à penetração (RP) também está ligada à condição estrutural do solo e exprime diretamente o grau de compactação (REICHERT et al., 2010), sendo uma estimativa da facilidade com que as raízes penetram o solo. A compactação é o processo de aproximação entre as partículas do solo e de redução de seu espaço poroso, que decorre da aplicação de cargas externas e que tem como consequência o aumento da densidade do solo (DS). Além da DS, outro atributo que influencia fortemente a RP é a umidade do solo, pois a redução do teor de água aumenta a coesão entre as partículas do solo e, por consequência, aumenta a RP. A RP relacionase também a outros fatores que afetam a floculação e a agregação das partículas.

Diante do exposto, o objetivo da pesquisa foi avaliar a eficiência da revegetação com espécies leguminosas florestais para a recuperação da qualidade física de um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, a partir de medidas de resistência do solo à penetração e de resistência têsil dos agregados.

A área estudada pertence à fazenda Carrapeta, em Conceição de Macabú, RJ (21° 37'S e 42° 05'W), constituindo-se de cinco coberturas vegetais. Dessas, três foram constituídas de plantios puros das espécies arbóreas de leguminosas *Acacia auriculiformis* (acácia), *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá) e *Ingá* spp. (Ingá), implantadas em parcelas de 1.500 m<sup>2</sup> (75 x 20 m), com idade de 17 anos. As outras coberturas vegetais, utilizadas como referência e adjacentes aos plantios de leguminosas, foram uma pastagem degradada, que representa a vegetação anterior ao plantio das espécies arbóreas, com predomínio de capim-gordura (*Melinis minutiflora*), grama-pernambuco (*Paspalum maritimum*) e sapê (*Imperata brasiliensis*), e um fragmento florestal de Mata Atlântica (capoeira) em sucessão secundária, com espécies em diferentes estádios sucessionais, ambas aproximadamente com 50 anos de idade.

Em julho de 2015 foram coletadas, em cada talhão, amostras de solo das camadas 0-0,10 e 0,10-0,20 m de profundidade, com estrutura deformada e preservada (anéis volumétricos e agregados do solo), com seis repetições. As amostras deformadas foram utilizadas para a caracterização química e granulométrica do solo. Amostras em anéis foram usadas para determinação de DS, porosidade total (PT), macroporosidade (mac) e microporosidade (mic), e tiveram a umidade equilibrada às tensões 10, 33, 100, 500 e 1500 kPa (em câmaras de Richards), tendo então medida sua RP. As amostras com agregados foram secas em estufa a 65 °C e passadas sequencialmente em peneiras de malha 19 e 12,5 mm, sendo 40 agregados dessa faixa de diâmetro, por amostra, separados e submetidos ao ensaio de RT. A análise de variância foi feita com o auxílio do programa "Assistat", admitindo-se o delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas (coberturas nas parcelas e camadas do solo nas subparcelas), com a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Foram ainda obtidos, em planilha eletrônica, coeficientes de correlação linear de Pearson entre as diversas variáveis.

Para as duas profundidades houve diferenças estatísticas entre as coberturas vegetais quanto à RT. Enquanto na camada de 0-0,10 m os valores de RT na capoeira, ingá e sabiá (média geral de 40,3 kPa) foram superiores aos do pasto e acácia (média geral de 23,7 kPa), para a 0,10-0,20 m a maior média (51,4 kPa) ocorreu no sabiá, diferindo das demais, e a menor (22,8 kPa) ocorreu no pasto, não diferindo apenas da capoeira. A ocorrência das menores médias no pasto pode estar atrelada ao sistema radicular das gramíneas, que pode ter criado fissuras intra-agregados, diminuindo, assim, sua resistência à ruptura.

Os resultados de RP, além de confirmarem a esperada relação inversa com a umidade do solo, mostraram que, em ambas as camadas de solo, esse atributo diferiu entre as coberturas vegetais. Os menores valores ocorreram sob capoeira (entre 0,48 e 1,91 MPa) e os maiores sob acácia (entre 2,22 e 14,79 MPa), valores estes considerados limitantes ao desenvolvimento radicular de várias culturas (acima de 2 MPa). Sob pasto, ingá e sabiá os valores foram intermediários, até 2 MPa nas tensões 10, 33 e 100 kPa e acima deste valor nas tensões 500 e 1500 kPa. Exceções foram o ingá, que na camada 00,10 m apresentou todos os valores de RP menores que 2 MPa, e o sabiá, que na camada 0,100,20 m apresentou todos os valores de RP maiores que 2 MPa.

Enquanto a RT não teve nenhuma correlação com as variáveis físicas e com apenas duas químicas (positiva com o Al e negativa com o Na), a RP se correlacionou com todas as variáveis estruturais (DS, PT, mac e mic), e com alguns atributos químicos (C, N, pH, H+Al, Ca, K, SB, CTCefet. e CTCpH = 7), mas não com as frações granulométricas. Pode-se concluir que a RT e RP podem ser utilizados como indicadores de qualidade física do solo por serem sensíveis às alterações e manejo.

## Referências

GAMA-RODRIGUES, E. F; GAMA-RODRIGUES, A. C; PAULINO, G. M.; FRANCO, A. A. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n.4, p. 1521-1530, 2008.

IMHOFF, S; PIRES DA SILVA, A; DEXTER, A. Factors contributing to the tensile strength and friability of Oxisols. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 66, 1656-1661, 2002.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; SUZUKI, L.E.A.S.; HORN, R. Mecânica do solo. In: JONG VAN LIER, Q. (ed.) **Física do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.30-102.

## BIOCARVÃO: UMA FERRAMENTA PARA REMEDIAÇÃO DE CONTAMINANTES ORGÂNICOS DE SOLO E ÁGUA

Luis Fernando Vieira da Silva<sup>1</sup>, Edmar Isaías de Melo<sup>1</sup>, Fabiano Mendonça de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo, Graduando, Dolearina, Estrela do Sul - MG, [luis\\_fernandosilva2013@hotmail.com](mailto:luis_fernandosilva2013@hotmail.com); <sup>2</sup>Escola Estadual Professor Vicente Lopes Perez.

**Palavras-chave:** adsorção; biochar; azul de metileno.

A contaminação de corpos d'água por contaminantes orgânicos oriundos das atividades agrícolas pode representar uma ameaça significativa para os ecossistemas aquáticos e recursos de água potável. Além das perdas de água e solo, contaminantes orgânicos, em específicos os pesticidas, merecem destaque, uma vez que são aplicados na agricultura para atender às necessidades de controlar as populações de pragas e doenças que atacam culturas de interesse agrônomo. Quando aplicados, estes compostos podem rapidamente adsorver-se às partículas do solo, e dentre outros fenômenos de transportes, contaminarem os recursos hídricos superficiais por escoamento superficial (LAABS et al., 2002). A atual agenda de remediação de solos e consequentemente menor contaminação de mananciais por erosão hídrica depende mais fortemente de medidas de atenuação natural assistida, com o aumento da estabilidade do solo, conseguida com aplicação de materiais orgânicos (BEESLEY et al., 2014). Materiais carbonáceos, em específico o biocarvão, devido às suas propriedades de cargas superficiais, área superficial elevada e grande volume de poros, são excelentes adsorventes para uma grande variedade de contaminantes (WANG et al., 2014) e portanto utilizado como adsorvente para remediação de contaminantes orgânicos no solo e água. Neste sentido o presente trabalho tem como objetivo avaliar as características de adsorção do biocarvão produzido a partir da palha do fruto do cafeeiro, na remoção de contaminantes orgânicos em água, tendo como molécula modelo o azul de metileno.

O biocarvão foi obtido a partir da pirólise de palha do fruto do cafeeiro, em reator em batelada de 120 L. Ensaios de adsorção do corante azul de metileno, foram realizados em triplicada, utilizando 5 mg do material adsorvente (Biocarvão) e 25,0 mL de solução do corante a  $6,0 \text{ mg L}^{-1}$ , mantido sob agitação por um período de 25 minutos à temperatura ambiente. O Azul de metileno residual foi quantificado por espectrometria de absorção UV-Vis a 665,0 nm. Os parâmetros avaliados no estudo de adsorção foram granulometria do material, pH, tempo de agitação e equilíbrio de adsorção.

Ensaios de adsorção foram realizados a fim de definir qual a melhor granulometria de trabalho, ou seja, qual a faixa granulométrica apresenta maior capacidade adsortiva. A influência do tamanho de partícula na eficiência de remoção foi avaliada para as faixas granulométricas ( $> 2$ ; 1,42; 0,67; 0,375 e  $< 0,25 \text{ mm}$ ) com a realização de ensaios de adsorção com as diferentes granulometrias para o material adsorvente em contato com uma solução de azul e metileno ( $6 \text{ mg L}^{-1}$ ). O material adsorvente não apresentou diferenças significativas na capacidade adsortiva ( $1,80 \text{ mg g}^{-1}$ ) para todas as granulometrias avaliadas. Observa-se em média uma eficiência de remoção igual a 86,5 %. A avaliação do efeito do pH na capacidade adsortiva foi avaliada variando-se o pH inicial das soluções para verificar o efeito deste parâmetro na adsorção do corante, uma vez que, o pH da solução pode modificar a carga na superfície dos adsorventes assim como influenciar no grau de ionização da molécula de adsorvato e o grau de dissociação de grupos funcionais sobre os sítios ativos do adsorvente

(MALL; SRIVASTAVA; AGARWAL, 2006). A capacidade adsorptiva, sofreu influência do pH da solução do corante. Verifica-se que a capacidade adsorptiva aumentou em função do pH da solução de corante onde em meio alcalino (pH de trabalho igual a 8,00) a capacidade adsorptiva ( $1,85 \text{ mg g}^{-1}$ ) ou a eficiência de remoção (89,0 %) do corante foi máxima e constante. Resultados similares na adsorção de corante Azul de metileno foram observados utilizando resíduos agroindustriais (OLIVEIRA, 2016). O efeito do tempo de agitação na adsorção do corante azul de metileno foi investigado, tempo ótimo 15 min. O estudo cinético é importante, pois revela a influência do tempo de contato sobre a quantidade de corante adsorvida pelo material adsorvente. A remoção do corante azul de metileno aumentou com o tempo de agitação até atingir um equilíbrio, sendo a capacidade adsorptiva  $1,81 \text{ mg g}^{-1}$  e eficiência de remoção de 87,5 %.

Os dados experimentais das isotermas foram delineados aos modelos de Langmuir e Freundlich. Os dados experimentais de equilíbrio foram mais bem representados por Freundlich. A capacidade máxima adsorptiva apresentada pelo biocarvão foi de  $19,44 \text{ mg g}^{-1}$ . Os resultados obtidos mostram que o biocarvão produzido a partir de palha do fruto do cafeeiro apresenta potencial aplicação como material adsorvente na remediação de contaminantes orgânicos, podendo ser aplicado na remediação de solo no sentido de amenizar possíveis contaminações de água por erosão hídrica.

## Referências

- BEESLEY, L.; INNEH, O.S.; NORTON, G.J.; MORENO-JIMENEZ, E.; PARDO, T.; CLEMENTE, R.; DAWSON, J.J.C. Assessing the influence of compost and biochar amendments on the mobility and toxicity of metals and arsenic in a naturally contaminated mine soil. **Environmental Pollution**, v.186, p.195-20, 2014.
- LAABS, V.; AMELUNG, W.; PINTO, A. A.; WANTZEN, M.; SILVA, C. J. DA; ZECH; W. Pesticides in surface water, sediment, and rainfall of the northeastern Pantanal basin, Brazil. **Journal Environmental and Quality**. 1636-1648, 2002.
- MALL, I. D.; SRIVASTAVA, V. C.; AGARWAL, N. K.; **Dyes Pigm.**,2006.
- OLIVEIRA, F.M. **Avaliação de resíduos agroindustriais como adsorventes para a remoção de corante em meio aquoso**. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal de Goiás. Unidade Acadêmica Especial de Física e Química. Programa de Pós-Graduação em Química, Catalão, 2016.
- WANG, F.; JI, R.; JIANG, Z.; CHEN, W. Species-dependent effects of biochar amendment on bioaccumulation of atrazine in earthworms.**Environmental Pollution**, v.186, p.241-247, 2014.



## TEORES NATURAIS DE CHUMBO EM SOLOS DO ESTADO DA PARAÍBA

Agenor Bezerra de Almeida Júnior<sup>1</sup>, Clístenes Williams Araújo do Nascimento<sup>2</sup>,  
Felipe Martins do Rêgo Barros<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - Campus Barreiros, Professor, Barreiros - PE, [agenor.almeida@barreiros.ifpe.edu.br](mailto:agenor.almeida@barreiros.ifpe.edu.br); <sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco.

**Palavras-chave:** metais pesados; contaminação; valores de referência de qualidade.

A poluição do solo é um problema crescente e responsável por sérios impactos ao ambiente. Os metais pesados são o principal fator da contaminação de solos em todo mundo. Por metal pesado entende-se o elemento cuja densidade atômica é maior que  $6 \text{ g cm}^{-3}$  (ALLOWAY, 1990).

A poluição do solo com esses elementos são oriundas principalmente da mineração, indústria metalúrgica, disposição de resíduos tóxicos e práticas agrícolas. A acumulação desses elementos em solos pode conduzir não apenas à diminuição da produtividade das culturas em decorrência de seus efeitos fitotóxicos, mas também a efeitos deletérios à saúde humana e animal.

O chumbo (Pb) é um elemento metálico sólido, não essencial para a planta, com alta toxicidade e capacidade de se acumular no organismo (CHAVES, 2013). Dentre uma lista de 275 substâncias tóxicas consideradas prioritárias para controle nos EUA, o Pb ocupa o segundo lugar no ranking entre os metais pesados, que representam maior risco à população, principalmente crianças. A sua fitotoxicidade depende da concentração, período de exposição ao metal, da espécie e órgão ou tecido da planta, provocando problemas no crescimento e desenvolvimento dos vegetais (MORAES, 2011).

O monitoramento de eventuais entradas desse metal pode assegurar a preservação das funções agrícola e ecológica do solo (ALLOWAY, 1990). A determinação dos teores naturais é o primeiro passo para avaliação continuada dos impactos causados pelas atividades antrópicas, permitindo determinar a ausência de contaminação ou conhecer o nível desta em um solo (BIONDI, 2010).

Embora os teores de metais pesados em solos sejam, em parte, reflexos do material de origem, os processos pedogenéticos, em conjunto com as condições geomorfológicas e climáticas de cada região possuem parcela significativa nos teores de metais pesados em solos, características essas específicas para cada ambiente, tornando inadequada à extrapolação de valores de outros países e áreas diferentes do local de obtenção dos dados (ALLOWAY, 1990).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar os teores naturais de Pb em solos representativos do Estado da Paraíba e estudar os atributos que mais se correlacionam com a ocorrência desse metal nos solos, visando o estabelecimento de Valores de Referência de Qualidade.

A área de estudo engloba todo o Estado da Paraíba ( $6^{\circ} 02' - 8^{\circ} 19' \text{ S}$  e  $34^{\circ} 45' - 38^{\circ} 45' \text{ W}$ ). A partir de uma análise conjunta dos mapas de solos (escala 1:500.000) e de geologia foram selecionados 94 locais para amostragem, de modo que fossem representativos do Estado. Para cada local de amostragem, foram retiradas 10 amostras simples que constituíram uma amostra composta, na profundidade de 0-0,2 m. As amostras de solos foram coletadas em áreas de vegetação nativa, com mínima ou nenhuma intervenção antrópica.

Para extração dos teores de Pb nas amostras de solo adotou-se o método de digestão 3051A. A determinação dos teores de Pb foi realizada por espectrometria de emissão ótica com plasma induzido (ICP-OES), marca Perkin Elmer, modelo Optima 7000. O controle de qualidade da metodologia



utilizada para análise do Pb nas amostras de solo foi realizado através de valores certificados dos metais - SRM 2711 Montana soil.

Os resultados foram avaliados através de métodos estatísticos univariados. O VRQ foi estabelecido com base no percentil 75 e 90 do universo amostral, retiradas previamente as anomalias, mediante a construção gráfica boxplot. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa Statistica versão 7.0.

A taxa de recuperação da amostra de referência certificada (SRM2711 Montana Soil) com base no lixiviado foi 89 %, assegurando assim, a qualidade e confiabilidade dos resultados. Os teores de Pb correlacionaram-se significativamente ( $p < 0,01$ ) com o pH (0,37\*\*), Al (-0,29\*\*), CTC efetiva (0,29\*\*) e argila (0,53\*\*). Contudo, não correlacionou-se significativamente com a matéria orgânica do solo.

Os teores de Pb apresentaram uma ampla faixa de variação: 0,74-33 mg kg<sup>-1</sup> para Pb, com valores médios de 8,11 mg kg<sup>-1</sup>. Os teores de Pb foram considerados baixos em comparação aos resultados obtidos para solos de Pernambuco (2010) e para os solos do Rio Grande do Norte (PRESTON, 2014). Gjoka et al. (2011) avaliando os teores naturais de metais pesados em solos da Tirana, obtiveram valores médios de 36,7 mg kg<sup>-1</sup> de Pb, valores estes superiores aos encontrados nos solos da Paraíba. Esses resultados refletem os baixos teores desses elementos nos materiais de origem dos solos da Paraíba, compostos, predominantemente, por gnaisses (associado a granito e micaxisto), indicando a necessidade de estudos regionalizados para determinação dos valores naturais desses metais.

Os teores de Pb variaram nas diferentes regiões fisiográficas, sendo as maiores médias observadas no Sertão (10,63 mg kg<sup>-1</sup>), no Agreste (8,68 mg kg<sup>-1</sup>), na Borborema (5,90 mg kg<sup>-1</sup>) e no Litoral (4,52 mg kg<sup>-1</sup>), para os elementos Pb. Biondi (2010), estudando os teores de Zn em amostras de 35 solos de referência do Estado de Pernambuco verificaram que os teores do elemento variaram nas três regiões fisiográficas do Estado, sendo as maiores médias observadas na Zona da Mata (30 mg kg<sup>-1</sup>), seguidas pelo sertão (19,61 mg kg<sup>-1</sup>) e Agreste (16,70 mg kg<sup>-1</sup>).

Os Cambissolos e Luvisolos foram as ordens de solos que apresentaram teores mais expressivos de Pb. Isto se deve à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos e aos atributos do solo como teor e composição da fração argila.

Os VRQs de Pb obtidos para os solos do Estado da Paraíba foram 10,01 e 14,62 mg kg<sup>-1</sup> para os percentil 75 e 90, respectivamente. A partir dos resultados obtidos no percentil 90 verificou-se que este valor (14,62 mg kg<sup>-1</sup>) pode ser utilizado como VRQ por não oferecer riscos potenciais aos seres vivos.

Solos desenvolvidas a partir de rochas do período Cretáceo e por coberturas sedimentares cenozoicas, associado à alta precipitação pluviométrica, baixos valores de pH, CTC(t) e teor de argila confere baixos teores de metais pesados aos solos da Paraíba.

## Referências

ALLOWAY, B.J. **Heavy metals in soils**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1990.

BIONDI, C. M. **Teores Naturais de Metais Pesados nos Solos de Referência do Estado de Pernambuco**. 2010. 67f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciências do Solo – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE).

CHAVES, C. L. **Avaliação das concentrações de metais pesados em áreas de deposições de lixo no Município de Ji-Paraná – Rondônia**. 2013. 63f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia ambiental) - Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2013.

GJOKA, F.; FELIX-HENNINGSSEN, P.; WEGENER, H.R.; SALILLARI, I.; BEQIRAJ, A. Heavy metals in soils from Tirana (Albania). **Environmental Monitoring Assessment**. v. 172, p.517-527, 2011.

MORAES, C. L. **Alterações bioquímicas, fisiológicas e ultra estruturais em sementes e plantas de tomate expostas ao chumbo**. 2011. 70f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

PRESTON, W.; NASCIMENTO, C. W. A. do; BIONDI, C. M.; SOUZA JÚNIOR, V. S. de; SILVA, W. R. da; FERREIRA, H. A. Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos do Rio Grande do Norte. **Rev. Bras. de Ciênc. do Solo**, v.38, p.1028-1037, 2014.

## APLICAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS PARA RECUPERAÇÃO DE SOLO DEGRADADO POR EXPLORAÇÃO DE CASCALHO

Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa, Higor E. Francisconi Lorin, Rosana Krauss Niedzialkoski, Luiz Antonio de Mendonça Costa, Angélica Chini

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Professora, Cascavel - PR, *monicasarollisilva@gmail.com*.

**Palavras-chave:** substâncias húmicas; parâmetros fitométricos do milho; capacidade retenção de água.

As atividades de mineração provocam supressão da vegetação e muitas vezes o impedimento de sua regeneração. Geralmente, neste tipo de atividade, o solo superficial de maior fertilidade é removido, dificultando o desenvolvimento da vegetação e permanecendo exposto, agravando ainda mais o processo erosivo (MECHI; SANCHES, 2010).

O solo, em áreas degradadas por atividades de exploração de cascalho, perde completamente sua estrutura e diminui consideravelmente sua fertilidade. Isto dificulta muito os processos de recuperação de sua capacidade produtiva, seja na produção de alimentos ou na regeneração da vegetação espontânea.

Para melhorar as propriedades de um solo degradado tem sido empregada a adição de várias fontes de matéria orgânica. O setor agroindustrial gera vastas quantidades de resíduos orgânicos. Estes resíduos precisam ser estabilizados antes de serem aplicados no solo. A técnica de compostagem é considerada um método adequado para a estabilização e reciclagem desses resíduos.

A matéria orgânica e as quantidades substanciais de ácidos húmicos e fúlvicos, presentes no composto gerado a partir de resíduos agroindustriais podem ter grande valor para a manutenção e alteração da qualidade do solo (RAJ; ANTIL, 2011), colaborando com sua recuperação. O objetivo deste trabalho foi verificar melhorias físicas e químicas de um solo degradado pela extração de cascalho quando se aplicou diferentes compostos orgânicos e seu efeito sobre os parâmetros fitométricos da cultura do milho.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) campus Cascavel. Para as unidades experimentais (UE) foram utilizados vasos (150 x 250 mm) preenchidos com 3570 g de solo degradado por atividade de exploração de cascalho, obtido no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola (NEEA) da Unioeste.

Nos vasos, foram adicionados cinco compostos orgânicos ( $60 \text{ t ha}^{-1}$ ) obtidos a partir do processo de compostagem de resíduos agroindustriais da cadeia produtiva do frango de corte. Os compostos orgânicos utilizados diferenciaram-se pela principal fonte de carbono utilizada, o que constituiu os tratamentos, a saber: Algodão (A), Poda de árvores urbanas (P), Serragem (S), Bagaço de cana-de-açúcar moído (B) e Capim Napier triturado (N). Os cinco compostos e uma testemunha (T), sem adição de composto, compuseram os seis tratamentos, com quatro repetições, totalizando 24 UE. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso.

Sementes de milho, da variedade superprecoce AG 9025 PR03, foram semeadas nos vasos. Após a emergência foi deixada apenas uma planta por vaso. Durante a condução do experimento, a umidade foi mantida próxima a 80 % da capacidade de campo. Na desmontagem, após 45 dias da semeadura, a parte aérea e o sistema radicular foram separados para a avaliação dos parâmetros fitométricos como altura da parte aérea, peso seco da parte aérea, diâmetro do coleto, peso seco da raiz e comprimento da raiz.

As amostras de solo foram destorroadas, secas ao ar, moídas e peneiradas. O carbono orgânico total (COT) foi determinado pelo método de ignição em forno mufla, a 550 °C, dividindo o teor de sólidos voláteis por 1,8, conforme descrito por Carmo e Silva (2012). A capacidade de retenção de água (CRA) do solo foi determinada de acordo com Luchese et al. (2002). As substâncias húmicas (SH), fracionadas em ácidos húmicos e fúlvicos, foram determinadas conforme Dick et al. (1998).

Os dados foram submetidos à análise de componentes principais (ACP) para interpretação das relações entre os parâmetros fitométricos e os atributos do solo nos seis tratamentos. A análise de variância e o teste Tukey, ao nível de 5 %, foram aplicados para comparação entre as médias dos tratamentos.

A adição de 60 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico aumentou a quantidade de COT do solo. Nos cinco compostos estudados (A, S, B, N e P) todos diferiram ( $p < 0,05$ ) da testemunha (T). A concentração de 50,2 g kg<sup>-1</sup> de COT encontrado em T foi a menor quando comparado aos demais tratamentos: 60,8; 56,5; 56,1; 56,0 e 55,4 g kg<sup>-1</sup>, A, S, B, N e P respectivamente. Dentre os cinco compostos utilizados verificou-se que o tratamento A proporcionou ao solo maior ( $p < 0,05$ ) teor de COT do que os demais, ainda que aplicado em mesma taxa de adubação.

A CRA foi aumentada consideravelmente devido à adição de composto orgânico. O solo sem nenhuma adição de composto orgânico (T) apresentou CRA de 56,1 %, estatisticamente menor ( $p < 0,05$ ) do que os tratamentos A, B, S, N e P, que apresentaram CRA de 100,7; 98,8; 98,7; 98,0 e 97,1 % respectivamente. Kitamura et al. (2008) estudaram ações para acelerar a formação do horizonte A de um solo degradado via uso de adubos verdes e lodo de esgoto. Os autores verificaram melhorias químicas nos atributos do solo devido à adição de lodo de esgoto, e com isso concluíram que a recuperação, em curto prazo, foi mais eficaz.

A ACP selecionou os dois primeiros componentes, CP1 e CP2, os quais foram capazes de explicar 88,7 % de toda a variância dos dados. A interpretação gráfica biplot desta análise revelou que as plantas de milho que menos se desenvolveram (parâmetros fitométricos) foram obtidas em T. Dentre os cinco compostos avaliados o tratamento S proporcionou o menor desenvolvimento das plantas, e as plantas que melhor se desenvolveram em 45 dias foram as obtidas nos tratamentos A e N.

As quantidades de SH, AH e AF encontrada nos vasos que receberam os compostos orgânicos foram maiores ( $p < 0,05$ ) do que em T, alcançando teores até 10 vezes mais altos. Houve diferença estatística das frações da SH entre os compostos. Em função da fonte de carbono utilizada para balancear a relação C:N no processo de compostagem obtém-se distintas quantidades de substâncias e frações húmicas no solo após seu uso. Dentre os compostos testados o tratamento S apresentou as menores ( $p < 0,05$ ) quantidades de SH, AH e AF (0,27; 0,11 e 0,16 mg g<sup>-1</sup>), enquanto P (0,36; 0,14; 0,21 mg g<sup>-1</sup>) e B (0,40; 0,16; 0,24 mg g<sup>-1</sup>) valores intermediários, e A (0,42; 0,18; 0,24 mg g<sup>-1</sup>) e N (0,47; 0,22; 0,25 mg g<sup>-1</sup>) proporcionaram as maiores.

Conclui-se que o uso de composto orgânico aumenta a matéria orgânica e a retenção de água no solo degradado, contribuindo com o processo de recuperação. Os compostos orgânicos em que se utilizou algodão e Capim Napier como principal fonte de carbono promovem melhor desenvolvimento dos parâmetros fitométricos das plantas de milho.

## Referências

CARMO, D. L. do; SILVA, C. A. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 4, ago. 2012.

DICK, D.P. et al. Caracterização de substâncias húmicas extraídas de solos e de lodo orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, 603-611, 1998.

KITAMURA, A. E. et al. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 405–416, fev. 2008.

LUCHESE, E.B.; FAVERO, L.O.B.; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Freitas bastos, 2002. 182p.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 209–220, 2010.

RAJ, D.; ANTIL, R. S. Evaluation of maturity and stability parameters of composts prepared from agro-industrial wastes. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 3, p. 2868–2873, fev. 2011.

## FRACIONAMENTO DE FÓSFORO NO SEDIMENTO DE FUNDO DE AFLUENTES DA BACIA DO YYQUYRY, PARAGUAI

Jimmy Walter Rasche Alvarez, Viviana Maria Cáceres Figueredo, Pamela Beatriz Caballero Lopez, Diego Augusto Fatecha Fois, Higinio Moreno Resquin

Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción, Professor, San Lorenzo - PR, [jwrasche@yahoo.com.ar](mailto:jwrasche@yahoo.com.ar).

**Palavras-chave:** eutrofização; contaminação; bacia hidrográfica; fósforo lábil.

A bacia do arroio Yyquyry é a principal sub-bacia do lago Ypacarai, em consequência é responsável pela quantidade e qualidade da água que ingressa ao lago. A bacia do Yyquyry possui 350 km<sup>2</sup> e abarca parte da área metropolitana da grande Assunção, capital do Paraguai. Nos últimos anos a alteração no uso do solo, o crescimento demográfico sem ordem tem gerado alterações na qualidade da água. Atualmente o lago Ypacarai se encontra em situação crítica pela proliferação de cianobactérias na estação de verão e alteração do ecossistema aquático. Isto limita seu uso, e gera problemas de saúde pública que possuem implicações sociais e económicas à população que habita em volta e dependo do lago Ypacarai. O P é um dos responsáveis pela eutrofização dos cursos hídricos de água doce, pelo que sedimentos de fundo (SF) com altos níveis de P, na forma lábil ou moderadamente lábil são importantes como fonte de P aos cursos hídricos.

O objetivo do presente trabalho foi diagnosticar as formas de fósforo do sedimento de fundo menor a 63 µm dos afluentes localizados na bacia do arroio Yyquyry e determinar os pontos com maior nível de P lábil e moderadamente lábil no sedimento.

Foram coletadas amostras compostas de sedimento de fundo na camada de 0-5 cm, em 32 pontos da bacia do arroio Yyquyry, com três repetições em cada amostra, totalizando 96 amostras de sedimento. As amostras foram coletadas num período de duas semanas, no momento da coleta de sedimento cada ponto foi georeferenciado. As amostras de sedimento foram transportadas ao laboratório de solos da Faculdade de Ciências Agrarias da Universidad Nacional de Assunção, secadas em estufa a 45 °C e posteriormente uma parte foi separada para determinar a classe textural do sedimento coletado pelo método de Bouyoucos, e de outra parte realizada a separação das partículas menores a 63 µm com ajuda de uma peneira para se realizar o fracionamento de P pelo método descrito por Hedley com as modificações propostas por Rheinheimer (2000).

As formas de fósforo foram sequencialmente extraídas pelos seguintes extratores: resina de intercambio aniônico (AMI 7001S) (PRIA); NaHCO<sub>3</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 8,5 (PNaHCO<sub>3</sub>) y NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> (PNaOH01); HCl 1,0 mol L<sup>-1</sup> (PHCl); NaOH 0,5 mol L<sup>-1</sup> (PNaOH0,5).

Todos os extratores permaneceram em contato com as amostras (1 g de sedimento) durante 16 horas em agitador tipo “end over” (33 rpm) com posterior centrifugação a 2510 g por 10 minutos. Nos estratos alcalinos da solução de NaHCO<sub>3</sub> e NaOH foram determinadas o P disponível e o P total de cada fração, realizando a extração por digestão com persulfato de amônio y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> em autoclave a 121 °C e posteriormente determinado por Murphy e Riley (1977). O resíduo foi secado, moído e foi extraído o P residual (PRESIDUAL) pelo método de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + MgCl<sub>2</sub>. As determinações de P extraídas foram estimadas pelo método de Murphy e Riley (1977). Posteriormente as amostras foram agrupadas em PRIA + PNaHCO<sub>3</sub> como lábil; PNaOH01 + PNaOH05 como moderadamente lábil; e PHCl

como pouco lábil y PRESIDUAL como não lábil. O P total da amostra foi estimado pela somatória de todas as extrações. E também fora agrupados em P biológico sendo a parte orgânica do ( $\text{PNaHCO}_3$  +  $\text{PNaOH01}$  +  $\text{PNaOH05}$ ) e P geoquímico ( $\text{PRIA}$  +  $\text{PHCl}$  + PRESIDUAL e a parte inorgânica de  $\text{PNaHCO}_3$  +  $\text{PNaOH01}$  +  $\text{PNaOH05}$ ).

Com exceção de quatro pontos (três de textura Areia franca e uma de textura franco arenosa, a textura do sedimento de fundo é arenosa. A textura do sedimento por tanto atua muito pouco como sumideiro de P, ja que este fica sorvido na fase argilosa do solo. O PRIA, que é o de maior labilidade, oscilou entre 3,3 a 49,3  $\text{mg kg}^{-1}$  no SF, o que demonstra alta variação de PRIA no SF dos diferentes afluentes da BH. Os pontos situados em áreas urbanas, foram os que apresentaram maiores valores de PRIA e os menores valores se encontraram em zonas com mata ciliar, inicio de cursos hídricos ou de banhado situados em áreas semiurbanas o rurais, inclusive alguns pontos com baixo nível de PRIA estavam a jusante dos pontos de alta concentração de PRIA, mostrando a importância dos banhados na limpeza dos cursos hídricos como já alertado por Pellegrini et al. (2010).

O  $\text{PNaHCO}_3$  no SF dos afluentes oscilou entre 3,0 a 28,8  $\text{mg kg}^{-1}$ . Nos pontos de maior concentração de  $\text{PNaHCO}_3$  praticamente a metade corresponde ao P orgânico e metade P inorgânico. Em geral onde houve alto teor de PRIA também apresentou alto valor de  $\text{PNaHCO}_3$ , ambos são considerados a forma de P de maior labilidade no fracionamento, por tanto, estão disponível para os organismos aquáticos causando eutrofização do curso hídrico.

O  $\text{PNaOH01}$ , que estima formas de P de labilidade intermediária, poderia ser utilizado para avaliação do P potencialmente disponível, no sedimento de fundo oscilou entre 2,2 a 32,0  $\text{mg kg}^{-1}$ , apresentando valores relativamente baixos quando comparado às formas mais lábeis (PRIA e  $\text{PNaHCO}_3$ ).

O  $\text{PHCl}$  que corresponde ao P ligado principalmente ao cálcio do solo ou do sedimento variou entre 0,3 e 9,7  $\text{mg kg}^{-1}$  o que corresponde a 3,4 % e 0,1 % do PTOTAL do sedimento, respectivamente; valores baixos comparado a sedimento de bacias hidrográficas rurais (RHEINHEIMER, 2000), o que mostra que praticamente não existe  $\text{PHCl}$ , no SF da bacia em estudo, isso é ate normal já que os solos da BH possui predominantemente solos ácidos.

O  $\text{PNaOH05}$ , que estima formas de P pouco lábil que se encontre ligada aos óxidos de ferro e de alumínio, assim como na matéria orgânica relativamente estável, oscilou entre 4,9 a 65,6  $\text{mg kg}^{-1}$ . Em geral nos pontos onde houve maior teor de P lábil, também houve maior teor de P  $\text{PNaOH05}$ .

O PRESIDUAL variou entre 72,1  $\text{mg kg}^{-1}$  que representa o 62 % de P total a 377,1  $\text{mg kg}^{-1}$  (77 % do P total). O teor total de PRESIDUAL variou entre 62 % a 89,1 % do P total do sedimento.

Os pontos com maiores teores de P total (475 a 486  $\text{mg kg}^{-1}$ ), localizou-se nas zonas urbanas das cidades de Luque, São Lorenzo e Capiatá e os com menor valor (116  $\text{mg kg}^{-1}$ ), nas áreas rurais onde o curso hídrico se encontra protegido por um banhado o que permite a depuração do mesmo, coincidindo com o trabalho realizado por Ojeda (2015).

Os pontos com maior teor de P total (486  $\text{mg kg}^{-1}$ ), o P geoquímico alcançou 455  $\text{mg kg}^{-1}$ , o que representa 93,7 % do P total, sendo o resto P biológico (6,3 %). O P biológico oscilou entre 3,7 a 20,9 % do P total, sendo maior o P total no SF coletado próximo ou nas áreas urbanas.

Conclui-se que a maior quantidade de P se encontra no PRESIDUAL. As formas mais lábil de P em geral são maiores em sedimento do fundo de zonas urbanas (PRIA e  $\text{PNaHCO}_3$ ), os banhados funcionam como filtro natural dos cursos hídricos, diminuindo a disponibilidade de P de maior labilidade e a eliminação destes filtros naturais levará à contaminação do lago Ypacarai.



Agradecemos ao CONACyT pelo financiamento da pesquisa. Projeto N° 14-INV-333 “Aspectos Quali-quantitativos de fósforo em sedimentos da bacia do lago Ypacaraí”

## Referências

MURPHY, J.; RILEY, J. P. 1977. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analítica Chimica Acta**, 27:31- 36.

OJEDA, J.G. 2015. **Disponibilidad de fósforo del sedimento de fondo de la cuenca del lago Ypacaraí y su importancia ambiental. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental)**. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, PY, 71 p.

PELLEGRINI, J.B.R; RHEINHEIMER, D.S.; GONÇALVES, C.S.; COPETTI, A.C.C.; BORTOLUZZI, E.C.; TESSIER, D. 2010. Impacts of anthropic pressures on soil phosphorus availability, concentration, and phosphorus forms in sediments in a Southern Brazilian watershed. **J Soils Sediments**, 10: 451. doi:10.1007/s11368-009-0125-6

RHEINHEIMER, D.S. 2000. **Dinâmica do fósforo em sistemas de manejo de solos**. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Pós Graduação em Ciência do Solo. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 210 p.

## INFLUÊNCIA DE ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS NA CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS

Sara Lane Sousa Gonçalves, Diogo Murilo Costa Mortoni, Renata Catani Batista do Nascimento, Nori Paulo Griebeler

Universidade Estadual de Goiás, Pesquisador, Palmeiras de Goiás - GO, [saralaneg@yahoo.com.br](mailto:saralaneg@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** metal pesado; soja; cultivo.

Países em desenvolvimento, como o Brasil, enfrentam grandes problemas para o escoamento dos seus produtos, o que acaba contribuindo para o desperdício e um aumento de encargos sobre o produto final. No Brasil a principal rota para o escoamento da produção agropecuária são as estradas. Contudo, verifica-se que grande extensão da rede viária é composta por estradas não pavimentadas, ou como são mais conhecidas, estradas de chão (BAESSO, 2003). Em consequência da má conservação e grande fluxo de passagem, observa-se o surgimento de grandes problemas ambientais, entre eles a perda de solo e consequentemente o assoreamento de cursos d'água, devido o surgimento de processos erosivos, sendo que em grande parte, esses processos ocorrem devido à falha ou ausência de sistema de drenagem aliado à ação do intemperismo, o que acelera o agravamento dessa questão.

A perda de solo por processos erosivos nas estradas vicinais tem grande poder de evolução, visto a inexistência de uma camada capaz de proteger a via da ação do tempo. A erosão ocorrida nas estradas além do assoreamento, os enxurros podem levar das estradas, nutrientes, metais pesados e outros elementos como material particulado da combustão dos automóveis para as propriedades rurais. Esses elementos podem alterar as características químicas do solo na camada agricultável, podendo ainda, atingir cursos d'água, contribuindo para a sua eutrofização. Os veículos são considerados como fontes substanciais de metais através do desgaste de pastilhas e discos de frenagem, borracha dos pneus, derramamento de gasolina e óleos lubrificantes e partículas liberadas por emissão (LOUGH et al., 2005).

O trabalho foi desenvolvido em área marginal à estrada rural próxima ao Campus Palmeiras de Goiás - UEG, localizada nas coordenadas de longitude 49° 52' 46,36" oeste e latitude 16° 52' 42,27" sul. O município pertence à região Oeste do Estado, possui uma área de 1.544,9 km<sup>2</sup>, a 596 metros de altitude, com uma precipitação pluviométrica anual de aproximadamente 1.700 mm, temperatura média de 22 °C, resultando em um clima tropical úmido com duas estações bem definidas: chuvosa (novembro a março) e seca (abril a outubro). O solo predominante no município de Palmeiras de Goiás - GO é o LATOSSOLO VERMELHO, textura argilosa com relevo plano (EMBRAPA, 2006). Para o desenvolvimento da pesquisa, foi medido a partir início da estrada aproximadamente 80 metros e iniciou a coleta de dados. Essa distância justifica-se pelo plantio da cultura da soja na propriedade rural presente nessa localização. Após a demarcação do ponto inicial, as demais coletas serão realizadas a cada 20 metros de distância linear.

Para as análises, foram consideradas três testemunhas e os tratamentos descritos abaixo:

- Testemunha 1 – solo coletado na camada de 0 a 10 cm no centro da estrada.
- Testemunha 2 – solo coletados na camada de 10 a 20 cm no centro da estrada.
- Testemunha 3 – solo coletado na camada de 0 a 20 cm na área rural a 200 metros a partir da margem direita da estrada.

- T1 – solo na camada de 0 a 20 cm a 1,0 m na propriedade rural a partir da margem direita da estrada.
- T2 – solo na camada de 0 a 20 cm a 10 m na propriedade rural a partir da margem direita da estrada.
- T3 – solo na camada de 0 a 20 cm a 20 m na propriedade rural a partir da margem direita da estrada.
- T4 – solo na camada de 0 a 20 cm a 30 m na propriedade rural a partir da margem direita da estrada.
- T5 – folhas da cultura a 1 m na propriedade rural a partir da margem direita da estrada.
- T6 – folhas da cultura a 10 m na propriedade rural a partir da margem direita da estrada.
- T7 – folhas da cultura a 20 m na propriedade rural a partir da margem direita da estrada.
- T8 – folhas da cultura a 30 m na propriedade rural a partir da margem direita da estrada.

Para cada tratamento foram coletadas quatro repetições totalizando 32 unidades experimentais e o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Para coleta do solo nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm foi usado um trado de rosca. Para a coleta das folhas retirou-se a terceira folha do terceiro trifólio (estádio fenológico vegetativo V3) com pecíolo da cultura totalizando 30 folhas por hectare ao acaso. Segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). As variáveis analisadas nas amostras de sedimentos, na camada de 0 a 20 cm, bem como nas folhas de soja foram os metais pesados Cromo, Chumbo, Cádmio e Níquel. As análises químicas seguiram a metodologia descrita pela EMBRAPA, 1997.

De acordo com as amostras de solo coletadas na estrada que margeia a área cultivada foi possível identificar a presença de teores de Cr, Pb e Cd, no entanto não foi identificada a presença do elemento Ni. Para os elementos encontrados no solo o Cádmio apresenta teor de  $0,21 \text{ mg kg}^{-1}$  na camada de 0-10 cm na amostra de solo coletada no centro da estrada. O elemento Chumbo na camada de 0-10 cm na estrada apresentou teor superior à amostra retirada a 200 metros da estrada. Kabata-Pendias e Mukherjee (2007) concluíram que a emissão de tratores e a deposição atmosférica são responsáveis pelo acúmulo de 0,13 e 12 gramas de Chumbo por hectare ano, respectivamente. No Brasil a Anvisa estabelece através do Anexo 55871-65 os limites máximos toleráveis de metais pesados em alimentos sendo  $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$  para Cd;  $8,0 \text{ mg kg}^{-1}$  para Pb;  $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$  para Cr e  $5,0 \text{ mg kg}^{-1}$  para Ni.

Nas folhas de soja foram encontrados os valores de  $2,3 \text{ mg kg}^{-1}$  para Pb em T5 e  $1,4 \text{ mg kg}^{-1}$  em T6. Para T7 e T8 os valores tenderam a zero indicando uma maior absorção do elemento pelas plantas localizadas mais próximas à via.

Para as amostras de solo coletadas na propriedade rural os teores indicados de todos os elementos estiveram abaixo do nível encontrado no centro da estrada ficando em média abaixo de  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ . Os valores para Cr encontrados nas folhas de soja foram de  $0,4 \text{ mg kg}^{-1}$  (T5),  $0,01 \text{ mg kg}^{-1}$  (T6),  $0,03 \text{ mg kg}^{-1}$  (T7) e  $0,0 \text{ mg kg}^{-1}$  em T8. O Cd teve valores de  $0,58 \text{ mg kg}^{-1}$  (T5),  $0,32 \text{ mg kg}^{-1}$  (T6),  $0,01 \text{ mg kg}^{-1}$  (T7)  $0,0 \text{ mg kg}^{-1}$  em T8.

O elemento Cr foi o único que apresentou valor superior ( $0,4 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ao limite estabelecido pela Anvisa que é de  $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ . No entanto por se tratar de folhas de soja, a não ser que esta seja fornecida como alimentação animal este elemento não apresenta risco à saúde humana nesse caso. Como não foram estimados os níveis de metais pesados nos grãos de soja não foi possível identificar a absorção e translocação desses elementos para o grão.

Recomenda-se a realização outros trabalhos que possam revelar a contaminação de alimentos por metais pesados uma vez que a diferença de valores encontrados revela que a proximidade dos cultivos de estradas pode gerar o acúmulo desses elementos nas culturas.

## Referências

- BAESSO, D. P.; GONÇALVES, F. L. R., **Estradas rurais: técnicas adequadas de manutenção**. Florianópolis: DER, 2003. 204 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- KABATA-PENDIAS, A.; MUKHERJEE, A.B. **Trace elements from soil to human**. Berlin: Springer-Verlag. 2007. 550 p.
- LOUGH, G. C.; CHAUER, J. J.; PARK, J. S.; SHAFER, S. M.; DEMINTER, J; WEINSTEIN, J. Emissions of metals associated with motor vehicle roadway, **Environment Science Technology**. v. 39, n. 3, p. 826-836, 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

## USO DE CINZA DE OLARIA E COMPOSTO ORGÂNICO DE MACRÓFITA AQUÁTICA NA RECUPERAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS

Hiara Ruth da Silva Câmara Gaudêncio, Elís Regina Costa de Moraes, Henrique Campos Nogueira, Maria Valdete da Costa

Universidade Federal do Semi-Árido, Gestora Ambiental, Mossoró - RN, [elisregina@ufersa.edu.br](mailto:elisregina@ufersa.edu.br).

**Palavras-chave:** recuperação de áreas degradadas; remediação do solo; bioma caatinga.

A intensificação da atividade humana para fins econômicos sem o devido manejo tem ocasionado impactos ambientais cada vez mais significativos, como, por exemplo, a supressão vegetal e consequente empobrecimento do solo. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), através de um estudo realizado pelo Projeto de Avaliação Mundial da Degradação do Solo, concluiu que 15 % do solo do planeta encontra-se degradado (TAVARES et al., 2008).

Porém, diversas são as técnicas utilizadas para se reestabelecer as condições de equilíbrio e sustentabilidade num determinado ambiente. Malavolta et al. (1989) e Calgaro (2008), por exemplo, afirmam que a incorporação do composto orgânico proveniente de macrófita aquática (*Eichhornia crassipes*) vem se mostrando, por meio de alguns estudos sobre suas propriedades e utilizações, como um recurso eficiente na fertilização do solo, na despoluição de corpos d'água, entre outras destinações.

Da mesma forma, a cinza apresenta-se como uma alternativa viável na fertilização de solos degradados. Estudos apontam que a queima de lenha utilizada nas indústrias dos mais diversos setores tem disponibilizado a cinza de seus fornos para pesquisas, visando dar a este resíduo uma nova destinação, que não seja seu lançamento ao solo ou em corpos d'água sem qualquer tratamento, aumentando os níveis de contaminação onde estão situadas essas indústrias (MAEDA; SILVA; MAGALHÃES, 2007; BONFIM-SILVA et al., 2013).

Nesse sentido, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o uso de cinza de olaria e composto orgânico de macrófita aquática na recuperação de solos degradados.

Assim, o experimento foi conduzido em casa de vegetação com delineamento experimental em esquema fatorial de 5 x 5, sendo cinco doses do composto de aguapé e cinco doses de cinza com três repetições, onde o volume de solo correspondeu a 2 dm<sup>3</sup> e as doses de cinza corresponderam à 0, 1, 3, 5 e 10 % do volume de cada vaso e às de composto de aguapé à 0, 5, 10, 20 e 30 %. Após a mistura da composição solo, composto e cinza equivalente a cada tratamento, esta foi colocada em vasos plásticos, incubados 20 dias e em seguida realizado o transplântio das mudas de Jucá (*Libidibia ferrea*). Por ocasião da coleta, após 60 dias, as plantas foram cortadas ao nível do solo, secas em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C até peso constante, pesadas, trituradas em moinho para obtenção da matéria seca da parte aérea (MSPA) e posteriormente foram mineralizadas por digestão nítrica. Nos extratos foram determinados os teores totais de Fe, Zn, Mn, Cu, Cd e Pb. Após a retirada das plantas, o solo de cada vaso foi seco ao ar, homogeneizado e uma amostra foi retirada, para realização das análises de Fe, Zn, Mn, Cu, Cd e Pb.

A pesquisa permitiu que fossem alcançados os seguintes resultados:

O aguapé (*Eichhornia crassipes*) presente na água do rio Apodi-Mossoró no trecho urbano de Mossoró apresentou teores significativos de Fe, Zn, Mn, Cu e Pb, especialmente em suas raízes.

Porém, quando foi produzido o composto, esses teores diminuíram significativamente. As cinzas apresentaram concentrações expressivas principalmente de Fe e Pb, além de um pH bastante elevado (de 12,85). O solo coletado em área de jazida apresentou baixos teores de metais e um pH de 6,2. Porém, com a incorporação das doses crescentes de cinza e composto, equivalente a cada tratamento, o pH desse solo sofreu um aumento, chegando a 10,3 na dose máxima de cinza. A matéria seca das plantas de Jucá (*Libidibia ferrea*), bem como os teores de Fe, Mn e Cu, com o aumento das doses de cinza, foram decrescentes em virtude do aumento do pH do solo. Por esse motivo também, a partir da terceira dose de cinza (3 %), as plantas começaram a apresentar taxas de mortalidade mais altas.

De maneira geral, percebeu-se que a adição das doses de cinza e o composto contribuíram para o aumento do pH do solo, fato este que pode viabilizar sua utilização como corretivo para solos ácidos. Além disso, a pesquisa permitiu inferir que o aumento do pH influenciou diretamente na absorção dos metais pesados pelas plantas, bem como no crescimento das mesmas.

## Referências

- BONFIM-SILVA, E. M. et al. Cinza vegetal: características produtivas e teor de clorofila do capim-marandu. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1215-1225, set./out. 2013. Disponível em: < [www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/download/.../13015](http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/download/.../13015) > . Acesso em: 25 ago. 2014.
- CALGARO, H. F. et al. Resíduos orgânicos como condicionante de subsolo degradado e efeitos na atividade microbiana e fertilidade em cultivo de Barbatimão. **R. Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1069-1079, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v32n6/a12v32n6.pdf> > . Acesso em: 18 set. 2014.
- MAEDA, S.; SILVA, H. D.; MAGALHÃES, W. L. E. **Caracterização química de cinza de biomassa vegetal e respostas à sua aplicação em Latossolo e Cambissolo de Pirai do Sul, PR**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/314054/1/Doc155.pdf> > . Acesso em 22 ago. 2014.
- MALAVOLTA, E. et al. Sobre a composição mineral do aguapé (*Eichhornia crassipes*). **An. Esalq.**, v. 46, pt. 1, p. 155-162, 1989. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/aesalq/v46n1/11.pdf> > . Acesso em: 20 ago. 2014.
- TAVARES, S. R. de L. et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecim

## ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS ARBÓREAS EM UMA ÁREA RESTAURADA EM MUNDO NOVO - MS

Selene Cristina de Pierri Castilho<sup>1</sup>, Rosângela Gonçalves Vitro<sup>1</sup>, Jean Sérgio Rosset<sup>1</sup>,  
Leandro Marciano Marra<sup>1</sup>, José Aparecido Teodoro de Menezes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Professora, Mundo Novo - MS, [selenecastilho@uems.br](mailto:selenecastilho@uems.br);

<sup>2</sup>Departamento de Meio Ambiente

**Palavras-chave:** reflorestamento; espécies florestais; monitoramento.

O Bioma Mata Atlântica é predominante na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul e atualmente apresenta ritmo acelerado de degradação. Estima-se que possua somente 12 % de sua cobertura original (RIBEIRO et al., 2009). O elevado estado de degradação e sua importância para preservação das espécies evidenciam necessidade de ações de preservação e restauração de áreas degradadas (MARTINS, 2013).

A escolha correta das espécies a serem utilizadas em plantios de reflorestamento é imprescindível para o adequado reestabelecimento da vegetação, devendo ser priorizadas espécies nativas do Bioma e, preferencialmente, espécies regionais.

O monitoramento e avaliação do crescimento das mudas pós-plantio é fundamental para conhecer o comportamento das espécies e assim orientar os processos de produção de mudas a serem utilizadas em projetos de restauração de áreas degradadas. Desta forma, o presente estudo tem por objetivo realizar a avaliação do crescimento de espécies florestais nativas implantadas em uma área de restauração no sul de Mato Grosso do Sul, com o objetivo de contribuir para o conhecimento acerca do desenvolvimento em campo das espécies florestais produzidas pelo viveiro municipal.

O estudo foi conduzido na área de reserva legal comunitária do assentamento “Pedro Ramalho”, localizado no município de Mundo Novo - MS, 473 km da capital Campo Grande (IBGE, 2015). O município apresenta relevo plano, com predominância de Argissolos de textura arenosa/média e média/argilosa, pluviosidade entre 1400 e 1700 mm anuais, temperaturas médias dos meses mais frios em torno de 15 °C e vegetação classificada como Floresta Estacional (SEMADE, 2011).

A reserva legal apresentava indícios de degradação em decorrência de um plantio de mandioca nas proximidades da rodovia BR 163. Com o intuito de recuperar essa área a prefeitura municipal, através do Departamento de Meio Ambiente e em parceria com a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), realizou, no dia 22 de outubro de 2015 uma ação para restauração florestal através da implantação de 300 mudas de espécies nativas da região como o açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.), guajuvira (*Patagonula americana* (L)), ingá (*Inga uruguensis* Hook & Arn.) e sangra-d'água (*Croton urucurana* Baill).

O plantio foi realizado em linha, com espaçamento 3 x 3 m e aplicação de calcário e supersimples nas covas no momento do plantio. A área não contou com preparo de solo e retirada da vegetação rasteira, visando à redução do processo erosivo. Após o plantio não houve irrigação, controle de formigas ou das espécies invasoras.

Para o monitoramento do desenvolvimento pós-plantio foram selecionadas 80 mudas de acordo com a acessibilidade à área, visto que a vegetação rasteira ocupou rapidamente a área impedindo o acesso a alguns locais.



As medições iniciaram 47 dias após o plantio e foram realizadas trimestralmente de dezembro de 2015 a junho de 2016. Para o acompanhamento do crescimento das espécies foram mensurados diâmetro do colo (D) e altura (H) e calculada a taxa de crescimento em altura e diâmetro.

Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm para análise da composição química e granulométrica e a pluviosidade foi acompanhada diariamente em pluviômetro do tipo Ville de Paris.

A análise de solo indicou solo arenoso e com restrições ao crescimento radicular das plantas, principalmente em decorrência dos baixos valores de pH, P, K e Mg, além de apresentar acidez elevada.

Através do monitoramento das mudas foi possível observar elevada taxa de mortalidade, atingindo 48,75 % aos 90 dias e 56,25 % aos 180 dias. A elevada mortalidade pode ser atribuída a diversos fatores, dentre eles solo arenoso e Distrófico, elevada competição com invasoras e elevada pluviosidade, visto que para o período analisado, contabilizou-se 2.252 mm, sendo 1526 mm registrados nos meses de dezembro a fevereiro.

Para a última linha de plantio, localizada próxima à nascente, observou-se mortalidade de 100 % das mudas, provavelmente em decorrência da umidade elevada, visto que o solo apresentou características de hidromorfismo, representada pela coloração acinzentada do solo nos primeiros 20 cm de profundidade.

Apesar das condições de baixa fertilidade, competição com invasoras e umidade elevada, algumas espécies apresentaram desenvolvimento satisfatório em campo, destacando-se com relação a outras. As mudas de *Luehea divaricata*, *Inga uruguensis* e *Croton urucurana* apresentaram maior incremento de altura ao longo dos 180 dias de monitoramento, o que pode ser explicado por serem espécies pioneiras, de crescimento rápido e tolerantes à umidade (BERTOLINI, 2009).

A *Patagonula americana*, apesar de ser considerada típica da região, apresentou reduzido incremento em altura, principalmente por sua característica ecológica e condições do solo. A referida espécie é considerada secundária tardia, de crescimento lento, pouco tolerante à insolação direta e possui preferência por solos pouco úmidos e de boa fertilidade (CARVALHO, 2004), condições opostas ao encontrado na região de plantio.

O mesmo padrão de comportamento observado para incremento em altura foi observado para o incremento em diâmetro do caule, sendo os maiores valores observados para *Luehea divaricata*, *Inga uruguensis*, e *Croton urucurana* e os menores valores observados para *Patagonula americana*.

Desta forma, conclui-se que as espécies de maior adaptabilidade às condições de clima e solo encontradas na região foram *Luehea divaricata*, *Inga uruguensis*, e *Croton urucurana*, visto que são espécies comuns nas áreas abandonadas da região, indicando que sobrevivem em condições bastante adversas do ambiente. Já a *Patagonula americana*, não apresentou desenvolvimento adequado, com taxa de incremento de 0,05 cm dia<sup>-1</sup>, comportamento devido à baixa tolerância aos ambientes úmidos e de baixa fertilidade (CARVALHO, 2004).

Assim sendo, recomenda-se ao viveiro municipal que, ao realizar plantio em áreas degradadas, priorize espécies como a *Luehea divaricata*, *Inga uruguensis*, e *Croton urucurana* para os períodos iniciais do plantio, visto que adaptaram-se muito bem às condições adversas do local, com crescimento tanto em altura quanto em diâmetro do colo.

Quanto às espécies de enriquecimento ou diversidade recomenda-se que, para as condições citadas neste trabalho não seja utilizada a espécie *Patagonula americana*, devendo esta ser utilizada em áreas com menor umidade.

Cabe ressaltar que o presente estudo ainda encontra-se em processo de condução. Ademais, recomenda-se que mais estudos sejam conduzidos para avaliação sobre o desenvolvimento de espécies não pioneiras na região para enriquecimento das áreas restauradas.

## Referências

- BERTOLINI, I.C.; KREFTA, S.M. PEREIRA, P.H.; SALLA, V.P.; BRUN, E.J. Crescimento inicial em altura de 16 espécies florestais nativas plantadas na região sudoeste do Paraná. In: **IV CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE**, 4, 2012, Curitiba. Anais...Curitiba, 2012.
- CARVALHO, P.E.R. **Circular Técnica: Guajuvira**. Embrapa, Colombo, 2004.
- IBGE, 2015. **Cidades**. IBGE. Brasília, 2016. Disponível em < <http://cod.ibge.gov.br/K8T>> . Acesso em 28 de julho de 2016.
- MARTINS, S.V. Recuperação de áreas degradadas: como recuperar áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e áreas de mineração. **Aprenda Fácil**, Viçosa. 2013.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, n.142, p.1141-1153, 2009.
- SEMADE, 2011. **Caderno Geoambiental – Região Cone-Sul**. Campo Grande, 2015. Disponível em < <http://www.semade.ms.gov.br/caderno-geoambiental/>> . Acesso em 20 de julho de 2016.

## TENDÊNCIA DE ACÚMULO DE CARBONO NO SOLO EM DIFERENTES ÁREAS DE USO DA TERRA - FAXINAL ANTA GORDA - PR

Ane Caroline Carrilho<sup>1</sup>, Adalberto Alves Pereira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste, Geógrafa, Mestranda, Guarapuava - PR, [anecarrilho@gmail.com](mailto:anecarrilho@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa.

**Palavras-chave:** carbono orgânico; recuperação; faxinais.

Os faxinais na região Centro-sul do Paraná são remanescentes de um modo de vida tradicional com aspectos culturais particulares. Esse modo de vida faxinalense se desenvolve a partir de atividades agrossilvopastoris. O Sistema Faxinal tem por característica o cercamento, onde se estabelecem as relações do criadouro comum, os animais são criados a solta. A criação de animais tem por base bovinos, suínos, caprinos, equinos e aves. Quanto à produção agrícola, policultura alimentar de subsistência familiar (CHANG, 1988).

O presente trabalho está sendo realizado no Faxinal Anta Gorda- PR teve como objetivo analisar as estimativas no processo de estocagem de carbono nas cinco classes de uso da terra, sendo compreendidas por: Pastagem, Sub-bosque, Bosque, Mata de Araucária, Mata Secundária. O procedimento escolhido foi através do estudo de Carbono Orgânico no Solo (COS). Como aplicabilidade o estudo de Carbono Orgânico total (COT). Como foco, analisar a interação da presença do carbono no solo relacionada as formas de uso no Faxinal e no processo de recuperação e níveis de aporte de deposição da serapilheira nas classes.

A atividade intensa dos animais pode alterar a paisagem devido ao pastoreio e pisoteio. Outro fator é através da pastagem, os animais comem plantas e sementes que afetam a floresta quanto ao processo de regeneração da flora.

Sua formação espacial resulta na configuração de paisagens que integram em diferentes níveis de sustentabilidade socioambiental o ecossistema Floresta com Araucárias, pequenas comunidades de agricultores tradicionais que utilizam os recursos em regime desapropriação comunitária (FLORIANI et al., 2011).

Quanto as formas de uso ocorrentes em um Sistema Faxinal ocorrem da seguinte forma, inicialmente a área é desmatada para cultivo de culturais anuais. Através do esgotamento a área é “abandonada” onde o processo de regeneração ocorre de forma natural. Onde este processo passa pelos estágios de Capoeira e após através da estabilização atinge o estágio de vegetação clímax (GONÇALVES et al., 2014), no caso do Faxinal Anta Gorda nas áreas de transição de Mata de Araucária com Secundária.

O uso do solo em um Sistema Faxinal é comumente menos intensivo do que em propriedades convencionais, onde procura-se manter parcelas significativas de Mata Nativa. Sendo assim os Faxinas zonas de suma importância para a preservação do ecossistema e manutenção dos recursos naturais neste caso, solo- floresta. (NIEDZIELSKI, MORO, 2011).

Atualmente o uso dentro de comunidades tradicionais está de forma mais intensa, alterando a paisagem sob a ótica da sustentabilidade do Sistema Faxinal. O estudo de carbono cabe no entendimento da qualidade do solo para fins de planejamento e práticas técnicas a serem realizadas, quanto aos índices de degradação em Faxinais (GONÇALVES et al., 2014).

O Faxinal Paraná Anta Gorda, está localizado a 17 km da área urbana do Município de Prudentópolis- PR. Sua área total apresenta 1.289 ha, sendo 726 ha para fins do criadouro comum. Onde atualmente residem 50 famílias no Faxinal.

O Município de Prudentópolis possui nove Faxinais que apresentam as características originais de formação em 1997, dentre eles, o Faxinal Paraná Anta Gorda. Através do Decreto Estadual 3446/97 tornou-se uma Área Especial de Uso Regulamentado (PARANÁ, 1997).

Quanto as amostragens e tratamentos até o presente momento foram coletadas amostras nas áreas de Pastagem, Sub- bosque e Mata de Araucária.

A serapilheira estocada e do resíduo adicionado nas classes de uso foram realizadas por meio de um quadrante de PVC com 100 cm<sup>2</sup>. Onde, o quadro foi lançado de forma aleatória dentro da parcela matriz de 20 x 50. Sendo este o ponto de partida para a etapa de coleta de amostras para determinação do Carbono orgânico Total (COT).

Para isso a metodologia teve como base o Protocolo para quantificação dos estoques de carbono no solo da Rede de Pesquisa Pecuária desenvolvido pela Embrapa Pecuária Sudeste, em que através das extremidades determinantes traçam-se com o uso da trena até o extremo da parcela matriz (20 x 50) medições em 7,5 m a cada fração com o uso do Trado holandês inicia o processo de retirada das sub-amostras nas profundidades de: 0-10 10-20 20-40- 40-60 totalizando 4 sub- amostras para constituir uma amostra composta. A cada extração através da profundidade estabelecida o solo foi acondicionado em seu balde específico. Método realizado em cada eixo de extremidade da parcela, nas áreas de uso do Faxinal Anta Gorda. Posteriormente encaminhadas para o laboratório para as análises químicas do solo.

A pesquisa segue em andamento onde apresenta resultados parciais das áreas já então coletadas. Através dos dados do percentual de carbono foram realizadas as médias dos índices de carbono estocado no solo nas áreas de Pastagem nas profundidades de 0-10 (20,96 g dm<sup>-3</sup>) 10-20 (19,49 g dm<sup>-3</sup>) 20-40 (15,06 g dm<sup>-3</sup>) 40-60 (9,89 g dm<sup>-3</sup>), Sub-bosque 0-10 (22,02 g dm<sup>-3</sup>) 10-20 (20,57 g dm<sup>-3</sup>) 20-40 (14,92 g dm<sup>-3</sup>) 40-60 (13,20 g dm<sup>-3</sup>) e Mata de Araucária 0-10 (24,09 g dm<sup>-3</sup>) 10-20 (22,70 g dm<sup>-3</sup>) 20-40 (19,25 g dm<sup>-3</sup>) 40-60 (16,30 g dm<sup>-3</sup>). Os valores mostram os percentuais dentro da normalidade, em destaque a área de Mata de Araucária que difere os valores das demais áreas através da interação e deposição da serapilheira e aporte florestal. Também os altos índices de alumínio e acidez, sendo esta uma característica comum em ambientes de vegetação nativa. Neste sentido conclui-se em um primeiro momento que a realidade no Faxinal Anta Gorda difere de outros Faxinais na região, o uso não está afetando intensamente as classes de vegetação secundária. Em um primeiro momento na classe pastagem com maiores índices de compactação e acidez; o que nos faz pensar que os animais não adensaram as áreas florestais, ocorrendo um processo de crescimento natural da floresta com atividade de baixo impacto no território.

## Referências

CHANG, M.Y. **Sistema Faxinal**: uma forma de organização camponesa em desagregação no Centro Sul do Paraná. Londrina: IAPAR, 1988.

FLORIANI, N. et al. Modelos híbridos de agricultura em um faxinal paranaense: confluência de imaginários e de saberes sobre paisagens. **Geografia**, Rio Claro, v. 36, p. 221-236, 2011.

GONÇALVES, D. R. P. et al. Tendências de acúmulo de carbono observadas em diferentes sistemas de solo em uma comunidade faxinal. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, n. 9, p. 1-5, 2014.

NIEDZIELSKI, C; MORO; R, S. Arboreous vegetation of faxinal Sete Saltos de Baixo, Ponta Grossa, PR. In: **Primeiro Simpósio de Pesquisadores de Faxinais**: estado da Arte e Perspectivas. Ponta Grossa, 14 e 15 de julho de 2011.

PARANÁ. **Decreto n. 3.44614** de agosto de 1997. Dispõe sobre as ARESUR – Áreas Especiais de Uso Regulamentado. Diário Oficial do Paraná, Curitiba, 1997.

## ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE: UMA QUESTÃO DE REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL RURAL E MUNICIPAL

Gabriela Ferracini de Pina<sup>1</sup>, Teresa Cristina Tarlé Pissarra<sup>1</sup>, Carlos Alberto Valera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista, Mestranda, Jaboticabal - SP, [gabifpina@yahoo.com.br](mailto:gabifpina@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Coordenadoria Regional das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente.

**Palavras-chave:** políticas públicas; mapeamento; política de uso do solo.

A regularização ambiental é um procedimento que deve ser realizado pelas pessoas físicas e jurídicas no início da atividade agrícola ou pecuária no intuito de planejar a utilização dos recursos naturais.

O processo é uma exigência da legislação ambiental, além de ser uma medida de controle para permitir a adequação da atividade a fim de preservar o meio ambiente. É instituído, no âmbito do Estado de São Paulo, programas de regularização ambiental das propriedades rurais, com o objetivo de adequar e promover a regularização ambiental nos termos do Capítulo XIII da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Nesses programas, as florestas desempenham papéis importantes nas dimensões ambientais, sociais e econômicas. Segundo Lima et al. (2013), Milne et al. (2015), Norder et al. (2015), as matas são áreas que controlam o ciclo hidrológico local, favorecendo a absorção de água da chuva pelo solo, diminuindo o escoamento superficial e aumentando o armazenamento de água no sistema. Além disso, as florestas direcionam a circulação dos ventos; participam da manutenção da ciclagem de nutrientes e provê abrigo para a biodiversidade faunística e florística.

O objetivo do trabalho foi delimitar as Áreas de Preservação Permanente (APP) de um município, no intuito de propor uma adequação ambiental para os produtores rurais, com vistas à política pública de desenvolvimento, que orientam ações que normalmente envolvem aplicações de recursos públicos, para a implantação de restauração ecológica municipal.

O município selecionado foi o de Sertãozinho, localizado na porção Centro-Norte do Estado de São Paulo, no Planalto Ocidental Paulista, tendo como referência as coordenadas geográficas 21° 08' 16" Latitude Sul e 47° 59' 25" Longitude Oeste de Greenwich. Apresenta área territorial de aproximadamente 403,89 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw- tropical úmido e seco. A temperatura média anual na região é de 22,8 °C, a precipitação média anual está ao redor de 1.588,5 mm. O relevo apresenta-se em grande extensão como suave-ondulado e ondulado, com altitude variando de 310 m a 610 m. Em relação ao bioma, tem o Cerrado como predominância de cobertura vegetal (IBGE, 2010). Com o avanço da cultura de cana de açúcar, a produção de leite e laticínios e principalmente pelo grande polo industrial que é, houve excessivo desmatamento, restando poucas reservas de mata nativa.

Para as delimitações das APPs ao longo dos cursos d'água (30 metros) e das nascentes (50 metros) utilizou-se a metodologia proposta por Peluzio et al. (2010).

A rede de drenagem foi vetorizada no programa *Google Earth* e exportada para o programa *ArcGIS*. No mapa base, os pontos das nascentes foram demarcados utilizando a ferramenta *ArcToolBox – Data Management Tools – Generalization – Dissolve*. Em seguida, foi realizada uma análise de proximidade, com a geração do *buffer* na ferramenta *ArcToolBox – Analysis Tools – Proximity – Buffer*. Para finalizar,

foram criados os campos de área e perímetro, na tabela de atributos, responsável pelo cálculo dessas variáveis. Todo o processo de desenvolvimento da metodologia no *software* foi realizado em menos de um mês, utilizando-se imagens de satélite gratuitas e sem a necessidade de saída de campo, o que seria dispendioso para um projeto desse porte.

As Áreas de Preservação Permanente - APP totalizam 17,89 km<sup>2</sup> o que representa aproximadamente 4,43 % da área do município. Os cursos d'água se responsabilizam por 17,32 km<sup>2</sup>, enquanto que as nascentes, por 0,57 km<sup>2</sup>. Esses resultados identificam parte das APPs do município e devem ser incorporados nos processos administrativos, na forma de políticas públicas para aplicar a legislação ambiental pertinente e administrar os objetivos primários na implantação de restauração ecológica nas propriedades rurais. Como a metodologia apresentou resultado positivo por ser prática, rápida, de baixo custo e relativamente fácil para desenvolver o mapeamento das APPs ao longo dos cursos d'água e de das nascentes, recomenda-se a criação, nas prefeituras municipais do Estado de São Paulo, de um setor para auxiliar os produtores rurais na restauração ambiental e no conhecimento da localização das propriedades nas bacias hidrográficas municipais.

## Referências

BRASIL, Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Código Florestal Brasileiro**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 02 de agosto de 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Populacional. 2010**. Disponível em: < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) > . Acesso em: 18 de out. 2015

LIMA, W. P.; LAPROVITERA, R.; FERRAZ, S. F. B.; RODRIGUES, C. B.; SILVA, M. M. Forest plantations and water consumption: a strategy for hydrosolidarity. **International Journal of Forestry Research**, New York, 2012. Disponível em: . Acesso em: 15 jun. 2015.

NORDER, L. A.; URSI, M. V.; JÚNIOR, A. O. M.; RODRIGUES, D. D. Percepção social sobre florestas nativas e restauração ecológica em assentamentos rurais no Pontal do Paranapanema e no Norte do Paraná. Campo-território: **Revista de Geografia Agrária**, v. 10, n. 20, p. 538-557, jul., 2015.

MILNE, E.; BANWART, S.A.; NOELLEMAYER, E.; ABSON, D.J.; BALLABIO, C.; BAMPA, F.; BATIONO, A.; BATJES, N.H.; BERNOUX, M.; BHATTACHARYYA, T.; BLACK, H. Soil carbon, multiple benefits. **Environmental Development**, n. 13, pp.33-38, 2015.

PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, A. R.; FIEDLER, N. C. **Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no ArcGIS 9.3**. 2010. Disponível em: <http://www.mundogeomatica.com.br/>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2016.



## TESTES BIOLÓGICOS DA DISPONIBILIDADE DE CHUMBO: GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO

Camila Roberta Javorski Ueno, Fernanda Brunetta Godinho, Alessandro de Lucca Braccini,  
Ivan Granemann de Souza Junior, Antonio Carlos Saraiva da Costa

Universidade Estadual de Maringá, Doutoranda, Maringá - PR, [crjueno@gmail.com](mailto:crjueno@gmail.com).

**Palavras-chave:** biochar; bonechar; germinação.

Os solos agrícolas têm sofrido o impacto da atividade antrópica que adiciona resíduos urbanos, industriais e mesmo agrícolas que podem conter metais pesados. Dentre os metais pesados que possam ocorrer em solo devido ao impacto da exploração de minas é o chumbo. Este cátion metálico possui forte interação com a fração orgânica do solo e com o teor de óxidos de ferro podendo ser adsorvido ou coprecipitado, respectivamente. Recentemente, a aplicação de chars ao solo tem sido uma técnica de remediação em áreas contaminadas além da fixação de carbono aos solos. Esses chars quando formados pela pirólise de tecidos vegetais são denominados de biochar. Quando a pirólise é efetuado em ossos de animais a pirólise produz bonechars. Efeitos negativos da contaminação do solo e das plantas por chumbo podem ser observados nas plantas em função da redução do desenvolvimento radicular e da parte aérea, sendo que pode afetar a germinação de sementes ou até mesmo causar a inibição da germinação.

Tendo em vista que o biochar e o bonechar podem remover o chumbo em solução, favorecendo o desenvolvimento de sementes de milho em testes de germinação, buscou-se avaliar a dose de chumbo que impede o desenvolvimento normal de 100 % das plântulas de milho (DL), causando desenvolvimento de plântulas anormais ou morte das sementes. Também se buscou avaliar a capacidade do biochar e do bonechar em permitir o desenvolvimento de 50 % de plântulas normais (DS50) em meio contaminado com chumbo na dose letal (DL), isto é, letal para 100 % das plântulas. O primeiro teste determinou a dose de Pb que causa a mortalidade de 100 % das sementes de milho (DL) utilizando-se de papel de germinação embebido em soluções com diferentes concentrações de Pb (0, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 3000 e 5000 ppm). As sementes de milho foram dispostas no papel de germinação e foram confeccionados rolos que foram levados para um germinador do tipo "Mangelsdorf" à temperatura constante de 25 °C e umidade de 100 %. Após 7 dias realizou-se a contagem do número de plântulas normais, anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009).

A dose de chumbo que impede o desenvolvimento normal de 100 % das plântulas de milho (DL) obtida no primeiro teste foi utilizada no segundo teste, que buscou determinar a dose de biochar e bonechar que permite a sobrevivência de 50 % das sementes de milho (DS50) na dose letal de Pb, onde foram realizados tratamentos com 0, 4, 8, 12 e 16 g de biochar e 0, 0,25, 0,50, 1, 2, 4, 8, 12 e 16 g de bonechar. O teste foi realizado seguindo os mesmos procedimentos do primeiro teste, sendo que o biochar e o bonechar foram distribuídos sobre a superfície dos papéis de germinação após a disposição das sementes de milho e antes da confecção dos rolos (BRASIL, 2009).

O primeiro teste de germinação encontrou para 0 ppm de Pb 94 % de plântulas normais, 2,5 % de anormais, 3,5 % de mortas; para 25 ppm de Pb 90 % de plântulas normais, 6,5 % de anormais, 3,5 % de mortas; para 50 ppm de Pb 94,75 % de plântulas normais, 3,0 % de anormais, 2,25 % de mortas; para 100 ppm de Pb 93 % de plântulas normais, 3,5 % de anormais, 3,5 % de mortas; para 250 ppm

de Pb 56,5 % de plântulas normais, 38 % de anormais, 5,5 % de mortas; para 500 ppm de Pb 4 % de plântulas normais, 93 % de anormais, 3,0 % de mortas; para 1000 ppm de Pb 0 % de plântulas normais, 96,5 % de anormais, 3,5 % de mortas; para 2000 ppm de Pb 0 % de plântulas normais, 98,75 % de anormais, 1,25 % de mortas; para 3000 ppm de Pb 0 % de plântulas normais, 98,25 % de anormais, 1,75 % de mortas; para 5000 ppm de Pb 0 % de plântulas normais, 97,25 % de anormais, 2,75 % de mortas. Portanto, doses acima de 1.000 ppm de Pb impediam o desenvolvimento normal das plântulas, resultando em 100 % de plântulas anormais e sementes mortas.

A permeabilidade das sementes ametais pesados, dentre eles o Pb, apresenta alta relação com a estrutura do tegumento (WIERZBICKA; OBIDZIŃSKA, 1998). Sendo assim, a germinação é mais afetada quando concentrações mais elevadas do metal pesado são fornecidas, já que o pericarpo e o tegumento da semente conseguem fornecer proteção restringindo a entrada de Pb em menores concentrações. O Pb tende a se acumular mais no embrião da semente de milho do que no endosperma (LING et al., 2014) causando problemas na emissão dos brotos e raízes, podendo ainda causar a condensação da cromatina nuclear e mitose celular anormal (EUN et al., 2000), inibindo o desenvolvimento embrionário no processo de germinação da semente.

Considerando que a partir da dose de 1.000 ppm de Pb não houve o desenvolvimento de 100 % das sementes ou plântulas e milho, optou-se pela dose 2000 ppm como a dose letal (DL) para o segundo teste.

O segundo teste de germinação, utilizando 2000 ppm de Pb em solução para embeber o papel de germinação, encontrou as seguintes porcentagens de plântulas normais, anormais e sementes mortas, respectivamente, para cada dose de char: 0 g de biochar: 0,0, 98,8, 1,20; 4 g de biochar: 25, 74,5, 0,50; 8 g de biochar: 48, 50,2, 1,8; 12 g de biochar: 49, 50, 2; 16 g de biochar: 75,5, 22,5, 2,00; 0 g de bonechar: 0,0, 98,8, 1,20; 0,25 g de bonechar: 1,4, 97,1, 1,5; 0,5 g de bonechar: 24,6, 72,9, 2,5; 1 g de bonechar: 55,3, 41,4, 3,3; 2 g de bonechar: 61,5, 35,2, 3,3; 4 g de bonechar: 84, 14, 2; 8 g de bonechar: 92,5, 5,3, 2,2; 12 g de bonechar: 75,8, 20,9, 3,3; 16 g de bonechar: 65, 32,5, 2,5.

É possível observar que no geral, os tratamentos responderam bem à aplicação de biochar, sendo que quanto maior a dose, melhor a porcentagem de plântulas normais. Através do modelo de equação linear abaixo (equação 1) encontrou-se a dose de 10,4 g de biochar para 50 sementes de milho como a que permite o desenvolvimento de 50 % das sementes como plantas normais:

$$y = 4,375x + 4,5 \quad (1)$$

Até 8 g de bonechar mostraram efeitos positivos na germinação de plântulas normais, porém doses mais elevadas causaram a redução nas porcentagens de plântulas normais em função da excessiva massa de char no meio. Através da equação abaixo (equação 2) obteve-se a dose de 2,13 g de bonechar para 50 sementes de milho como a que permite o desenvolvimento de 50 % das sementes como plântulas normais:

$$y = 15,657 + 18,21x - 0,9839x^2 \quad (2)$$

Portanto, pode-se concluir que doses acima de 1.000 ppm de Pb<sup>2+</sup> são prejudiciais à germinação de sementes de milho, causando 100 % de desenvolvimento anormal nas plântulas ou morte da semente. O uso de biochar e bonechar é eficiente na remediação do Pb em solução durante a germinação das sementes de milho, sendo que doses de biochar de 10,4 g / 50 sementes de milho e doses de bonechar de 2,13 g / 50 sementes de milho, na dose letal de 2000 ppm de Pb, permitiram o desenvolvimento de 50 % de plântulas normais.

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399p.

EUN S. O.; SHIK YOUN H.; LEE, Y. Lead disturbs microtubule organization in the root meristem of *Zea mays*. **Physiologia Plantarum**. n.110, p.357-365, 2000.

LING, J. S.; QIANG, L. L. A study on distribution and chemical speciation of lead in corn seed germination by synchrotron radiation X-ray fluorescence and absorption near edge structure spectrometry. **Chinese Journal of analytical chemistry**. n. 42, p.1447-1452, 2014.

WIERZBICKA, M.; OBIDZIŃSKA, J. The effect of lead on seed inhibition and germination in different plant species. **Plant Science**. n. 137, p. 155-171, 1998.

## CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E DISPONIBILIDADE DE CHUMBO ORIUNDO DE REJEITOS DE MINERAÇÃO

Rodolfo Figueiredo, Alini Taichi da Silva Machado, Ivan Granemann de Souza Junior,  
Antonio Carlos Saraiva da Costa

Universidade Estadual de Maringá, Doutorando, Maringá - PR, *rodolfo.agron@gmail.com*.

**Palavras-chave:** metal pesado; solo; contaminante.

O Brasil ocupa posição mundial expressiva na exploração e beneficiamento de uma gama de minerais metálicos, colocando-se seguramente entre os seis mais importantes países minerais do mundo. O estado do Paraná detém uma reserva de 99,1 mil toneladas de chumbo a ser explorada (SILVA; TEIXEIRA, 2010).

Os teores de metais pesados no solo são de origem litogênica ou a partir de uma série de contaminantes de origem antrópica. Inúmeras são as fontes potenciais de exposição humana a contaminação por chumbo, podendo ser de fontes industriais reconhecidas, até exposição inadvertida e negligentes (CAPITANI et al., 2009).

O solo por ser um recurso natural e vital para o funcionamento dos ecossistemas, a contaminação por metais pesados torna-se um problema, principalmente em países industrializados. Neste contexto, vários pesquisadores tem estudado a presença de diversos metais pesados no Vale do Ribeira, principalmente por Pb.

A atividade industrial da mineração de metais pesados na região de Adrianópolis – PR exerceu expressiva fonte de contaminação dos recursos naturais, dado que os metais pesados tendem a se acumular nos sistema natural, tornando-o ambiente inapropriado para atividades humanas. Neste sentido o estudo dos atributos químicos dos diferentes rejeitos oriundo do processo de extração mineral, depositado em diferentes ambientes influenciam a disponibilidade do Pb nas diferentes frações granulométricas. Assim o presente trabalho teve como objetivo caracterizar os atributos químicos do rejeito gerados pelo processo industrial de mineração depositado em diferentes ambientes.

Foram coletadas amostras de resíduos próximos a área de extração de chumbo localizada na região de Adrianópolis. Dentre os pontos coletados e estudados estão: o resíduo industrial, que apresenta pouca influência do ambiente (RI 137) e resíduo depositado em aterro e coberto por 20 cm de solo da região próximo a indústria (RI 152) Os resíduos foram separados em diferentes frações granulométricas, nos seguintes tamanhos de partículas: 2,00; 1,00; 0,50; 0,25; 0,12; 0,05 e < 0,05 mm. Para separação completa das frações, as mesmas foram lavadas e dispersas em água deionizadas, submetidas a dispersão ultrassônica e secas em estufa a 70 °C por 24 horas.

As amostras previamente preparadas foram submetidas a dois testes de solubilidade, com água deionizada e com extrator ácido Mehlich-1, para quantificar a fração solúvel e trocável, respectivamente. A quantificação dos teores totais de metais pesados presentes nos rejeitos foi obtida com ataque ácido, que constitui 1 grama de rejeito em 5 ml de solução ácida, denominada água régia (1 parte ácido nítrico e 3 partes de ácido clorídrico), aquecidas lentamente até a fervura por uma hora em bloco digestor. Após o resfriamento, os mesmos foram filtrados em papel filtro e os extratos armazenados. Dos extratos, foram determinados os teores de Pb em espectrofotômetro de adsorção atômica (EAA) modelo GBC 932 – AA.

Os teores totais de chumbo extraídos por ataque ácido e obtidos por EAA do resíduo industrial (RI 187) mostraram amplitude de 67.077 à 184.014 mg kg<sup>-1</sup> nas frações > 0,50 e > 0,125 mm, respectivamente, com média total entre as frações de 126.867 mg kg<sup>-1</sup>. A média dos teores de Pb das frações de maior granulometria (> 2,00; > 1,00; > 0,50 e > 0,25 mm) apresentou valor de 92.981 mg kg<sup>-1</sup> de Pb, já as frações que apresentam granulometria menores (> 0,12; > 0,05 e < 0,05 mm) mostrou valor mais elevado, com teor médio de 172.049 mg kg<sup>-1</sup> de Pb.

Os resíduos oriundo do aterro (RI 152) variaram os teores totais de Pb de 26.812 à 46.635 mg kg<sup>-1</sup> nas frações de > 1,00 e > 0,05 mm, respectivamente. Os teores das frações de maior granulometria apresentou valor de 42.168 mg kg<sup>-1</sup>. Já o teor total de Pb nas frações que apresentam menor granulometria apresentou valor de 25.477 mg kg<sup>-1</sup>.

Os dados destes trabalhos mostraram que o resíduo oriundo da atividade resultante da mineração apresenta alta concentração de Pb. Assim, dentre as diretrizes estipulado pela CETESB (2005), este ambiente não é apropriado a atividade humana, pois a concentração acima de 72 mg kg<sup>-1</sup> de Pb pode provocar alterações que prejudicam a qualidade do solo, em sustentar suas funções primárias, e também a qualidade da água subterrânea para consumo humano.

Para avaliar a disponibilidade de Pb presente nos rejeitos, depositados no meio ambiente e gerados pela ação antropogênica, e com isso poder utilizar alternativas de manejo e conservação de água e solo para amenizar os impactos gerados, foi realizado extração do metal solúvel (extração com água) e trocável (extraídos com solução ácida Mehlich-1) nos resíduos.

Os teores de Pb solúvel do rejeito RI 135 apresentou média de 36 mg kg<sup>-1</sup> de Pb, com amplitude de 15 à 62 mg kg<sup>-1</sup> para as frações > 0,50 e > 0,05 mm, respectivamente. Os teores médios das frações que apresenta maior (> 0,25 mm) e menor granulometria (> 0,125 mm) foram de 19 e 58 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Já os teores de chumbo solúvel do rejeito RI 152 mostrou-se menor, com valor médio de 14 mg kg<sup>-1</sup> e amplitude de 2 a 54 mg kg<sup>-1</sup> para as frações > 1,00 e < 0,053 mm, respectivamente.

Maiores teores solúveis de Pb, derivado do rejeito RI 135, foram encontrado nas frações que apresentam menor granulometria, com valor de 24 mg kg<sup>-1</sup> (< 0,250 mm), e valor de 6,88 mg kg<sup>-1</sup> nas frações com maior granulometria (> 0,250 mm). Em análise comparativa entre a fração solúvel com o teor total de Pb presente nas amostras, observou-se que esta fração disponível representa menos de 0,1 % do Pb total. A disponibilidade e mobilidade dos metais pesados presentes nos rejeitos são dependente das características mineralógicas origem da rocha e geoquímica no mineral explorado (IAVAZZO et al., 2012).

Maiores teores trocáveis (Mehlich-1) de chumbo foram encontrados em comparação a extração realizada com água. O rejeito RI 135 apresentou média de 2586 mg kg<sup>-1</sup> de Pb com amplitude de 652 à 10.904 mg kg<sup>-1</sup> para as frações > 1,00 e < 0,05 mm, respectivamente. A média de Pb presente nas frações mais grosseiras, do rejeito citado, foi de 957 mg kg<sup>-1</sup>, em contra partida as frações mais finas (< 0,250 mm) apresentaram valores mais elevados, com teor de 4757 mg kg<sup>-1</sup>. O rejeito oriundo do aterro (RI 152) apresentou teor médio disponível de 436 mg kg<sup>-1</sup>. As frações de granulometria maiores e menores apresentaram média de 373 e 519 mg kg<sup>-1</sup> de Pb, respectivamente. A média das frações de menores granulometria representam 2,04 % do chumbo total encontrado no rejeito e media total de todas as frações é de 1,24 %. Valores semelhante dos teores de chumbo total, trocável e solúvel foram encontrado por Kummer et al. (2011). Somando os teores de Pb solúvel com o trocável pode-se inferir que estes rejeitos e o aterro apresentam grande potencial como fonte de contaminação de solos e água da região.

## Referências

CAPITANI, E. M. de; PAOLIELLO, M. M. B.; ALMEIDA, G. R. Costa de. Fontes de exposição humana ao chumbo no Brasil. **Medicina**, Ribeirão Preto, n. 42, p.311-318, 2009.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solo e águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. 2005. Disponível em:

[http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/relatorios/tabela\\_valores\\_2005.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf)> . Acesso em: 20 out. 2015.

IARAZZO, P.; ADAMO, P.; BONI, M.; HILLIER, S.; ZAMPELLA, M. Mineralogy and chemical forms of lead and zinc in abandoned mine wastes and soils: An example from Morocco. **Journal Of Geochemical Exploration**, v. 113, p.56-67, 2012.

KUMMER, L.; MELO, V. F.; BARROS, Y. J.; AZEVEDO, J. C. R. Extrações sequenciais de chumbo e zinco em solos de área de mineração e metalurgia de metais pesados. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, n. 6, p.2005-2018, 2011.

SILVA, B. C. E. & TEIXEIRA, J. A. A. **Chumbo**. Departamento Nacional de Produção Mineral. 2010. Disponível em: < [sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=3981](http://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=3981) > Acessado em: 14 out. 2014.

## COL E NL DE AGREGADOS DE SOLO PÓS-MINERAÇÃO COM DIFERENTES ADUBAÇÕES E PLANTAS DE COBERTURA

Marllon Fialho de Castro<sup>1</sup>, Douglas Monteiro Cavalcante<sup>2</sup>, Teógenes Senna de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa, Graduando, Viçosa - MG, [marllon.castro@ufv.br](mailto:marllon.castro@ufv.br);

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco.

**Palavras-chave:** bauxita; recuperação de áreas degradadas; cafeicultura.

A manutenção de um bom nível dos atributos orgânicos pode ser condicionada ao aporte de resíduos orgânicos que os sistemas de manejo são capazes de introduzir ao solo.

O uso de plantas forrageiras nas entrelinhas do café pode ser uma boa alternativa para os produtores aumentarem a qualidade dos seus solos, pois, se bem manejadas, essas plantas têm um grande potencial de proteção do solo e produção de biomassa vegetal como fonte de matéria orgânica para a sua lavoura. A braquiária possui um abundante sistema radicular, podendo recondicionar a estrutura física do solo e fornecer material orgânico em profundidade, já o uso estilosantes, uma leguminosa forrageira, pode contribuir com a fixação simbiótica de nitrogênio para o cafeeiro.

A adoção de diferentes fontes de fertilizantes, sejam de origem orgânica ou mineral, pode proporcionar um desenvolvimento satisfatório da lavoura de café, além de contribuir para o crescimento das plantas das plantas forrageiras nas entrelinhas de cultivo. É de suma importância conhecer os efeitos da adução química, da adubação orgânica e da adubação química juntamente com a orgânica nos atributos orgânicos do solo.

Assim, o estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes tipos de adubação e plantas intercalares de cobertura do solo sobre os atributos orgânicos em agregados do solo de área em reabilitação após a extração de bauxita.

O trabalho foi realizado em condições de campo em propriedade localizada no município de São Sebastião da Vargem Alegre, na Zona da Mata de Minas Gerais, com coordenadas geográficas: 21° 01' 58,98" de latitude Sul e 42° 35' 02,18" de longitude Oeste, em área onde houve extração de bauxita.

O experimento foi instalado em delineamento em blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo os blocos experimentais alocados entre os terraços em nível. As parcelas possuíam tamanho 28 m x 14 m, as quais receberam os tratamentos com adubação de plantio: T – sem adubação; AC – adubação orgânica, sendo 50 t ha<sup>-1</sup> (base seca) de cama de aviário, 1/2 dose aplicada no sulco de plantio e 1/2 à lança na entrelinha; AQ – adubação química: 8 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. Também foram aplicados: 1,5 t ha<sup>-1</sup> de fosfato natural reativo Bayóvar no fundo do sulco e 0,70 t ha<sup>-1</sup> nas entrelinhas; e AC+AQ – adubação orgânica + adubação química.

No primeiro ano após a implantação dos cafeeiros foram feitas adubações de formação com adubos minerais nos tratamentos AC+AQ e AC na linha de plantio. A partir do segundo ano as adubações de produção dos cafeeiros foram realizadas debaixo da saia do cafeeiro utilizando fertilizante NPK 20-05-20 em doses similares (600 g planta<sup>-1</sup>) entre os tratamentos, exceto na testemunha sem adubação.

Cada parcela era formada por três subparcelas, medindo 14 m x 7 m, as quais receberam os tratamentos: SP – subparcela mantida sem plantas de cobertura; B – subparcela semeada com *Brachiaria brizantha*, cv. Piatã; E – subparcela com semeadura de estilosantes cultivar Campo Grande, que consiste numa mistura de sementes de duas espécies: 80 % de *Stylosanthes capitata* e 20 % de



*Stylosanthes macrocephala*. As plantas de cobertura, após seu estabelecimento inicial, foram cortadas a 10 – 20 cm de altura com roçadeira manual a intervalos médios de 60 dias e os resíduos da parte aérea foram dispostos debaixo das plantas de cafeeiro.

Amostras de solo da profundidade de 0-20 cm foram fracionadas, por via seca, nas classes de agregados: 4,75 – 2,00; 2,00 – 0,25 e 0,25 – 0,053 mm, obtendo três classes de agregados: macroagregados, mesoagregados e microagregados, respectivamente (JUNIOR et al., 2011). Essas amostras foram preservadas para a realização do fracionamento físico da matéria orgânica e determinação da curva de dispersão dos agregados. No entanto, subamostras de agregados foram trituras em almofariz e passadas em peneira de 0,250 mm para análise dos atributos orgânicos.

O C orgânico lábil (COL) foi determinado por oxidação em permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>) e quantificado por espectrofotometria (BLAIR et al., 1995), adaptado para solos tropicais por Shang e Tiessen (1997). Para a determinação do nitrogênio lábil (NL), conforme Sahrawat (1982), foram utilizados 10 mL do extrato utilizado para a determinação do COL, sendo submetido à digestão sulfúrica do método Kjeldahl, com alterações da quantidade de NaOH 10 mol L<sup>-1</sup>, no caso 25 mL adicionados previamente ao processo de destilação, assim como concentração 0,01 mol L<sup>-1</sup> do HCl.

Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA e comparados pelo teste de Tukey a 10 % de probabilidade utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). As comparações entre os sistemas de manejo e a mata nativa, foram realizadas por meio dos seus respectivos intervalos de confiança a 90 % de probabilidade.

De modo geral, não houve interação significativa ( $p > 0,1$ ) entre os tipos de adubação e cobertura do solo sobre os atributos orgânicos nas classes de agregados avaliadas, permitindo a discussão somente dos efeitos principais dos tratamentos. Os atributos avaliados nas três classes de agregados, independentemente do tratamento, não foram equivalentes ou superiores àqueles do solo sob mata nativa, a qual apresentou os maiores valores.

Não houve diferença significativa ( $p > 0,1$ ) dos teores de COL entre as adubações nas três classes de agregados avaliados, o que também foi observado para os teores de NL dos macroagregados. Tanto para os meso e microagregados as adubações tiveram os mesmos efeitos, tendo a adubação AC+AQ aumentado os teores de NL nessas classes, não diferindo, porém, das adubações AQ e AC, o que ocorreu apenas para a testemunha. Os agregados de menores tamanhos, além de serem responsáveis pelos maiores estoques de matéria orgânica do solo, representam importantes sítios de N mineralizável (PASSOS et al., 2007).

Quanto aos efeitos da cobertura do solo, a braquiária e o estilosantes aumentaram os teores de NL nos microagregados e mesoagregados, mas não diferindo da área sem planta, enquanto COL não apresentou diferenças entre as classes de agregados estudadas.

Pode se concluir que os atributos orgânicos avaliados nas três classes de agregados, independentemente do tratamento, não se equivaleram à área de Mata nativa, demonstrando o processo de reabilitação da área.

As adubações utilizadas no estudo não diferiram entre si em relação ao aumento de atributos orgânicos.

A cobertura de braquiária foi a que mais contribui para o aumento de atributos orgânicos em relação a cobertura de estilosantes e a área sem planta.

## Referências

- BLAIR, G.J.; LEFROY, R.D.B.; LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 46, p. 1459-1466, 1995.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência Agrotecnológica**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- JUNIOR, C.C.; PICCOLO, M.C.; NETO, M.S.; CAMARGO, P.B.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M. Carbono total e  $\delta^{13}C$  em agregados do solo sob vegetação nativa e pastagem no bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1241-1252, 2011.
- PASSOS, R.R.; RUIZ, H.A.; CANTARUTTI, R.B.; SÁ MENDONÇA, E. Carbono orgânico e nitrogênio em agregados de um Latossolo Vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1109-1118, 2007.
- SAHRAWAT, K.L. Assay of nitrogen supplying capacity of tropical Rice soils. **Plant Soil**, v. 65, p. 111 – 121, 1982.
- SHANG, C.; TIESSEN, H. Organic matter lability in a Tropical Oxisol: evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, density, and magnetic fractionations. **Soil Science**, v. 162, p. 795–807, 1997.

## PREDIÇÃO DE Cu, Zn E Pb UTILIZANDO ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA DIFUSA

Livia Arantes Camargo<sup>1</sup>, José Marques Junior<sup>1</sup>, Luís Reynaldo Ferracciú Alleoni<sup>2</sup>, Gener Tadeu Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Pós-Doutoranda, Jaboticabal - SP, [li\\_arantes@yahoo.com.br](mailto:li_arantes@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

**Palavras-chave:** elementos potencialmente tóxicos; quimiometria; geoestatística.

A predição dos elementos potencialmente tóxicos (EPTs) é necessária para a avaliação de seus impactos ambientais. Assim, o desenvolvimento de técnicas mais baratas é imprescindível para a realização do diagnóstico rápido e preciso de grandes áreas em escala detalhada. O presente trabalho objetiva: a) avaliar a predição dos EPTs, Cu, Pb e Zn utilizando a espectroscopia de reflectância difusa (ERD); b) caracterizar a variabilidade espacial destes EPTs em Latossolos do Nordeste do Estado de São Paulo.

A área de estudo (500 ha) localiza-se no Nordeste do Estado de São Paulo (Brasil) na cidade de Guariba e encontra-se cultivada com cana-de-açúcar. Cem amostras de solo (série 1) foram coletadas na profundidade 0,0 a 20,0 cm, a cada 25 m ao longo de uma transeção que corta três superfícies geomórficas (SGs). Duzentas e seis amostras de solo (série 2) foram coletadas a cada 2,5 ha na profundidade 0,0 a 20,0 cm em torno da transeção para a predição de valores não conhecidos. Nas amostras de solo foram realizadas as análises: granulométrica (DAY, 1965) e a extração dos EPTs segundo o método 3051A (USEPA, 1996). Os EPTs Cu, Pb e Zn foram determinados por espectrometria de emissão ótica (ICP-OES).

Para as análises de espectroscopia de reflectância difusa (ERD) os solos foram escaneados no visível (VIS) e infravermelho próximo (NIR) utilizando um Espectrofotômetro Perkin Elmer Lambda 950 equipado com esfera integradora, a cada 1 nm, fazendo uma varredura no intervalo de 380 a 2300 nm e um Espectrofotômetro da Bruker Optics Tensor 27 no infravermelho médio (MIR) equipado com uma semiesfera de reflectância (Pike EasiDiff) a 8 cm<sup>-1</sup> com resolução de 64 varreduras por segundo, na faixa de 4000-600 cm<sup>-1</sup> (2.500 a 16.666 nm).

Os resultados das análises de laboratório das amostras da transeção (série 1) foram submetidos à estatística descritiva. Modelos de predição dos EPTs foram calibrados utilizando os dados da série 1 quimiometricamente via regressão por mínimos quadrados parciais (PLSR) (GELADI; KOWASKI, 1986). A predição de "unknown" values dos EPTs foi realizada nas amostras da série 2 utilizando os modelos previamente calibrados via PLSR. Para a caracterização do padrão da variabilidade espacial dos valores observados e preditos dos EPTs foi utilizada a análise geoestatística.

Os teores de argila variaram de 285 a 569 g kg<sup>-1</sup> e os de areia de 298 a 693 g kg<sup>-1</sup>. Os teores de Cu, Pb e Zn variaram de 1,5 a 4,1, 7,7 a 68,0 e de 13, 5 a 98,4 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente sendo que os maiores teores destes EPTs foram encontrados na SG III, com exceção dos teores de Pb que apresentou maiores teores na SG I. Os EPTs estudados apresentaram os melhores modelos calibrados (com maiores valores de R<sup>2</sup><sub>aju</sub>, RPD e menores valores de RMSE e SDE) quando analisados nas faixas do VIS+NIR e MIR. Porém, o Pb e o Zn apresentaram valores de RPD menores que 1,4 que, segundo Chang et al. (2001), indica uma calibração com baixa acurácia. Já o Cu apresentou RPD de 1,82 indicando que a predição deste atributo é satisfatória, mas que pode ser melhorada por meio de diferentes estratégias de calibração (CHANG et al., 2001).

Os melhores modelos calibrados foram utilizados para predizer os teores de Cu e Zn para as amostras da série 2. Os valores obtidos pela predição e pela análise química (observados) foram submetidos à análise geoestatística. Os EPTs apresentaram dependência espacial. Os mapas obtidos pela krigagem ordinária demonstraram que o padrão de distribuição espacial dos valores observados dos EPTs foi semelhante ao padrão de distribuição espacial dos óxidos de ferro presente na área de estudo onde os maiores teores dos elementos e dos óxidos de ferro foram encontrados na SG III (CAMARGO et al., 2015, CAMARGO et al., 2016). Nesta SG, assim como ocorre com os óxidos de ferro, foi observada a maior variabilidade espacial dos EPTs (maior número de classe de teores). A maior variabilidade dos atributos estudados nesta SG se deve ao fato desta ser a área de maior instabilidade.

Os mapas dos valores preditos pela PLSR apresentaram o padrão de distribuição espacial semelhante aos mapas dos valores observados. Ressalta-se, no presente trabalho, a eficácia do esquema de amostragem na captação da variabilidade espacial dos óxidos de ferro (CAMARGO et al., 2014 e 2015) e consequentemente dos EPTs. O conhecimento da influência das superfícies geomórficas na variabilidade espacial dos óxidos de ferro e EPTs pode auxiliar, como por exemplo, a re-amostragem dos EPTs em caso de acompanhamento de medidas remediadoras. Neste caso um maior número de amostras seria necessário em locais de maior variabilidade. Assim, as técnicas de predição dos EPTs apresentadas no presente trabalho podem auxiliar a obtenção de informações para fins de avaliações do risco de poluição e quanto às estratégias de remediações com baixo custo-benefício. Adaptações quanto aos preditores e estratégias de calibração dos modelos de predição dos EPTs podem ser necessárias em áreas com solos mineralogicamente diferentes e/ou situadas em outros modelos de paisagem.

Neste sentido, Cu e Zn foram satisfatoriamente preditos pela espectroscopia de reflectância difusa na faixa do VIS+NIR e MIR e os valores preditos permitiram a caracterização e o entendimento da variabilidade espacial destes EPTs estudados.

Agradecimentos à FAPESP e ao CNPq pela concessão do Projeto Auxílio à Pesquisa (nº 2013/25118-4 e nº 2014/14560-0) e bolsas dos autores respectivamente.

## Referências

- CAMARGO, L.A., MARQUES JR., BARRÓN, V., ALLEONI, L.R.F., BARBOSA, R.S., PEREIRA, G.T., Mapping of clay, iron oxide and adsorbed phosphate in Oxisols using diffuse reflectance spectroscopy. **Geoderma**, v.251-252, p.124-132. 2015.
- CAMARGO, L.A., MARQUES JR., PEREIRA, G.T., ALLEONI, L.R.F., BAHIA, A.S.R.S., TEIXEIRA, D.D.B., Pedotransfer functions to assess adsorbed phosphate using iron oxide content and magnetic susceptibility in an oxisol. **Soil Use and Management**, v.32, p.172-182. 2016.
- CHANG, C.W., LAIRD, D.A., MAUSBACH, M.J., HURBURGH, C.R. Near-infrared reflectance spectroscopy-principal components regression analyses of soil properties. **Soil Science Society of America Journal** v.65, p.480-490. 2001.
- DAY, P.R. Particle fraction and particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C.A., ed. **Methods of soil analysis**. Madison, American Society of Agronomy, pp. 545-566. 1965.
- GELADI, P., KOWALSKI, B.R., Partial least-squares regression: a tutorial. **Analytica Chimica Acta** v.185, p.1-17. 1986.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **Method 3051A - 1996. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and soils**. Disponível em: . Acessado em: 20 ago. 2012.

## CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE UM SOLO EM PROCESSO DE CONSTRUÇÃO EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO

Thaís Murias Jardim<sup>1</sup>, Fabrício da Silva Barboza<sup>2</sup>, Eloy Antonio Pauletto<sup>1</sup>,  
Cláudia Liane Rodrigues de Lima<sup>1</sup>, Jeferson Prass Pimentel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Graduando, Pelotas - RS, [thais.murias@hotmail.com](mailto:thais.murias@hotmail.com);

<sup>2</sup>Instituto Federal Sul-rio-grandense - Campus Bagé.

**Palavras-chave:** parâmetros físicos; área degradada; estrutura do solo.

O processo de mineração de carvão a céu aberto, o qual é utilizado no processo de queima para geração de energia tem ocasionado degradação, e alteração nos atributos físicos do solo, dentre eles estão a condutividade hidráulica, a densidade e a agregação. A recuperação dos solos construídos, avaliados a partir de parâmetros físicos, ocorre lentamente principalmente na camada subsuperficial destas áreas (STUMPF et al., 2014).

A condutividade hidráulica expressa a facilidade com que a água se movimenta no solo (GONÇALVES; LIBARDI, 2013). Pode ser associada com as propriedades específicas de cada solo como a porosidade e a granulometria. Assim qualquer fator que exerça influência sobre o tamanho e a configuração dos poros, exercerá influência sobre a condutividade hidráulica, considerando que os macroporos são os principais responsáveis pela movimentação da água em condições de solo saturado (BRADY; WEIL, 2013).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes eventos de tráfego de máquina sobre a condutividade hidráulica na camada superficial de um solo construído em uma área de mineração de carvão em Candiota, RS.

O estudo se localiza na região da campanha do Rio Grande do Sul, em uma área antiga de mineração de carvão da Companhia Rio-grandense de Mineração (CRM) (malha dois - passivo ambiental), no município de Candiota, RS. O trabalho foi realizado em uma área onde o solo foi construído, até a década de noventa, sem colocação de solo superficial (*topsoil*). Nesta área foi colocado uma camada de 0,70 m de material do horizonte B do solo da frente de mineração atual (45-50 % de argila), constituindo um "*topsoil substitute*". Sobre esse foram simulados seis tratamentos baseados em diferentes tráfegos de trator de esteira, modelo D8T da Caterpillar®, com peso de 38 T, potência de 259 KW, comprimento da esteira sobre o solo de 3,20 m, largura da esteira de 0,56 m e área de contato das esteiras com o solo de 3,6 m<sup>2</sup>.

Os tratamentos foram constituídos de zero, um, três, cinco, oito e doze passadas do trator de esteira, caracterizados como: T0, T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente. As determinações físicas foram realizadas em quatro pontos na linha (T1, T2, T3, T4 e T5) e fora da linha (T0) do tráfego do trator ao longo de uma transecção, distanciados de 3,0 m entre si. Foram realizadas quatro amostragens nas camadas de 0,00 a 0,10 m e de 0,10 a 0,20 m, totalizando cento e quarenta e quatro amostras (três repetições por amostragem). Para determinar a condutividade hidráulica foram coletadas amostras indeformadas com anéis volumétricos de 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura.

A condutividade hidráulica do solo saturado foi determinada utilizando um permeâmetro de carga constante, segundo procedimentos descritos em Libardi (2012).

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar se as variáveis seguem uma distribuição normal de probabilidade, e análise de valores discrepantes, sendo estes eliminados. Os resultados foram submetidos à ANOVA, considerando o delineamento inteiramente casualizado

(seis tratamentos e quatro repetições), sendo testada a hipótese  $H_0$  (5 % de probabilidade de erro). Posteriormente, o teste de Duncan identificou diferenças significativas entre os tratamentos.

A condutividade hidráulica do solo para ambas as camadas apresentou variabilidade entre os tratamentos, com coeficiente de variação entre 36,54 % e 79,13 %, para a camada de 0,00 a 0,10 m e, entre 45,60 % e 77,37 % para camada de 0,10 a 0,20 m.

Dada a grande variabilidade da condutividade hidráulica, Lima e Sirtoli (2006) afirmam ser comum não encontrar diferenças significativas entre os tratamentos. Silva et al. (2003) ainda citam que a condutividade hidráulica do solo, de modo geral, apresenta alta variabilidade, acusando elevado coeficiente de variação.

Nota-se que o maior valor de condutividade hidráulica ( $K_0$ ) foi obtido no T0, sendo de 119,32 mm h<sup>-1</sup> e 154,03 mm h<sup>-1</sup> para a camada superficial e subsuperficial, respectivamente. A maior diferença nos valores de condutividade hidráulica entre os tratamentos foi de -87,85 % ( $\Delta$ ref: diferença em porcentagem entre T0 e T5) na camada de 0,00 a 0,10 m e de -82,32 % ( $\Delta$ ref: diferença em porcentagem entre T0 e T3), para a camada de 0,10 a 0,20 m. Ocorreram reduções expressivas de  $K_0$  comparando T0 com os demais tratamentos.

Considerando que a condutividade hidráulica do horizonte B do solo natural do local de extração foi de 36,92 mm h<sup>-1</sup>, verifica-se que esse valor está próximo aos valores médios encontrados quando o solo é submetido a eventos de tráfego.

Este fato pode ser considerado positivo, visto o solo, mesmo com a máxima condição de tráfego (T5) está próximo à condição do solo natural utilizado no processo de reconstituição da camada superficial.

Cabe salientar que valores não esperados de  $K_0$  (comportamento de T3 na camada subsuperficial e T4 em ambas as camadas, que não seguiram a tendência de redução com aumento de eventos de tráfego) podem ser explicados devido a um maior número de amostras coletadas ao longo da transeção de 12 m influenciadas provavelmente pela garra da esteira, ocasionando maior densidade, ou ainda mesmo devido a rachaduras no solo e/ou espaço existente entre o anel volumétrico e o solo amostrado devido ao ciclo de umedecimento e secagem que ocasiona caminho preferencial de água influenciando os valores da condutividade hidráulica.

Nesse sentido, a condutividade hidráulica do solo comparando T0 (sem eventos de tráfego) com os demais eventos de tráfego de trator, apresentou reduções maiores que 50 % sendo esses semelhantes aos valores médios do solo natural.

## Referências

- BRADY, N. C.; WEIL, R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. Editora Bookman, 3 ed, p. 685, 2013.
- GONÇALVES, A. D. M. A.; LIBARDI, P. L. Análise da determinação da condutividade hidráulica no solo pelo método do perfil instantâneo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.1174-1184, 2013.
- LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2 ed, p. 346, 2012.
- LIMA, M. R.; SIRTOLI, A. E. **Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos**. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, p. 341, 2006.
- SILVA, R. B.; DIAS JÚNIOR, M. S.; SILVA, F. A. M.; FOLE, S. M. O tráfego de máquinas agrícolas e as propriedades físicas, hídricas e mecânicas de um latossolo dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.973-983, 2003.
- STUMPF, L.; PAULETTO, E. A.; CASTRO, R. C. de; PINTO, L. F. S.; FERNANDES, F. F.; BARBOZA, F. da S.; FRANCO, Â. M. P.; GONÇALVES, F. C. Estrutura de um solo construído cultivado com diferentes espécies de poáceas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, p. 2171-2177, 2014.



## ADSORÇÃO E DESSORÇÃO DE CHUMBO E GLIFOSATO EM LATOSSOLOS PARANAENSES

Leila Cristina Canton<sup>1</sup>, Ivan Granemann de Souza Junior<sup>1</sup>, Dimas Augusto Morozin Zaia<sup>2</sup>,  
Antonio Carlos Saraiva da Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Estudante, Maringá - PR, *eng.leilacris@gmail.com*;

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina.

**Palavras-chave:** poluição; glifosato; chumbo.

O herbicida glifosato é um herbicida mundialmente utilizado em grandes lavouras no controle de plantas daninhas. Quando pulverizado via aérea além de atingir as plantas parte deste herbicida cai no solo, sendo então imobilizado por adsorção no solo, através da matéria orgânica e nos minerais de argila. Em áreas com atividades agrícolas de alta tecnologia os metais pesado em solos tem um aumento devido a adubações com fertilizantes químicos, aplicação de corretivos e adubos agrícolas, usos de resíduos industriais e urbanos (ALLOWAY, 2013). O solo quando contaminado por chumbo por um longo período de tempo, torna-se irreversível e o ambiente fica tóxico para plantas, animais e microrganismos. O glifosato forma complexos com chumbo com composição 1:1 sendo estável em pH maior que 6,5.

O objetivo deste trabalho é avaliar a quantidade de chumbo e glifosato adsorvido e desorvido no solo quando um desses poluentes está presente no solo.

Foram estudados os horizontes A e Bw de Latossolos dos municípios de Mauá da Serra, Ponta Grossa, Palotina, Prudentópolis, Guarapuava e Ortigueira. Para adsorção foram pesadas 1 g de amostra de solos e colocadas em tubos de polietileno, previamente pesados. Em contato com a amostra de solo foi acrescentado nitrato de chumbo ( $Pb(NO_3)_2$ ) 500 mg L<sup>-1</sup>, com concentração de 0,01 mol L<sup>-1</sup> e pH 5,5. Após, as amostras foram centrifugadas e o sobrenadante foi utilizado para determinação do chumbo remanescente e adsorvido por espectrofotometria de absorção atômica.

Em seguida, as amostras de solo com o chumbo adsorvido foram colocadas para secar. Após, as amostras receberam solução de glifosato de 1000 mg L<sup>-1</sup> com força iônica de 0,01 mol L<sup>-1</sup> para procedimento de adsorção. Foram agitadas em seguida centrifugadas e o sobrenadante separado para quantificação de glifosato remanescente e adsorvido. A quantificação de glifosato remanescente foi efetuada aplicando-se a metodologia proposta por Bhaskara e Nagaraja (2006), modificado.

Para procedimento de desorção as mesmas amostras receberam 50 mL de KCl 0,01 mol L<sup>-1</sup>, com agitação constante durante 1 hora centrifugando em seguida. Foram realizadas 7 desorções com o extrator KCl 0,01 mol L<sup>-1</sup> que mede o complexo de esfera externa (CEE), em seguida com Mehlich- 1 uma medida da formação de complexos de esfera interna (SPOSITO, 2008), até equilíbrio. Após cada extração foi determinado a quantidade de glifosato desorvido no espectrofotômetro UV-VIS, por colorimetria. O mesmo procedimento foi realizado com a adsorção e desorção de glifosato sem a presença de chumbo, utilizando-se das mesmas proporções solo/solução e metodologia utilizada.

Como método de comparação da quantidade de glifosato adsorvido na presença de chumbo, foi utilizado dos mesmos solos para realizar procedimentos de adsorção de chumbo após glifosato. Para determinar a quantidade de glifosato remanescente (Glirem) e adsorvido (Gliads) foram pesadas cerca de 1 g de cada amostra de solo. Em seguida adicionou-se solução de glifosato com 1000 mg L<sup>-1</sup>, força



iônica de  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  e pH 5,5. Os tubos foram agitados e em seguida centrifugados. A quantificação do glifosato foi realizada utilizando a metodologia já descrita. As amostras contendo glifosato foram secas em estufa afim de manter o glifosato no solo.

Em seguida, as amostras receberam solução de nitrato de chumbo ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ )  $500 \text{ mg L}^{-1}$  com força iônica de  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  para procedimento de adsorção. Foram agitadas novamente em seguida centrifugadas e o sobrenadante separado para quantificação de chumbo remanescente e adsorvido. As leituras de chumbo foram realizadas em absorção atômica. Após adsorção as amostras receberam solução KCl  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  para procedimento de dessorção. Foram realizadas 7 dessorções sucessivas com o extrator de KCl  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ , até que a quantidade de chumbo dessorvido fosse constante. Após procedeu-se a dessorção de glifosato com o extrator ácido Mehlich-1, até equilíbrio. A quantificação do chumbo dessorvido das amostras foi realizado em absorção atômica. Como no experimento anterior, novamente foi efetuado a adsorção somente de chumbo no solo, sem interferência de glifosato nas mesmas proporções solo/solução.

A quantidade de chumbo adsorvido variou de  $5821 \text{ mg kg}^{-1}$  para o horizonte Bw de Mauá da Serra a  $16.045 \text{ mg kg}^{-1}$  para o horizonte A de Palotina. O chumbo foi mais adsorvido no horizonte A de quase todos os solos com exceção a Ponta Grossa e Guarapuava. A média dos valores de  $\text{Pb}_{\text{ads}}$  dos horizontes A e Bw segue a ordem crescente: Palotina > Prudentópolis > Ortigueira > Mauá da Serra > Guarapuava > Ponta Grossa. Para estes mesmos solos a quantidade de glifosato adsorvido em solo com a presença de chumbo foi maior. A maior adsorção foi para o solo de Prudentópolis no horizonte A com  $64692 \text{ mg kg}^{-1}$  de glifosato adsorvido, e a menor adsorção de glifosato foi para o horizonte A de Mauá da Serra com  $56248 \text{ mg kg}^{-1}$ . A adsorção não seguiu padrão quanto aos horizontes, sendo que os horizontes Bw de Ortigueira, Ponta Grossa, Mauá da Serra e Guarapuava apresentaram maior adsorção que o horizonte A desses solos. Já os municípios de Palotina e Prudentópolis apresentaram maior adsorção no horizonte A. A quantidade de glifosato adsorvido sem chumbo variou de  $47199 \text{ mg kg}^{-1}$  para o horizonte A de Prudentópolis até  $54010 \text{ mg kg}^{-1}$  para o horizonte Bw de Guarapuava. A média dos valores segue a ordem dos horizontes A e Bw dos solos segue a sequência decrescente: Guarapuava > Ortigueira > Mauá da Serra > Prudentópolis > Palotina > Ponta Grossa. Isto é, o processo de adsorção é tanto maior quanto maior a acidez do solo e o teor de óxidos de ferro e alumínio.

A nova adsorção de glifosato antes do chumbo apresentou valores que variaram de  $37453 \text{ mg kg}^{-1}$  para o horizonte A de Mauá da Serra até  $63379 \text{ mg kg}^{-1}$  para o horizonte Bw de Ponta Grossa. Valores próximos a adsorção anterior. A adsorção de chumbo em solos com a presença de glifosato variou de  $1044 \text{ mg kg}^{-1}$  para o município de Ponta Grossa no horizonte A até  $8114 \text{ mg kg}^{-1}$  para Palotina no horizonte A. A adsorção de chumbo em solo sem glifosato apresentou valores que variaram de  $6454 \text{ mg kg}^{-1}$  a  $9479 \text{ mg kg}^{-1}$  para os solos de Ortigueira Bw e Prudentópolis A, respectivamente. A adsorção de chumbo é menor em solo que contem glifosato, caso contrário ocorre com o glifosato que se adsorve mais quando o solo contém chumbo.

Quanto aos valores de dessorções realizados com os extratores KCl  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  (pH 5~6) e Mehlich-1 (pH 1~1,5) houve variação nos experimentos. Dessorções feitas para o glifosato o extrator que mais dessorveu foi Mehlich-1. As quantidades de glifosato dessorvidas que formaram CEE é aproximadamente 40 % da quantidade total dessorvida. O Mehlich-1 é responsável pela dessorção dos componentes de CEI variando de 6 a 8 %. Para o chumbo o extrator que apresentou maior dessorção foi o KCl, porém em os experimentos realizados as dessorções foram baixas, e com 7 extrações sucessivas os solos apresentavam as dessorções equilibradas.

Conclui-se entretanto que o Pb apresenta maior afinidade em ser adsorvido no horizonte A pela matéria orgânica e pela baixa acidez do solo. O glifosato sofre influência do Pb na adsorção pela possível diminuição do pH e pela criação de sítios de troca. A quantidade de glifosato dessorvida por KCl (CEE) e por Mehlich-1 (CEI) é muito inferior a quantidade adsorvida. O glifosato tem preferência em se adsorver nos horizontes Bw dos solos devido ao aumento de cargas positivas e pela presença de óxidos de ferro e alumínio.

## Referências

ALLOWAY, B.J. **Heavy metals in soils**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 2013. 614p.

BHASKARA, B. L.; NAGARAJA, P. Direct sensitive spectrophotometric determination of glyphosate by using Ninhydrin as a Cr homogenic reagent in formulation and environmental water samples. **Helvetica Chimica Acta**, v. 89, p. 2686-2693, 2006.

SPOSITO, G. **The chemistry of soils**. 2. ed. New York: University Oxford Press, 2008. 329p.

## UMIDADE ÓTIMA DE COMPACTAÇÃO DE UM SOLO CONSTRUÍDO EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO NO RS

Jeferson Prass Pimentel<sup>1</sup>, Fabrício da Silva Barboza<sup>2</sup>, Eloy Antonio Pauletto<sup>1</sup>,  
Cláudia Liane Rodrigues de Lima<sup>1</sup>, Thais Murias Jardim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Graduando, Pelotas - RS, [jefersonprass@gmail.com](mailto:jefersonprass@gmail.com);

<sup>2</sup>Instituto Federal Sul-rio-grandense - Campus Bagé.

**Palavras-chave:** ensaio de proctor; degradação do solo; compactação do solo.

A mineração do carvão tem removido grandes volumes de solo e rochas, ocasionando modificações em atributos químicos, biológicos e físicos (STUMPF, 2015). Até a década de noventa a recuperação destas áreas era realizada de formas desordenadas, sem a recomposição topográfica e emprego de uma camada de solo (horizonte A, B/e ou C) proveniente do solo original da frente de mineração, como é realizado atualmente (STUMPF et al., 2016). Estes locais, que totalizam aproximadamente 200 ha localizados na malha dois (passivo ambiental), vêm sendo recuperados através da retirada da vegetação (eucaliptos) e colocação, na superfície, de uma camada de solo (horizonte B) retirada da frente da lavra do carvão. Este processo envolve tráfego de máquinas pesadas, onde a pressão exercida pelos eventos de tráfego associada à umidade inadequada pode ocasionar compactação do solo. Reichert et al. (2010) mencionam que a compactação é máxima quando a umidade do solo é crítica para esse processo, sendo a umidade crítica próxima à capacidade de campo.

Com o ensaio de Proctor é possível avaliar a sensibilidade do solo à compactação, que consiste em relacionar a umidade na qual se obtém a densidade máxima, sendo esta, considerada ótima para a compactação (PROCTOR, 1933). Entretanto, na recomposição topográfica de uma área após processo de mineração, essa umidade deve ser evitada para não haver degradação do solo.

Objetivou-se determinar a umidade ótima para a realização da construção do solo utilizando horizonte B da frente de mineração, analisando o comportamento da densidade de um solo em processo de construção com eventos de tráfego de máquinas, em área de mineração de carvão, em Candiota, RS.

O estudo foi realizado em área antiga de mineração de carvão (malha dois - passivo ambiental), pertencente à Companhia Rio-grandense de Mineração (CRM), em Candiota, RS, onde foi colocado uma camada de aproximadamente 0,70 m de horizonte B do solo retirado da frente de mineração atual, com 40 a 50 % de argila, constituindo um “*topsoil substitute*”. Sobre esse, foram simulados seis tratamentos considerando diferentes passadas (zero, uma, três, cinco, oito e doze) de um trator de esteira, modelo D8T da Caterpillar® com peso de 38 T, potência de 259 KW, comprimento da esteira sobre o solo de 3,20 m, largura da esteira de 0,56 m e área de contato das esteiras com o solo de 3,6 m<sup>2</sup>, caracterizados como, T0, T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente.

A coleta das amostras de solo foi realizada, nas camadas de 0,00 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m, ao longo de uma transeção de 12 m, em cinco pontos na linha das passadas do trator (T1, T2, T3, T4 e T5) e um ponto fora da linha (T0). O ensaio de Proctor foi realizado com amostra deformada de solo oriundo do local do experimento (solo construído), conforme a norma rodoviária DNER-ME 228/94 (DNER, 1994), no Laboratório de Mecânica do Solo da UFPel, em equipamento miniatura, com quatro pontos de umidade e três repetições por ponto.

Os resultados mostram que a densidade do solo obtida no T0 foi de  $1,19 \text{ Mg m}^{-3}$  e que o primeiro evento de tráfego foi menor que os demais tratamentos em ambas as camadas. Os maiores valores obtidos estão associados ao T5 ( $1,54 \text{ Mg m}^{-3}$ ), na camada 0,00 a 0,10 m e ao T4 ( $1,61 \text{ Mg m}^{-3}$ ), na camada 0,10 a 0,20 m. Cabe ressaltar que a umidade média do solo durante os eventos de tráfego foi de 20,08 % e de 22,29 % nas camadas 0,00 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m, respectivamente. No ensaio de Proctor entretanto, a curva de correlação entre a umidade e a densidade mostrou que a maior densidade ( $1,73 \text{ Mg m}^{-3}$ ) foi obtida quando a umidade atingiu o valor de 19,75 %.

Percebe-se que a umidade determinada durante a realização do experimento com eventos de tráfego, está acima da umidade ótima de compactação obtida pelo ensaio de Proctor, o que justifica a obtenção da máxima compactação já a partir do primeiro evento de tráfego.

Nas condições de umidade do solo em que foi realizado este estudo, conclui-se que apenas um evento de tráfego é suficiente para causar a máxima compactação do solo. Sugere-se portanto, que antes da realização das operações da recomposição topográfica da área minerada e da construção do solo seja realizado o ensaio de Proctor para estabelecer um nível de umidade que cause menores problemas de compactação. Recomenda-se que este nível seja inferior à umidade obtida no ensaio de Proctor.

## Referências

DNER - Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. DNER ME 258/94: **Solos Compactados com equipamento miniatura – Mini-MCV**. Rio de Janeiro, 1994.

PROCTOR, R. R. The design and construction of rolled earth dams. **Engineering News Record**, v.3, p.21- 28, 1933.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; SUZUKI, L. E. A. S.; HORN, R. Mecânica do solo. In: van LIER Q.J. (ed) **Física do solo**. Viçosa MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, p.29-102, 2010.

STUMPF, L. **Desenvolvimento radicular de gramíneas perenes e sua eficiência na recuperação de atributos físicos de um solo construído compactado em área de mineração de carvão**. 2015. 122f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Solos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

STUMPF, L; PAULETTO, E.A.; PINTO, L.F.S. Soil aggregation and root growth of perennial grasses in a constructed clay minesoil. **Soil & Tillage Research**, v. 161, p.71-78, 2016.

## SUSCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA COMO INDICADOR DE AMBIENTES DE FORMAÇÃO E MANEJO DO SOLO

Antonio Carlos Saraiva da Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Professor, Maringá - PR, [antonioacscosta@gmail.com](mailto:antonioacscosta@gmail.com).

**Palavras-chave:** maghemita; magnetita; manejo do solo.

Os solos da região tropical apresentam mineralogia na fração argila muito complexa devido às diferenças na ação dos fatores externos (clima, atividade biológica, rocha, relevo e tempo) e dos processos internos (adições, perdas, translocações e transformações) de formação dos solos. De forma geral proporções variadas de minerais de argila como caulinita, vermiculitas e esmectitas com graus diferentes de Al nas entrecamadas associados a presença de hidróxidos de alumínio (gibbsita) e uma variedade de óxidos de ferro (hematita, goethita, maghemita, ferrihidrita, etc., podem ocorrer nestes solos. Além da presença destes vários minerais, atributos mineralógicos importantes como tipo e grau de intercalamento por  $Al^{3+}$  nos minerais de argila e tipo e grau de substituição isomórfica do ferro nos óxidos de ferro por outros metais ( $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ , etc.) catiônicos podem afetar de forma especial o comportamento físico e químico destes solos (COSTA et al., 1999).

Mais recentemente a opção por uma agricultura de alta tecnologia tem incrementado alterações na dinâmica de nutrientes nestes solos devido a intensas adições de calcário, adubos minerais, condicionadores químicos, e resíduos urbanos, industriais e agrícolas. O aporte de nutrientes e de outros compostos químicos naturalmente tem alterado a mineralogia destes solos. Mais recentemente, a utilização por todo o Brasil do manejo do solo em Plantio Direto, sistema de cultivo sem revolvimento do solo, com rotação de cultura e a possibilidade de reconstrução do Horizonte O na superfície dos solos agrícolas provocou novas alterações na distribuição dos compostos orgânicos e inorgânicos do solo, bem como seus atributos intrínsecos.

Contrariamente, ainda existem várias regiões no país onde a prática de queima da palhada presente na superfície do solo ainda ocorre de forma natural, como nos cerrados, ou provocada pelo homem como no cultivo de cana de açúcar, em vários estados. As temperaturas atingidas por estas queimas é bastante variável, mas é suficiente para provocar alterações na dinâmica dos compostos orgânicos e criar condições químicas que podem alterar a mineralogia da fração argila dos solos.

Um aspecto interessante nestas transformações pelo calor é a possibilidade de metais substituintes do ferro na estrutura dos óxidos de ferro poder ser expulsos dos cristais aumentando a disponibilidade para a absorção pelas raízes das plantas. Outro fator importante é que a partir de 250 °C, a queima da matéria orgânica do solo pode transformar a goethita ( $\alpha FeOOH$ ) em hematita ( $\alpha Fe_2O_3$ ) e estes dois na maghemita ( $\gamma Fe_2O_3$ ). Além da mudança de cor produzida por estas alterações mineralógicas, outro atributo do solo que é alterado é a sua capacidade de ser atraído por ímã quando exposto a um campo magnético externo. Neste caso os minerais goethita e hematita são denominados de antiferromagnéticos e praticamente não reagem na presença de um ímã, enquanto a maghemita secundária e a magnetita primária ( $Fe_3O_4$ ) são minerais ferrimagnéticos e fortemente atraídos por um ímã.

A determinação da presença de minerais ferrimagnéticos pode então ser efetuada com a utilização de um medidor de susceptibilidade magnética que responde somente a presença de minerais ferrimagnéticos presentes no solo (COSTA et al., 1999).

Para provar estas hipóteses, mais de 100 amostras da camada superior (0-10 cm) de solos em diferentes usos e manejos em áreas agrícolas, industriais e urbanas foram analisados a campo e em condições de laboratório utilizando um medidor de susceptibilidade magnética Bartington com diferentes sensores para estas medidas nos municípios de Maringá, Ponta Grossa, Castro e Curitiba (DEARING, 1999). Amostras de solo coletadas nos diferentes pontos de amostragem também foram analisadas em seus teores totais de cátions metálicos nutrientes (Fe, Cu, Zn) e tóxicos (Al, Pb, Cd) aos seres vivos.

Os resultados analíticos mostraram que os valores médios de susceptibilidade magnética por unidade de massa ( $cBF = 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ) foram maiores nas amostras de solos coletadas no Município de Maringá quando comparados aos solos de Curitiba, Ponta Grossa e Castro. A presença de magnetita no material de origem dos solos de Maringá e seus maiores teores de ferro total determinaram os altos valores de susceptibilidade magnética ( $> 1500 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ). Os solos de Ponta Grossa, Castro e Curitiba são derivados de rochas sedimentares com baixo teor de ferro ( $< 10 \% \text{ Fe}_2\text{O}_3$ ) e de minerais ferrimagnéticos ( $< 5 \%$ ).

Quando avaliados solos de diferentes graus de desenvolvimento os valores de susceptibilidade magnética mostraram que os solos apresentam a seguinte ordem decrescente de valores de  $cBF$ : Latossolos  $>$  Nitossolos  $>$  Chernossolos  $\sim$  Neossolos  $>$  Gleissolos. Nesta sequência de solos os valores de susceptibilidade magnética variaram de mais de 5000 a cerca de  $500 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ . Os menores valores de  $cBF$  observados no Gleissolo são devido às condições redox deste solo que favorecem a dissolução da maghemita/magnetita para a formação de goethita ou outras formas pobremente cristalinas de óxidos de ferro como a ferrihidrita (LU et al., 2008).

Ainda puderam ser observadas outras influências do manejo do solo nos valores de susceptibilidade magnética como no caso de erosão superficial, queima da matéria orgânica, a formação de sulcos de erosão e solos compactados que sistematicamente apresentaram maiores valores de susceptibilidade magnética ( $cBF$ ) do que os solos não afetados por estas práticas. Isto é, a susceptibilidade magnética em áreas que apresentam textura semelhante e a presença de teores constantes de minerais ferrimagnéticos poderá ser utilizada para avaliar a existência de erosão superficial, problemas de compactação superficial dos solos ou se houve queima da resteva da cultura anterior.

Finalmente em áreas de transição de diferentes materiais de origem como na região oeste do Paraná onde o Arenito Caiuá e o Basalto são encontrados e que apresentam diferentes características mineralógicas; a susceptibilidade magnética mostrou-se capaz de separar os solos derivados do arenito (valores de susceptibilidade magnética inferiores a  $500 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ), dos de transição ( $500$  a  $1500 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ) e dos solos onde o material de origem é predominantemente o basalto e que apresentam valores de susceptibilidade magnética superiores a  $1500 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ .

Valores de susceptibilidade magnética dos minerais ferrimagnéticos concentrados nas diferentes frações do solo (areia, silte e argila) variaram de cerca de 35.000 até mais de  $100.000 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  e são dependentes da presença de elementos químicos diamagnéticos (por exemplo  $\text{Al}^{3+}$ ) substituindo o ferro na estrutura cristalina dos minerais e do tamanho das partículas.

As altas correlações obtidas entre os diferentes solos analisados, seus processos de formação e práticas específicas de manejo e os valores de susceptibilidade magnética dos solos demonstram a importância dos minerais ferrimagnéticos para os solos (maghemita e magnetita) e a necessidade de sua incorporação no Sistema Brasileiro de Classificação do Solo-SiBCS (EMBRAPA, 2006) no nível de família.

## Referências

COSTA, A.C.S.; BIGHAM, J.M.; RHOTON, F.E. & TRAINA, S.J. Quantification and characterization of maghemite in soils derived from volcanic rocks in southern Brazil. **Clays Clay Miner.**, 47:466-473, 1999.

DEARING, J. **Environmental magnetic susceptibility**: Using the Bartington MS2 System. 2.ed. Kenilworth, Chi Publishing, 1999. 54p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

LU, S.G.; XUE, Q.F.; ZHU, L. & YU, J.Y. Mineral magnetic properties of weathering sequence of soils derived from basalt in Eastern China. **Catena**, 73:23-33, 2008.



## RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA UTILIZANDO A TECNOLOGIA DE ASSOCIAÇÃO MICORRIZICA

Gustavo Ferreira de Oliveira<sup>1</sup>, Ana Carolina Lovatel<sup>1</sup>, Marco Segalla Prazeres<sup>1</sup>, Andréa Hentz de Mello<sup>2</sup>,  
Lauro de Jesus Silva Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestrando, Lages - SC, [gf.oliveira90@hotmail.com](mailto:gf.oliveira90@hotmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

**Palavras-chave:** organismos; plantas; reabilitação.

A atividade mineral (extração de argila) empregada pelas Cerâmicas Vermelhas no município de Marabá - PA tem resultados modificadores sobre o meio físico, implicando na retirada da vegetação natural e intensa movimentação do solo, gerando em alguns casos consideráveis “buracos” que contribuem para o distúrbio da área, além de promover com a retirada dos nutrientes, alta toxidez de metais no solo.

De acordo com Doran e Parkin (1994) áreas degradadas são tipicamente caracterizadas por possuírem solos pobres, erodidos, com instabilidade hidrológica, produtividade reduzida, pouca diversidade biológica e alteração das características físicas e químicas. Dessa maneira, a mineração é uma das atividades mais impactantes da atualidade, isso porque muitas mineradoras não cumprem as funções ecológicas necessárias à recuperação das áreas exploradas.

Diante desse contexto a utilização de tecnologias que ajudem a diminuir o impacto da extração de argila ao meio ambiente são bem vistas, a associação de fungos micorrízicos em espécies nativas é uma opção na recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade biológica do solo antes e após a introdução de espécies nativas da Amazônia inoculadas com fungos micorrízicos.

Este trabalho foi realizado na área de extração de argila, da Cerâmica Barro Bom no ano de 2012/14, no município de Marabá - PA. Para a avaliação da qualidade biológica do solo na área de extração de argila antes e após a introdução de espécies nativas e exóticas inoculadas com os fungos micorrízicos, amostras de solo foram coletadas a profundidade de 10 cm entre as plantas inoculadas (Paricá (*Schizolobium parahyba*), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Bordão de Velho (*Samanea tubulosa*) e Fava de rosca (*Enterolobium schomburgkii*)).

As mesmas foram coletadas segundo metodologia de Lemos e Santos (2000) e foram encaminhadas para o Laboratório de Microbiologia do Solo da Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá para avaliações biológicas (identificação e caracterização dos organismos encontrados).

A técnica empregada para a avaliação dos organismos indicadores da qualidade do solo presentes nas amostras de solo foi a de peneiramento úmido de Gerdemann e Nicolson (1963) e centrifugação em água e sacarose a 40 % (JENKINS, 1964). A identificação e classificação dos indivíduos encontrados foram feitas através da observação das características morfológicas externas de sua formação com o auxílio de uma lupa estereoscópica.

A diversidade biológica dos organismos da biota edáfica presentes nas coletas de solo, variou de sete indivíduos na área de estudo antes da implantação das mudas inoculadas com fungos micorrízicos, para oitenta e quatro indivíduos após a implantação das mudas inoculadas com fungos micorrízicos. Em um total de dez amostras de solo analisadas, foi verificada a presença de vários tipos

de organismos indicadores da qualidade do solo, como Fungos Micorrízicos Arbusculares trinta e três (33), os Nematoides quinze (15), ácaros dezenove (19) e, Collêmbolos dezessete (17) comprovando assim, a diversidade de organismos indicadores da qualidade do solo presentes na área de estudo após a implantação das mudas inoculadas com fungos micorrízicos.

Por mais, que estes organismos sejam indicadores da qualidade biológica dos solos, Silveira Neto et al. (1976) afirmam que a intensificação das atividades extrativistas são determinantes para o aumento dos processos de degradação que afetam diretamente os organismos do solo. Isto porque, estes dependem diretamente dos fatores ambientais que regulam suas populações.

Com isso, a caracterização dos organismos indicadores da qualidade do solo, além de seu papel dentro dos sistemas, também é de fundamental importância para o entendimento das relações que ocorrem no meio devido à dinâmica da própria natureza, bem como pela intervenção humana.

Tendo em vista, que os organismos encontrados representam bons indicadores da qualidade do solo, e que estes foram encontrados em locais onde a presença de matéria orgânica e nutrientes disponíveis na solução do solo estão limitados, sugere-se que está ocorrendo o início da reabilitação da área impactada pela extração de argila. Muitas espécies de plantas terrestres formam associação simbiótica com certos fungos do solo, conhecidos como micorrizas, com este tipo de simbiose, a planta hospedeira recebe nutrientes minerais trazidos pelo micélio fúngico, enquanto este recebe carboidratos produzidos pela planta.

Com isso os Fungos Micorrízicos contribuem para o desenvolvimento da planta que aumenta sua área de absorção das raízes; melhora sua absorção de íons de baixa mobilidade como fósforo (P), zinco (Zn) e cobre (Cu); contribui para a ciclagem de nutrientes e, aumenta a diversidade das espécies.

Segundo Smith e Read (1997), afirma em seus estudos que a simbiose com Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA's) torna possível o estabelecimento das mudas em solos em condições subótimas de disponibilidade de nutrientes. Pois, proporcionam a regeneração de áreas degradadas, tornam as plantas inoculadas mais tolerantes a períodos secos e temperaturas elevadas, propiciam melhor resistência ao estresse hídrico e a acidez, com maior tolerância às condições de toxidez do solo e proteção do sistema radicular das plantas contra patógenos.

A presença dos Fungos Micorrízicos Arbusculares encontrados nas amostras de solo da área de extração de argila da Cerâmica Barro Bom, foram superiores aos outros organismos o que afirma que a principal importância das micorrizas está associada à regeneração de áreas degradadas, podendo promover sua recuperação e proporcionar uma maior diversidade de espécies vegetais, aumentando assim a capacidade de absorção de nutrientes essenciais para as plantas, além de contribuir para o surgimento de novas espécies de microrganismos.

## Referências

- DORAN, J.W. & ZEISS, M.R. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. **Appl. Soil Ecol.**, 15:3-11, 2000.
- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H.; Spores of mycorrhizal Edogone species extracted from soil by wit sieving and decanting. **Trans. Br. Myco. Soc.**, v 46, p. 235 – 244, 1963
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Pl. Dis. Rep.** v. 48, p 692, 1964
- LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3ª Ed. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2000. 83p.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, N.; VILLA NOVA, A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba, Ed. Agronômica Ceres, 419p. 1976.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. Academic Press, London, 1997. 154p.



XX

RBMCSA

**Palestras**





## CONTRIBUIÇÕES DA BIOLOGIA DO SOLO

Adriana Pereira da Silva

Doutora em Manejo do Solo

Universidade Estadual de Londrina

Londrina – PR, *drikapera@yahoo.com.br*

**Palavras-chave:** manejo do solo; estrutura do solo; microbiota do solo; diversidade microbiana.

### Modificações na Estrutura do Solo Alteram a Microbiota?

O grande desafio da agricultura moderna está na busca por um manejo adequado do solo, que contribua para a sustentabilidade econômica e ambiental dos sistemas de produção. Desse modo, os sistemas de manejo do solo podem provocar impacto nos agroecossistemas, como por exemplo, perda da biodiversidade, perda da fertilidade, degradação do solo e emissão de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). O Brasil apresenta 298 milhões de hectares nos diferentes ecossistemas explorados por práticas agrícolas; diante desse cenário, a adoção de manejos que minimizem esses impactos é fundamental para o uso sustentável dos sistemas produtivos.

O sistema de preparo do solo é uma das atividades que mais influi no seu comportamento físico, isto porque atua diretamente sobre a sua estrutura (RALISCH et al., 2010), havendo mais ou menos revolvimento do solo. Os sistemas de cultivo com rotação ou sucessão de culturas também alteram as propriedades físicas do solo, com efeitos principalmente sobre a estabilidade e preservação dos agregados (MUNKHOLM et al., 2013). O manejo do solo é, sem dúvida, um componente fundamental do sistema de produção e uma importante ferramenta para uma atividade agrícola sustentável.

O sistema plantio direto (PD), caracterizado pelo menor revolvimento do solo, promove menor impacto na sua estrutura e tem sido apontado como uma alternativa para o manejo sustentável dos solos. Desde a sua implantação no Brasil, na década de 1970, trabalhos demonstram as vantagens da adoção do PD, em comparação a sistemas com maior revolvimento do solo. Dentre os benefícios do PD estão a redução da erosão eólica e hídrica (FRANZLUEBBERS, 2002; BATEY, 2009), melhoria das condições de umidade do solo (FRANZLUEBBERS, 2002; BATEY, 2009; JIN et al., 2011) e aumento do conteúdo de carbono orgânico (BABUJIA et al., 2010; JIN et al., 2011; LÓPEZ- FANDO e PARDO, 2011). Soma-se a estes fatores o favorecimento da biodiversidade e da atividade das populações microbianas, bem como a sua resiliência no solo (FENG et al., 2003).

Adicionalmente, estudos apontam que o PD tem contribuído para a redução na emissão de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) (BAYER et al., 2002; DRURY et al., 2004). Em 2010, o governo brasileiro instituiu o Programa de Agricultura de Baixo Consumo de Carbono (ABC), que visa ampliar os atuais 26 milhões de hectares de PD para 33 milhões de hectares, com o objetivo de reduzir a emissão em cerca de 20 milhões de toneladas de  $\text{CO}_2$  até 2020 (MAPA, 2012). Esse conjunto de fatores tem contribuído para a adoção do sistema de PD, praticado globalmente, em aproximadamente 100 milhões de hectares (FEBRAPDP, 2012).

Atualmente, tem havido uma demanda crescente para a identificação de parâmetros que avaliem precocemente e com baixo custo a qualidade do solo, identificando os manejos adequados para preservar suas propriedades químicas, físicas e biológicas.

Dentre os indicadores, a estrutura é um dos atributos mais importantes para avaliar a qualidade do solo. A identificação detalhada da estrutura do solo a campo permite conhecer a morfologia dos horizontes antropizados, servindo como meio de diagnóstico da exploração agrícola do solo. Esse tipo de avaliação permite, ainda, a associação com outros métodos físicos, químicos e biológicos.

Avaliar quantitativa e qualitativamente a estrutura do solo a campo, visando verificar o efeito do uso e manejo na morfologia do solo é uma atividade desafiadora, e a metodologia francesa denominada de perfil cultural (GAUTRONNEAU; MANICHON, 1987), modificada por Tavares Filho et al. (1999) para as condições tropicais, tem-se mostrado segura. Essa metodologia identifica os volumes de solo alterados pela intervenção de implementos agrícolas, pelo comportamento das raízes e pela influência dos fatores naturais, permitindo, assim, uma visão diferenciada dos efeitos da exploração agrícola na conservação e qualidade do solo.

Alterações na estrutura do solo afetam diretamente o hábitat dos microrganismos, que são considerados componentes críticos de ecossistemas naturais ou manipulados pelo homem, por regular a taxa de decomposição da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes. Os parâmetros microbiológicos têm sido utilizados como indicador sensível as alterações provocadas pelo manejo do solo e das culturas (HUNGRIA et al., 2009; BABUJIA et al., 2010; SILVA et al., 2010). Adicionalmente, correlações positivas entre parâmetros microbiológicos e produtividade de culturas têm sido observados (HUNGRIA et al., 2009; SILVA et al., 2010). Todavia, a compreensão dos fatores determinantes e seletivos de habitats microbianos no solo ainda é limitada (WAKELIN et al., 2008), devido a complexa interação entre eles, influenciando a função e a diversidade microbiana. Acredita-se na hipótese de que solos com alta diversidade microbiana têm uma maior capacidade tampão frente às mudanças nas condições ambientais, em comparação com solos com baixa diversidade (IBEKWE et al., 2007; TREONIS et al., 2010).

Nesse contexto, parâmetros microbiológicos têm sido utilizados com sucesso como indicadores de qualidade do solo, por serem indicadores rápidos e sensíveis aos impactos provocados pelo manejo. Entretanto, esses parâmetros não consideram possíveis alterações na estrutura do solo ao longo do perfil. Diante do exposto, será que alterações morfológicas observadas na estrutura do solo se relacionariam com modificações na microbiota do solo?

## Referências

- BABUJIA, L.C.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; BROOKES, P.C. Microbial biomass and activity at various soil depths in a Brazilian oxisol after two decades of no-tillage and conventional tillage. **Soil Biology & Biochemistry**, v.42, p.2174–2181, 2010.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L.; ERNANI, P.R. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. **Plant and Soil**, v.238, p.133–140, 2002.
- BATEY, T. Soil compaction and soil management—a review. **Soil Use and Management**, v.25, p.335–345, 2009.
- DRURY, C.F.; YANG, X.M.; REYNOLDS, W.D. & TAN, C.S. Influence of crop rotation and aggregate size on carbon dioxide production and denitrification. **Soil & Tillage Research**, v.79, p.87–100, 2004.
- FEBRAPDP (Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha). **Área de plantio direto no Brasil**. Disponível em: < <http://www.febrapdp.org.br/download/BREvolucaoPD2002a2006.pdf>. Acesso em: 18/07/12.
- FENG, Y.; MOTTA, A.C.; REEVES, D.W.; BURNESTER, C.H.; VAN SANTEN, E.; OSBORNE, J.A. Soil microbial communities under conventional-till and no-till continuous cotton systems, **Soil Biology & Biochemistry**, v.35, p.1693–1703, 2003.



FRANZLUEBBERS, A.J. Water infiltration and soil structure related to soil organic matter and its stratification with depth. **Soil & Tillage Research**, v.66, p.197–205, 2002.

GAUTRONNEAU, Y.; MANICHON, H. **Guide méthodique du profil cultural**, Lyon, CEREF-GEARA, 1987. 71p.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; BRANDÃO-JUNIOR, O.; KASCHUK, G.; SOUZA, R.A. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experiment with three soil-tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology**, v.42, p.288–296, 2009.

IBEKWE, A.M.; KENNEDY, A.C.; HALVORSON, J.J.; YANG, C.H. Characterization of developing microbial communities in Mount St. Helens pyroclastic substrate. **Soil Biology & Biochemistry**, v.39, p.2496–2507, 2007.

JIN, H.; HONGWEN, L.; RASAILY, R.G.; QINGJIE, W.; GUOHUA, C.; YANBO, S.; XIAODONG, Q.; LIJIN, L. Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat–maize cropping system in North China Plain. **Soil & Tillage Research**, v.113, p.48–54, 2011.

LÓPEZ-FANDO, C.; PARDO, M.T. Soil carbon storage and stratification under different tillage systems in a semi-arid region. **Soil & Tillage Research**, v.111, p.224–230, 2011.

MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento). **Programa ABC**. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/plano-abc> > Acesso em 03 de Março de 2012.

MUNKHOLM, L.J.; HECK, R.J.; DEEN, B. Long-term rotation and tillage effects on soil structure and crop yield, **Soil & Tillage Research**, v.127, p.85–91, 2013.

RALISCH, R.; ALMEIDA, E.; SILVA, A.P.; PEREIRA NETO, O.C.; GUIMARÃES, M.F. Morphostructural characterization of soil conventionally tilled with mechanized and animal traction with and without cover crop. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1795–1802, 2010.

SILVA, A.P.; BABUJIA, L.C.; FRANCHINI, J.C.; SOUZA, R.A.; HUNGRIA, M. Microbial biomass under various soil- and crop- management systems in short- and long- term experiments in Brazil. **Field Crops Research**, v.119, p.20–26, 2010.

TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F.; MEDINA, C.C.; BALBINO, L.C.; NEVES, C.S.V.J. Método do perfil cultural para avaliações do estado físico de solos em condições tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.393–399, 1999.

TREONIS, A.M.; AUSTIN, E.E.; JEFFREY, S.; BUYER, S.; MAUL, J.E.; SPICER, L.; ZASADA, I.A. Effects of organic amendment and tillage on soil microorganisms and microfauna, **Applied Soil Ecology**, v.46, p.103–110, 2010.

WAKELIN, S.A.; MACDONALD, L.M.; ROGERS, S.L.; GREGG, A.L.; BOLGER, T.P.; BALDOCK, J.A. Habitat selective factors influencing the structural composition and functional capacity of microbial communities in agricultural soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v.40, p.803–813, 2008.

## FORMAÇÃO E COMPETÊNCIAS DOS PROFISSIONAIS DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

Álvaro Luiz Mafra<sup>1</sup>

Ildegardis Bertol<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutor em Solos e Nutrição de Plantas

<sup>2</sup>Doutor em Ciência do Solo

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Lages - SC, <sup>1</sup>*alvaro.mafra@udesc.br*

<sup>2</sup>*ildegardis.bertol@udesc.br*

**Palavras-chave:** agricultura conservacionista, consciência, educação; recursos naturais.

### Introdução

A formação e competências dos profissionais que atuam em manejo e conservação do solo e da água devem ser fundamentadas em princípios que garantam a capacidade produtiva do solo, assim como o desempenho das suas funções ambientais, as quais dependem do equilíbrio e das interações entre esses recursos naturais. O assunto merece destaque pela evolução nas práticas agrícolas e pelo desenvolvimento técnico e científico alcançado nessa área no Brasil. Além disso, destaca-se que nossa qualidade de vida depende do uso racional das terras, da proteção aos solos e da capacidade de manter as superfícies terrestres biodiversas, abastecedoras e reguladoras dos mananciais.

A adoção do manejo conservacionista deve ser resultado da mudança de consciência e de atitude humana, revertendo sua relação predatória com a natureza. Nosso comportamento de respeito aos limites naturais do Planeta é ponto de partida para equacionar o balanço entre a necessidade crescente de alimentos, energia e fibras, provenientes das superfícies de cultivo, as quais são reduzidas progressivamente pela degradação das terras, agravada pelas mudanças climáticas.

### Manejo Conservacionista e Compreensão das Relações Solo-Água

O manejo do solo abrange um conjunto de práticas agrícolas relacionadas ao preparo do solo, sistematização do terreno, adoção de sistemas de cultivo e suas intervenções como adubação e correção químicas, tratamentos culturais e outras ações promotoras da sanidade e crescimento vegetal. A abordagem conservacionista se refere à proteção do solo contra agentes erosivos ou outras formas de degradação natural ou induzida pelo homem.

O manejo adequado dos solos na agricultura, fundamentado em critérios conservacionistas é uma das bases produtivas, capaz de satisfazer as necessidades humanas e garantir seu desempenho ambiental, ligado à posição de interface que a pedosfera ocupa na superfície terrestre e por sua relação com os ciclos da matéria e energia, mediadas pela biota ou pelas formas de cultivo adotadas.

As atividades agropecuárias no Brasil têm notada importância econômica e ocupam grande extensão de áreas, nas quais ocorre extensa variedade de solos e condições climáticas ativas como chuvas intensas. Esses fatores favorecem a degradação dos solos, causada pela erosão, compactação, oxidação da matéria orgânica, esgotamento de nutrientes, acidificação e salinização. A disponibilidade e qualidade dos recursos solo-água podem também ser comprometidas por outras intervenções

humanas, predadoras do capital natural, como mineração, urbanização e industrialização, que retiram, impermeabilizam e podem contaminar o solo.

As relações do manejo e conservação do solo com o componente hídrico são ligadas à natureza porosa intrínseca do solo e à influência que as formas de uso e manejo ocasionam na quantidade, distribuição de tamanho e formato dos poros. Assim, solo manejado e conservado adequadamente deve proporcionar infiltração, armazenamento e redistribuição adequada da água na paisagem, reduzindo perdas por evaporação excessiva, escoamento superficial e drenagem profunda. Tal adequação também deve considerar a necessidade, em muitos casos, de estruturas complementares, como terraços ou outras modificações superficiais, que podem armazenar e disciplinar o escoamento da água, além de reter parte dos sedimentos arrastados, quando chuvas intensas superam a capacidade de infiltração e armazenagem do solo.

Dessa maneira, o manejo conservacionista do solo pressupõe controle da erosão, considerada a principal forma de degradação do solo, especialmente prejudicial à sua capacidade produtiva por ocasionar perda da camada superficial, em geral mais rica em nutrientes e matéria orgânica; ao agir seletivamente, com remoção preferencial da fração coloidal mais reativa; e por favorecer o selamento superficial, que diminui a capacidade de infiltração e de armazenamento de água no solo.

Ressalta-se que o abastecimento de água e a qualidade desse recurso nas superfícies terrestres dependem fundamentalmente da saúde do solo e da conservação da biodiversidade. O desgaste pela erosão e a impermeabilização das terras em áreas de cultivo ou sujeitas ao desenvolvimento de outras atividades humanas é duplamente crítica em relação à condição hídrica, por aumentar e acelerar a enxurrada e pelo menor armazenamento no solo, que diminui o suprimento de água nas lavouras. Deve-se considerar que contaminação e poluição do solo são estritamente ligadas à perda de qualidade da água. O desequilíbrio nas relações solo-água é ainda mais destacado em um cenário de mudanças climáticas e intensificação de eventos catastróficos (PRADO et al., 2010). Dessa forma, o manejo conservacionista pode conferir maior estabilidade produtiva e ambiental, além da maior segurança alimentar (AMUNDSON et al., 2015).

Assim, a formação profissional para atuar em manejo e conservação do solo e da água deve permitir compreensão e respeito a esses processos que garantem a capacidade produtiva e saúde ambiental aos solos, como ainda prevenir ações antrópicas predatórias.

## **Competências para Atuar em Manejo e Conservação do Solo e da Água**

A experiência acumulada pelos agricultores e o desenvolvimento da Ciência do Solo brasileira muito tem contribuído para identificar estratégias de manejo apropriadas à nossa realidade e deter o avanço da erosão e degradação das terras, que se intensificou com a expansão da revolução verde, a partir das décadas de 1960-70. Neste período, a base produtiva das atividades agropecuárias era fundamentada na mecanização intensiva, uso maciço de agroquímicos e na simplificação das paisagens pelos monocultivos. Evoluiu-se, principalmente a partir da década 1990, tornando o setor competente para adaptar e adotar amplamente nos mais variados ambientes, a agricultura conservacionista, o que tem contribuindo para melhoria da capacidade produtiva dos solos (LEITE et al., 2014). O modelo conservacionista trouxe avanços técnicos e científicos e foi de certa maneira incentivado por políticas públicas.

Apesar disso, são constatadas deficiências na formação e, em muitas regiões, observa-se carência de profissionais que garantam o planejamento conservacionista de uso do solo e água, tanto

na dimensão da propriedade, quanto na escala da microbacia, onde ocorre a integração das relações solo-água-vegetação-homem.

Dentre as estratégias conservacionistas, a redução da intensidade de preparo do solo e a manutenção da cobertura do solo, baseada na rotação de culturas foram muito eficientes em reduzir as perdas de solo por erosão. Entretanto, por si só tais práticas não reduzem tão significativamente perdas e não melhoram a qualidade da água que escoas das áreas de cultivo. A enxurrada embora saia das lavouras aparentemente mais limpa, ocorre muitas vezes de forma intensa e pode representar perdas acentuadas de nutrientes e pesticidas, uma vez que a aplicação desses insumos se dá na superfície dos solos. Somado a isso, a intensificação da compactação, a continuidade ou reaparecimento da erosão, mesmo que encoberta pela camada de palha na superfície, juntamente com o aumento de plantas resistentes aos dessecantes e com a maior ocorrência de doenças e pragas indicam que a saúde do solo precisa ser melhor considerada.

As competências profissionais nesse campo necessitam readquirir destaque no eixo educacional, nos cursos técnicos, de graduação e pós-graduação atuantes no uso e manejo dos recursos naturais, em especial nas Ciências Agrárias. Além do ensino, a pesquisa agropecuária e a extensão rural também devem estar alinhadas neste compromisso. Os aspectos conservacionistas nessa formação em muitos casos não têm sido suficientemente detalhados e são em alguns casos retirados das matrizes curriculares, ou deixados como optativos. As razões dessa desvalorização destes conteúdos se dão pela falta de percepção quanto à necessidade do cuidado com as bases produtivas ou por não trazer diretamente um apelo comercial, na forma de insumos e outras soluções atrativas aos setores biotecnológicos e petroquímicos, que dominam comercialmente o agronegócio. Esse modelo dominante impregnado no meio acadêmico atrai os egressos das instituições de ensino para atuarem na assistência técnica, em geral como vendedores dessa tecnologia e tem sido bastante eficiente para convencer os agricultores de que a conservação do solo e da água já não é mais necessária.

Essas deficiências na formação profissional e a ideologia dominante nos produtores têm permitido abrir mão do solo vivo, da rotação de culturas e da proteção superficial como fundamentos do manejo do solo e da água. Práticas consagradas como terraceamento, cultivo em contorno, uso de plantas de cobertura e adubação verde muitas vezes deixam de ser incluídas no planejamento das propriedades para seguir um sistema doentio e vulnerável aos rigores da natureza, mas, lucrativo aos seus mentores e controladores.

A cooptação das mentes no ensino e na formação profissional também é intensificada no meio científico, que volta suas pesquisas e direciona seus resultados à publicação frenética de artigos. A forma de medida em geral determinada pela comunidade científica para seu trabalho, que deveria ser referente à sua contribuição para melhoria da qualidade de vida ou ao ganho ambiental, passa a ser estabelecida por fatores de impacto, indicados pela quantidade de citações, que possivelmente melhor se relacionam com o grau de assimilação dos autores por esse modelo dominante.

O planejamento conservacionista das terras que seria implementado com auxílio do serviço de extensão rural, já fragilizado ou completamente ausente, deixa de ser executado e passa a ser substituído por agentes técnicos das companhias de insumos, remunerados pelo avanço das vendas. As recomendações de manejo embora ainda possam ter o apelo conservacionista e de sustentabilidade, deixam de considerar as particularidades de solos ou outros fatores ambientais, e passam a seguir um calendário de aplicações, facilitadas pelas máquinas automatizadas por sistemas georreferenciados e dominados a distância.

Por outro lado, afloram em muitas regiões opções de manejo baseados em sistemas integrados, que abrangem agricultura e pecuária, ou sistemas mais diversificados como os agroflorestais, que trazem novas perspectivas para conservação do solo e da água. Esses sistemas podem manter e melhorar a capacidade produtiva das terras, muitas vezes já degradadas em algum nível, de forma a permitir atividades agropecuárias lucrativas, mas social e ambientalmente adequadas.

## Desafios Futuros no Manejo e Conservação do Solo e da Água

A evolução na formação e o desenvolvimento de competências para atuar no manejo e conservação do solo e da água devem considerar a necessidade de se superar a dinâmica dissociativa representada pela erosão dos solos, que desagrega, arrasta as partículas e representa importante perda desse recurso. Para isso é necessário que o homem se reconecte com a natureza, deixando de estar acima, para fazer parte dela (MIKLÓS, 2001).

Algumas estratégias devem ser adotadas para melhorar e garantir a qualidade do solo, visando tornar um sistema mais estável e autoorganizado, suportado por processos ordenativos, que conservem matéria e energia nos ambientes de produção (ADDISCOTT, 2010). O ponto de partida para isso é termos a competência para conscientizar a sociedade para o fato de que a degradação do solo é um fenômeno importante e que ameaça nossa sobrevivência. Como destacado por Montgomery (2012), não é admissível que, apesar de toda modernidade e informação que dispomos, continuemos em nível mundial com perdas de solo da antiguidade. Em contrapartida, devemos ter claro que, apesar do solo ser um sistema complexo quanto à sua formação e funcionamento, a manutenção da sua fertilidade e capacidade produtiva é dependente de dois princípios simples, a saber: manter a erosão em níveis menores ou no máximo equivalente à taxa de formação; e estimular e manter a vida do solo, a qual regula a ciclagem de nutrientes. Solo fértil é base de toda vida e dela depende para seu funcionamento, sendo considerado a fundação dos ecossistemas terrestres.

A base para formação e atuação competente em manejo e conservação do solo e da água deve respeitar esses dois princípios fundamentais, tanto pelo conhecimento dos fatores que determinam o desgaste do solo pela erosão, como pelos aspectos que garantam esse recurso vivo. Além da fundamentação técnica e científica, a atuação conservacionista é uma questão de consciência, que deve romper com a ideologia e os valores do monocultivo (SHIVA, 2003), degradador dos solos, para respeitar e cultivar a biodiversidade nas paisagens produtivas e naturais. A mudança de atitude humana, passando de consumista para conservacionista, é o ponto de partida desse trabalho de formação, para atuar efetivamente e regido por este comportamento na agricultura e em outros setores na sociedade.

## Referências

- ADDISCOTT T.M. Entropy, non-linearity and hierarchy in ecosystems. **Geoderma**, v.160, p.57-63, 2010
- AMUNDSON R., BERHE A.A., HOPMANS J.W., OLSON C., SZTEIN A.E., SPARKS D.L. Soil and human security in the 21st century. **Science**, v.348, p.647-53, 2015
- LEITE LFC, MACIEL GA, ARAÚJO ASF. (Ed.). **Agricultura conservacionista no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2014, 598p.
- MIKLÓS A.A.W. A terra e o homem. In: MIKLÓS A.A.W. (Coor.). **A dissociação homem e natureza: Reflexos no desenvolvimento humano**. São Paulo: Antroposófica; Botucatu: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2001, p.25-39.

MONTGOMERY D.R. Soil and civilization: Time for a greener revolution. **Food Ethics**, V.7 p.4-6, 2012

PRADO R.B., TURETTA A.P.D., ANDRADE A.G. (Org.). **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010, 486p.

SHIVA V. **Monoculturas da mente**: perspectivas da biodiversidade e da biotecnologia. São Paulo: Gaia, 2003, 240p.

## SOLOS EM SISTEMAS IRRIGADOS

Daniel Fonseca de Carvalho

Doutor em Engenharia Agrícola - Irrigação e Drenagem

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

Seropédica - RJ, [carvalho@ufrrj.br](mailto:carvalho@ufrrj.br)

**Palavras-chave:** agricultura irrigada; conservação do solo; otimização do uso da água.

### Introdução

É cada vez mais evidente a importância da técnica da irrigação no atendimento à demanda mundial por alimentos, uma vez que mais de 40 % da produção total é proveniente de áreas irrigadas, embora estas representem menos de 20 % da área total cultivada. Por outro lado, a redução da qualidade e da disponibilidade dos recursos hídricos tem se tornado um grave problema, comprometendo a possibilidade do desenvolvimento socioeconômico de regiões e até de países.

Dentre as diversas atividades que exploram os recursos água e solo, a agricultura se destaca, pois, além de demandar grande quantidade de água, aproximadamente 70 % da água doce do planeta, muitas de suas práticas preconizam o uso excessivo de produtos que podem contaminar o solo e as próprias fontes de água. Em estudos realizados pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2015), o Brasil utiliza, em média, 75 % de água doce para a irrigação, totalizando uma vazão de  $1.209,64 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , atingindo 86,6 % na bacia do rio Paracatu, afluente do rio São Francisco (TEIXEIRA et al., 2006).

### Agricultura Irrigada

A técnica da irrigação é definida como sendo a aplicação artificial de água, visando proporcionar umidade do solo adequada ao desenvolvimento normal das plantas nele cultivadas, a fim de suprir a falta ou a má distribuição das chuvas. Assim, pretende-se satisfazer as necessidades hídricas das culturas, aplicando água de maneira uniforme e eficiente: que a água aplicada seja distribuída com a maior uniformidade possível e armazenada na zona radicular à disposição da cultura.

De acordo com Sparovek et al. (2015), o Brasil irriga aproximadamente 6 milhões de hectares (Tabela 1), e deste total, 37 % (2,2 milhões ha) encontram-se em áreas com impossibilidade de expansão sem que haja impactos ambientais. Segundo o estudo, estas bacias irrigam em média 99 % da sua área total irrigável e se localizam próximas a grandes centros urbanos e em boa parte do Agreste e Sertão nordestinos. Os Estados com maior área irrigada no País são São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Bahia e Goiás, que juntos, possuem cerca de 68 % de toda a área irrigada atualmente. Desta, 19 % (1,1 milhão ha) apresenta possibilidade de expansão, justificando a intervenção pública de forma expressiva para o desenvolvimento sustentável regional. Essas áreas apresentam potencial de área irrigável de 27 milhões ha.

Considerando a aptidão de solo e relevo, o Brasil apresenta um potencial de expansão de 61 milhões de hectares (Tabela 2).



**Tabela 1.** Área irrigada no Brasil.

| Região       | Total (ha) | Total (%) |
|--------------|------------|-----------|
| Norte        | 205.654    | 3,4       |
| Nordeste     | 1.492.901  | 24,7      |
| Sudeste      | 2.197.829  | 36,4      |
| Sul          | 1.279.892  | 21,2      |
| Centro-Oeste | 863.562    | 14,3      |
| Total        | 6.039.839  | 100,0     |

**Tabela 2.** Área (ha) adicional irrigável no Brasil.

| Região       | Aptidão de solo e relevo |            |            | Total      | %     |
|--------------|--------------------------|------------|------------|------------|-------|
|              | Alta                     | Média      | Baixa      |            |       |
| Norte        | 2.059.173                | 3.818.623  | 5.148.649  | 11.026.445 | 18,0  |
| Nordeste     | 1.743.102                | 3.176.922  | 3.181.048  | 8.101.073  | 13,2  |
| Sudeste      | 3.425.917                | 3.794.523  | 6.887.616  | 14.108.056 | 23,0  |
| Sul          | 2.281.044                | 2.303.516  | 4.126.770  | 8.711.330  | 18,0  |
| Centro-Oeste | 8.917.466                | 6.555.926  | 3.937.393  | 19.410.784 | 18,0  |
| Total        | 18.426.701               | 19.649.511 | 23.281.477 | 61.357.688 | 100,0 |

## Solo x Irrigação

Os processos fisiológicos envolvidos na produção vegetal têm uma relação estreita com a disponibilidade de água no solo para as plantas (CARVALHO; OLIVEIRA, 2012). A forma de arranjo das partículas do solo afeta a interação solo-água-planta-atmosfera, que, em termos de estado de energia da água na forma de potencial, determina os processos de passagem de água e nutrientes para as plantas.

O solo é constituído de material sólido e orgânico, cuja estruturação proporciona a formação do espaço poroso ocupado com água e ar. Portanto, o solo pode ser considerado um meio poroso em relação à retenção e ao movimento de água, solutos e ar, cuja dimensão depende do grau de estruturação do solo e dos caminhos preferenciais criados pela atividade da fauna no solo, do sistema radicular das plantas e das argilas expansivas.

Com relação à retenção de água no solo, a granulometria e o grau de estruturação assumem importância, pois a água é retida pelas forças de adsorção (adesão e coesão), e a quantidade depende do espaço poroso e da superfície disponível. A fração sólida do solo interage fisicamente com a fração líquida, e essa interação pode variar em função das características do material sólido, da porosidade e da textura. O conhecimento da textura do solo de forma isolada não fornece informações suficientes a respeito das suas propriedades físico-hídricas, mas permite que se estabeleça uma faixa de magnitude esperada para certo parâmetro. Ao contrário da textura, a estrutura é altamente dinâmica, sendo um importante parâmetro qualitativo das condições de solo e pode ser avaliada pela densidade do solo e das partículas, pela porosidade total e pela distribuição dos poros e agregados.

## Umidade do Solo

A umidade do solo é um fator importante nos processos de transferência de água entre o solo, a planta e a atmosfera. Sua determinação constitui uma importante ferramenta nos estudos relacionados com o movimento de água no solo e o manejo da irrigação, especificamente com relação à época de se irrigar e à quantidade de água a ser aplicada. Dentre os métodos de determinação destacam-se o gravimétrico (padrão da estufa), que fornece diretamente os valores de umidade no solo, e os indiretos, que tomam como base medidas da moderação de nêutrons, da resistência do solo à passagem de uma corrente elétrica, da constante dielétrica do solo, da tensão da água no solo etc. Esses métodos vêm evoluindo ao longo do tempo, adequando-se ao avanço das tecnologias.

## Armazenamento de Água no Solo

A partir do conhecimento da umidade do solo ( $\theta \rightarrow$  umidade em volume,  $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ), é possível determinar a quantidade de água armazenada no perfil ( $\text{ARM}_L$ , mm), pois numericamente a altura de água em camadas de 1,0 cm é igual ao  $\theta$  de cada camada. A equação 1, portanto, expressa o armazenamento até a profundidade  $L$  (mm).

$$\text{ARM}_L = \sum_{i=1}^L \theta_i \quad (1)$$

Sendo impraticável, em campo, se determinar  $\theta$  em camadas de 1 cm, o conceito de perfil de umidade é adotado, e quando descrito matematicamente de forma simplificada, o armazenamento de água no solo é obtido pela equação 2:

$$\text{ARM}_L = \bar{\theta}(L_2 - L_1) \quad (2)$$

em que  $(L_2 - L_1)$  é a espessura da camada de solo de interesse, em mm.

O perfil de umidade é de grande utilidade no estudo do balanço de água no solo, pois sua variação temporal permite a determinação, por exemplo, da taxa de evapotranspiração, da ascensão capilar e da drenagem interna do perfil do solo e do acompanhamento do processo de redistribuição de água após cessar uma chuva ou irrigação.

## Retenção de Água no Solo

A retenção de água é uma importante característica dos solos e está relacionada às forças superficiais que determinam o nível de energia da água no solo. A água no solo pode conter energia e pelo fato da velocidade com que se movimenta ser muito baixa, a energia potencial constitui-se numa importante ferramenta na determinação do estado de energia e no estudo do movimento da água no solo.

Os processos de retenção de água no solo se relacionam com a microporosidade do solo, por meio do fenômeno da capilaridade, e com a adsorção que ocorre na superfície das partículas do solo, onde atuam as forças de Van der Waals e as forças eletromagnéticas exercidas pelas superfícies coloidais das partículas sobre a água. O conjunto dessas forças possibilita aos sólidos reter água e controlar a sua movimentação e, conseqüentemente, a sua disponibilidade.

O potencial da água no solo ( $\psi$ ) representa a diferença de energia entre o estado da água no solo num dado instante e o estado padrão. É representado pela soma dos componentes de pressão ( $\psi_p$ ), gravitacional ( $\psi_g$ ), osmótico ( $\psi_o$ ) e matricial ( $\psi_m$ ). Pelo fato do solo agricultável geralmente não se encontrar em condições de saturação e o potencial osmótico normalmente ser desconsiderado no que se refere ao movimento de água, o potencial matricial constitui um importante componente do potencial total e influencia diretamente na retenção de água pela matriz do solo. É determinado com o uso de tensiômetros, sendo largamente utilizado no controle da irrigação.

A utilização do tensiômetro para estimar a umidade do solo deve ser acompanhada de uma curva que correlaciona valores de potencial matricial ( $\psi_m$ ) com o conteúdo de água no solo ( $\theta$ ), conhecida como curva característica ou curva de retenção da água no solo. Essas curvas são determinadas sob diferentes tensões (0,1; 0,3; 1,0; 3,0; 5,0; 10,0 e 15,0 atm), a partir da condição de saturação ( $\psi_m = 0$ ). As tensões na faixa de 0,1 a 0,3 e de 15 atm tem sido utilizadas para representar, respectivamente, os valores de umidade do solo na capacidade de campo ( $\theta_{cc}$ ) e no ponto de murcha ( $\theta_{P_m}$ ), definidos como sendo a máxima quantidade de água retida pelo solo, contra a ação da gravidade, depois que qualquer movimento de drenagem seja considerado desprezível; e a umidade do solo na qual uma planta murcha e não restabelece a turgidez, mesmo quando colocada em atmosfera saturada por 12 h. Desde que a geometria do sistema não varie de forma expressiva com o tempo, a curva característica é única e não precisa ser determinada em cada experimento.

Com base no princípio do tensiômetro, Medici et al. (2010) desenvolveram um acionador automático para irrigação, de baixo custo. O dispositivo é composto de um sensor instalado no solo (cápsula porosa), uma mangueira de polietileno e um pressostato, instalado a um determinado desnível em relação à cápsula. Em resposta à tensão de água no solo, o pressostato é acionado, permitindo a passagem de corrente elétrica para uma válvula solenóide, caso o sistema de irrigação seja abastecido por gravidade, ou uma bomba hidráulica. O acionador tem sido utilizado com sucesso em diversos trabalhos conduzidos em vaso, com solo e substrato, em campo e até mesmo em bandejas de mudas.

## Disponibilidade de Água no Solo

A água no solo teoricamente considerada disponível às plantas é aquela armazenada entre as umidades correspondentes à capacidade de campo ( $\theta_{cc}$ ) e ao ponto de murcha permanente ( $\theta_{P_m}$ ). Portanto, de acordo com a Eq. 2, o cálculo da água disponível a uma determinada profundidade é facilmente realizado desde que se conheçam  $\theta_{cc}$ ,  $\theta_{P_m}$  e a profundidade de interesse ( $Z$ ), conhecida como profundidade efetiva do sistema radicular. As equações 4 e 5 representam a água disponível (AD - mm) e a água facilmente disponível (AFD - mm):

$$AD = DTA.Z \quad (4)$$

$$AFD = AD.f \quad (5)$$

sendo “f” um fator que representa a disponibilidade de água no solo, dependente da cultura e da evapotranspiração do período. A AFD, também conhecida como IRN (irrigação real necessária), se caracteriza como a máxima lâmina a ser aplicada em um evento de irrigação.

## Balanço de Água no Solo

Associada à umidade do solo, a lâmina d'água a ser aplicada na irrigação pode também ser estimada pela evapotranspiração (ET), que compreende a água transferida de uma superfície úmida (evaporação) para atmosfera, somada à transpiração das plantas, a qual é controlada pela disponibilidade de energia, pelo poder evaporante do ar e pela água disponível no solo às plantas (PEREIRA et al., 1997). A estimativa correta da ET favorece o planejamento e o manejo adequados dos sistemas de irrigação, minimizando os custos na aquisição dos equipamentos, bem como os impactos negativos da aplicação deficitária ou excessiva de água.

A ET pode ser determinada pelo monitoramento dos diferentes componentes da água no solo. O método, denominado de Balanço de água no solo, consiste em monitorar os fluxos de entrada e saída de água na zona radicular, durante um determinado tempo. A irrigação (I) ou chuva (P) representam as entradas de água no sistema, sendo que parte dessa água pode escoar superficialmente para fora da área (ES) ou percolar abaixo da zona radicular (PP). Além disso, pode haver ascensão capilar (AC), representando entrada de água no sistema, e movimentação horizontal da água na região subsuperficial ( $\Delta FS$ ). Finalmente, após o monitoramento de todos os fluxos de água possíveis (entradas e saídas), a evapotranspiração (ET) pode ser avaliada em função da variação do armazenamento de água no solo ( $\Delta ARM$ ) durante o período de tempo.

Quando a área em estudo apresentar baixa declividade, lençol freático profundo e não receber água de áreas vizinhas com maior altitude, os termos ES, AC e  $\Delta FS$  podem ser desprezados no balanço, podendo este ser representado por:

$$E = I + P - \Delta ARM \quad (6)$$

Em sistemas com turno de rega pequeno (1 ou 2 dias) e quando não há precipitação, a  $\Delta ARM$  representa a lâmina de irrigação e, conseqüentemente, a própria demanda evapotranspirométrica da cultura.

## Uso de Hidroretentores (Hidrogel)

Apesar da atividade agrícola ser dependente de inúmeros fatores do sistema solo-água-plantas-atmosfera, um adequado manejo da irrigação pode ser estabelecido com base no monitoramento da umidade do solo. Associado a isso, práticas de cultivo que promovam o aumento da capacidade de armazenamento de água no solo podem influenciar na qualidade da produção, e nesse sentido, o uso de condicionadores de solo, conhecidos como hidrogel, tem apresentado resultados satisfatórios, principalmente em cultivo protegido, onde o uso da irrigação é imprescindível (SANTOS et al., 2015). O hidrogel é um polímero hidrofílico com a capacidade de armazenar grande quantidade de água, permitindo sua liberação, em um fluxo contínuo, na quantidade necessária ao desenvolvimento das plantas (REHMAN et al., 2011).

## Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação (SIBCTI)

Organizado pela Embrapa Solos em parceria com diversas instituições, o SIBCTI enfoca o uso dos recursos naturais diante da necessidade da sustentabilidade das atividades agrícolas, ou seja, segundo sua aptidão, sendo considerado fator básico no estabelecimento da coerência ecológica. Em sua segunda versão (AMARAL, 2011), o SIBCTI aborda temas relacionados a solo, culturas e

manejo praticados na região semiárida e busca classificar a aptidão de terras para irrigação por meio do ordenamento da área em relação a uma referência, indicando qual sistema de irrigação é mais apropriado para tal localidade e que(ais) cultura(s) deve(m) ser implantada(s).

De acordo com Amaral (2011), a metodologia é baseada no tipo de manejo a ser realizado conforme especificações técnicas, considerando as condições edafoclimáticas da região relacionadas ao solo (profundidade efetiva do sistema radicular, nível de salinidade etc.), água de irrigação (salinidade, sodicidade, fitotoxicidade de alguns elementos) e sistema de irrigação (influência do método de irrigação no manejo das culturas e nas características da planta e do solo). A partir da definição de cada especificação ambiental e de manejo é identificada uma situação de referência, a partir da qual se espera a máxima produtividade. Assim, o SIBCTI interage com 4 principais variáveis (SOLO, SISTEMA DE IRRIGAÇÃO, CULTURA e QUALIDADE E CUSTO DA ÁGUA), sendo definidas 6 classes de produtividades relativas: Classe 1 (classe de referência, a partir da qual se espera máxima produtividade), Classe 2, Classe 3, Classe 4, Classe 5 e Classe 6, com produtividades relativas de, respectivamente, 90, 75, 50, 25 e < 10 % em relação à referência (Classe 1).

## Referências

- AMARAL, F.C.S. **Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na região semárida**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011, 164p.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil - Informe 2015**. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acessado em 14/09/2016.
- CARVALHO, D.F. & OLIVEIRA, L.F.C. **Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada**. Viçosa: Editora UFV, 2012, 240p.
- MEDICI, L.O., ROCHA, H.S., CARVALHO, D.F., PIMENTEL, C., AZEVEDO, R.A. Automatic controller to water plants. **Scientia Agricola**, v.67, n.6, p.727-730, 2010.
- PEREIRA, A.R., VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997, 183p.
- REHMAN, A.; AHMAD, R.; SAFDAR, M. Effect of hydrogel on the performance of aerobic rice sown under different techniques. **Plant, Soil and Environment**, Praga, v.57, n.7, p.321-325, 2011.
- SANTOS, T.H.; CARVALHO, D.F.; SOUZA, C.F.; MEDICI, L.O. Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.5, p.852-862, set./out. 2015.
- SPAROVEK, G.; LEITE, C.V.; BARRETO, A.G.O.P.; MAULE, R.F.; DOURADO NETO, D.; Análise territorial e potencial da agricultura irrigada no Brasil. **ITEM - Irrigação & Tecnologia Moderna**. n.106, p.50-55, 2015.
- TEIXEIRA, A.F.; SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F.; NOVAES, L.F.; RAMOS, M.M.; RODRIGUEZ, R.D.G. Vazões consumidas pela irrigação e pelos abastecimentos animal e humano (urbano e rural) na bacia do Paracatu no período de 1970 a 1996. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.11, n.3, p.223, jul/set 2006.

## SOLUÇÕES APRESENTADAS PELA BIOENGENHARIA DE SOLOS

Francisco Sandro Rodrigues Holanda

Doutor em Agronomia, Professor Titular

Universidade Federal de Sergipe - UFS

São Cristóvão-SE, *fholanda@infonet.com.br*

**Palavras-chave:** erosão; engenharia natural; taludes; cisalhamento.

O uso indiscriminado da água e do solo tem levado à degradação de sistemas hídricos, com ênfase aos processos erosivos em encostas ou taludes fluviais, com impacto direto na biodiversidade florística local. A erosão demanda ações de controle que contemplem a estabilização dos taludes marginais utilizando soluções simples, porém com possibilidade de ampla adaptação na bacia hidrográfica, de fácil implementação, correta do ponto de vista ecológico e paisagístico, e utilizando-se de conhecimentos biológicos para estabilização de encostas de terrenos e margens de cursos de água.

O controle da erosão nas encostas ou taludes fluviais por meio da Bioengenharia de Solos ou Engenharia Natural utiliza um conjunto de técnicas que mescla materiais inertes (rochas, geotêxteis, toras de madeira etc) com materiais biológicos (mudas, estacas, sementes etc), visando reduzir a erosão em margens de cursos d'água. A bioengenharia de solos combina os princípios da ecologia, hidrologia, pedologia, geotecnia, geologia e física. A ideia básica é aproveitar as propriedades naturais da vegetação para estabilizar o solo, enquanto as estruturas de aplicação planejada evitam falhas e permitem que, com o tempo, a vegetação se estabeleça. As raízes das plantas dão sustentação ao solo; a vegetação em decomposição cria condições para melhor infiltração da água controlando a erosão (GRAY; SOTIR, 1996). A bioengenharia de solos utiliza técnicas que além de controlar movimentos de massa de solo propiciam condições para o desenvolvimento da vegetação ciliar além de eficiente como ferramenta para diminuição na taxa de erosão por corrasão e posterior solapamento da base do talude marginal.

Para a melhor eficiência na implantação das técnicas de engenharia natural, primeiramente é preciso conhecer as características físicas do solo, morfologia do canal do rio (geomorfologia), comportamento geotécnico da encosta, ângulo de inclinação e características granulométricas do talude, que passa por um re-afeiçoamento ou retaludamento antes da implantação das técnicas.

As plantas são os componentes mais importantes na implantação das biotécnicas que compõem a bioengenharia de solos. As raízes e os caules atuam como estrutura principal e são elementos mecânicos no sistema de proteção de taludes. Uma das características mecânicas importantes das raízes é a sua resistência à tração. O efeito de reforço promovido por raízes relacionado com a estabilidade de taludes é de grande importância e pode ser avaliado em termos de resistência ao cisalhamento do solo, ou seja, um efeito combinado com as raízes resulta em um solo mais coeso. O aumento da resistência ao cisalhamento do solo está vinculado diretamente à transferência direta das tensões de cisalhamento para resistência das raízes à tensão. Esta transferência ocasiona incrementos consideráveis na resistência ao cisalhamento do solo, com consequente redução da erodibilidade, e no aumento da estabilidade do solo.

Utiliza-se assim da vegetação, as raízes e a parte aérea como elementos estruturais e mecânicos para contenção e proteção do solo, em diferentes arranjos geométricos atuando no ancoramento do



solo, na melhoria das condições de drenagem e contribuindo para a redução dos movimentos de massa. As plantas exercem função de estabilização das partículas do solo, através de diversos mecanismos como o aumento da resistência ao cisalhamento, promovida especialmente pelas radículas, que mantêm maior relação superfície volume radicular, e com a estabilização de movimentos de massa pelo efeito das raízes, promovendo o ancoramento de grandes massas de solo (Figura 1).

As principais técnicas de bioengenharia de solos são: estacas vivas, feixes vivos, drenos vegetados, barreiras vivas, geogrelhas vegetadas, parede Krainer, espigão com árvore, gabião de pedra com vegetação, proteção viva de taludes, paliçadas vivas, hidro-semeadura, enrocamento vegetado de pedras (Figura 2), retentores de sedimentos (bermalongas), proteção com geotêxteis etc. Essas técnicas combinam materiais vivos e inertes buscando a estabilização do talude e consequente controle da erosão, possibilitando a recomposição florística do ambiente.

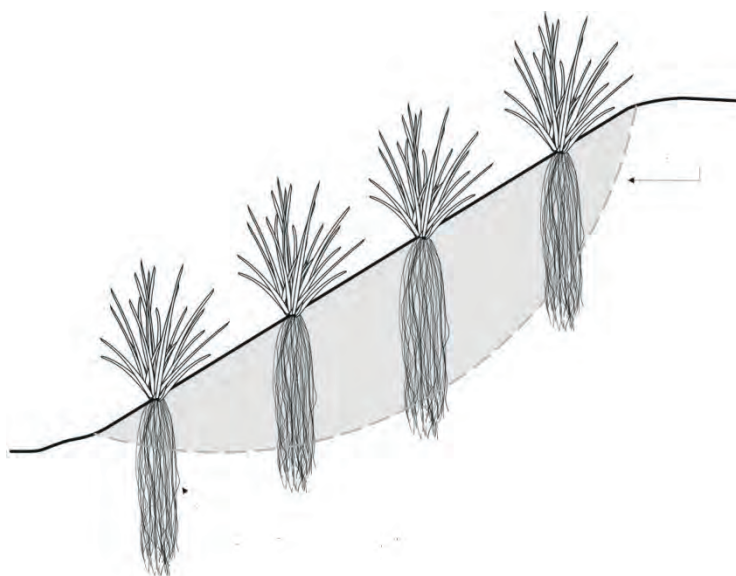


**Figura 1.** Reforço do solo promovido por raízes de gramíneas minimizando os riscos de erosão.

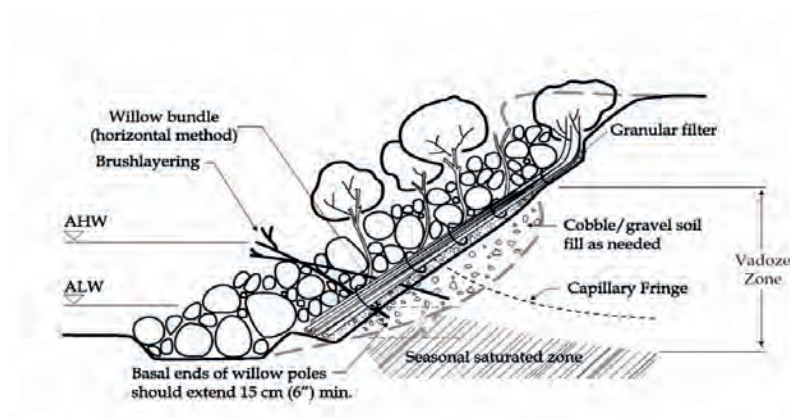


**Figura 2.** Enrocamento vegetado, apresentando materiais vivos (estacas, feixes) e materiais inertes (rochas) e sua disposição no talude fluvial. Fonte: Holanda; Rocha (2011), adaptado de Salix Applied Earthcare (2004).



Estudos sobre a colonização espontânea de taludes devem indicar espécies vegetais mais adaptadas a tal ambiente. No caso das gramíneas, uma espécie exótica tem sido bastante utilizada para uso em obras que visam o controle de erosão, como a espécie nativa da Índia, o capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Nash). Porém busca-se espécies nativas que se destaquem pela formação de uma barreira vegetal viva e densa, e que permita a redução do potencial de runoff, além de alta adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas. Destaca-se a espécie *Paspalum millegrana* Schrad (Figura 3), pertencente à família Poaceae, considerada nativa do Brasil, podendo ser encontrada, principalmente, na região nordeste do país, mas com ampla distribuição na América Tropical e Subtropical. Essa espécie vem sendo pesquisada e tem apresentado muito boas características biotécnicas como sistema radicular profundo e denso, grande número de perfilhos, além de forte resistência à tração.

A técnica da Parede Krainer (cribwall, ou muro de suporte vivo em madeira), é uma das técnicas mais conhecidas em obras de bioengenharia de solos, e se apresenta como uma estrutura composta, constituída de toras de madeira grampeadas, preenchidas com solo, e recoberta por vegetação, com a base do talude enrocada (Figura 4). Uma combinação de madeiras, galhos vivos, solo, rochas é utilizada, com as raízes assumindo eventualmente o propósito estrutural da madeira. A instalação dessa técnica de engenharia natural oferece inúmeras vantagens, dentre elas estão: a estabilidade acima e abaixo do nível da água, ou seja, da base do talude, além de proporcionar um habitat natural para a fauna ribeirinha, proteção imediata do solo, melhoria paisagística do local, além de ser economicamente mais viável.

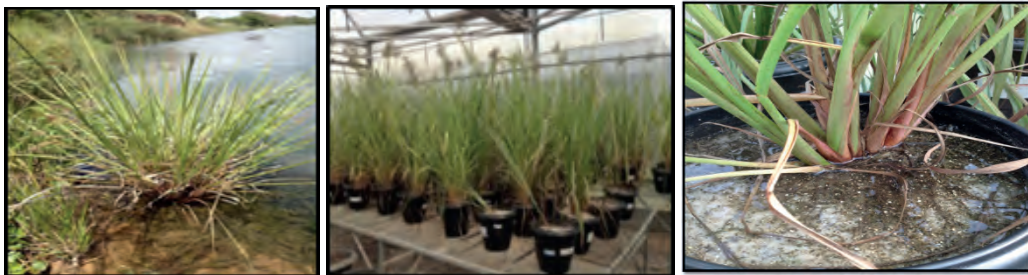


**Figura 3.** Capim-paspalum (*Paspalum millegrana* Schrad) em seu ambiente natural (margem do rio São Francisco - SE) e em ensaios experimentais, apresentando expressivo perfilhamento



**Figura 4.** Talude verticalizado em processo erosivo e etapas de implantação da técnica de Parede Krainer.

Compondo muitas das varias técnicas utilizadas na bioengenharia de solos, os geotêxteis, biomantas ou mantas anti-erosivas em taludes favorecem o controle do escoamento superficial, proporcionando uma melhor infiltração da água no solo, além de reter com mais eficiência as partículas de solo que poderiam ser carregadas em áreas com solo desprovido de cobertura vegetal (Figura 5). Esse componente das biotécnicas realiza a proteção inicial do solo, possibilitando o desenvolvimento da vegetação, assim impedindo a evolução dos processos erosivos. É muito comum também associar ao uso dos geotexteis os retentores de sedimentos ou bermalongas que são cilindros recobertos com malhas sintéticas ou tramas de fibras vegetais e preenchidos por palha de capim ou fibras de coco ou sisal. Esses retentores de sedimentos disciplinam as enxurradas, até que a vegetação promova uma adequada cobertura do solo exercendo a sua função no controle da erosão.

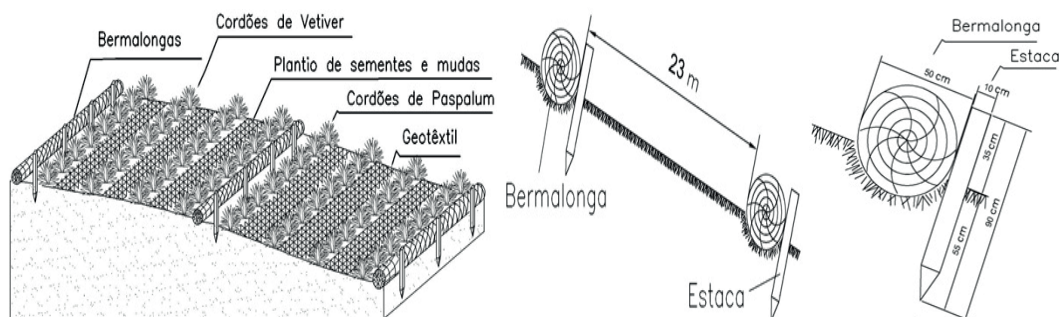


**Figura 5.** Croqui e detalhamento de projeto de bioengenharia de solos em talude do rio Poxim, com destaque para o uso de geotêxteis cordões em contorno de gramíneas (capim-Paspalum e apim-Vetiver) e retentores de sedimentos. Fonte: Santos et al. (2016).

O uso das técnicas de bioengenharia de solos no Brasil tem se mostrado muito promissor, apresentando eficiência, segurança e baixo custo, quando comparada com as técnicas tradicionais de engenharia.

## Referências

- GRAY, D.H.; SOTIR, R. **Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization**. New York: John Wiley, 1996.
- HOLANDA, F.S.R.; ROCHA, I.P. Streambank Soil Bioengineering Approach to Erosion Control. In: CARPI, A. (ed.) **Progress in Molecular and Environmental Bioengineering** - From Analysis and Modeling to Technology Applications, 2011. Cap. 25, p.553-576.
- SANTOS, W.M.; DEDA, R.M.; MELO, A.F.R. de; CAMPOS, M.E.S. **Projeto de recuperação do talude da Estação de Tratamento de Água do Rio Poxim**. 2016, 31p. Trabalho Não publicado.

## AS NASCENTES E SUA INSERÇÃO EM PAISAGENS COM DIFERENTES POTENCIAIS DE USO: UMA REFLEXÃO.

Gustavo Ribas Curcio

Doutor em Engenharia Florestal

Embrapa Florestas

Colombo – PR, [gustavo.curcio@embrapa.br](mailto:gustavo.curcio@embrapa.br)

**Palavras-chave:** solo; água; nascente; potencial filtro.

A importância de se manter a integridade das nascentes e, conseqüentemente, suas funcionalidades ecológicas é uma postura rigorosamente técnica e que deve ser reconhecida pela sociedade como uma ação prioritária e de inestimável valor. É a partir destas que se estabelece toda a configuração hidrológica de superfície, a qual tem suas ramificações controladas pela congruência de elementos climáticos e geológicos.

No entanto, há de se reconhecer que há uma diversificação muito grande de tipos de nascentes, condicionadas pelo efeito das características de distintos substratos geológicos dispostos sob climas diversos, condição esta que determina expressiva variação geomorfológica e pedológica das paisagens. Somado a esta grande variabilidade, há ainda de se considerar que a cobertura vegetal (unidades fitogeográficas) que as recobrem também possui grande diversidade e que esta, especificamente, depreende de variações impostas pelos solos, sobretudo por seus regimes hídricos (hidromórfico, semi-hidromórfico e não hidromórfico).

As nascentes podem ser diferenciadas quanto à profundidade da zona hídrica saturada, podendo esta estar localizada próxima à superfície ou a grandes profundidades, sendo que a água ali presente pode estar sob pressão ou não (CALHEIROS et al., 2004).

Mais comumente, as nascentes são categorizadas quanto à continuidade dos fluxos hídricos em perenes (com fluxo contínuo), intermitentes (com fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeras (com fluxo durante e após as chuvas, com permanência de fluxo por horas ou dias) (VALENTE; GOMES, 2005).

Em virtude de sua importância, as primeiras constituem porções de paisagens rigorosamente protegidas pela Lei 12.651/12 - Código Florestal brasileiro (BRASIL, 2012). Neste, em seu artigo 40, parágrafo IV, as nascentes estão enquadradas como Áreas de Preservação Permanente, onde está estabelecido um raio de proteção circundante à surgência hídrica de 50 metros. Em última análise, quando se institui este tipo de proteção tem-se a intenção de garantir a qualidade dos recursos hidrológicos, inclusive fluviais (rios), os quais também possuem proteção gabaritada no citado instrumento jurídico.

Normalmente as nascentes de aquífero livre estão localizadas em condições de relevo onde se vislumbram maior ou menor grau de convergência hídrica superficial, predominantemente em rampas com formas distintas: côncava-convergente, convexa-convergente ou retilínea-convergente. Conforme esperado, variações na forma, comprimento e declividade da rampa afetam diretamente o potencial de escoamento superficial e, conseqüentemente, o potencial de recarga hidrológica subsuperficial. Além disto, a distribuição de solos em áreas situadas a montantes das nascentes (zonas de recarga hidrológica), com diferenças texturais/estruturais, além de sua própria espessura, podem determinar

comportamentos hidrológicos muito diferenciados, incorrendo em maior ou menor grau de recarga hídrica subsuperficial.

Sabe-se que, a despeito dos rigores da lei, não é possível assegurar a qualidade hídrica integral respeitando-se apenas a distância imposta supracitada. No sentido de prover a qualidade da água nas nascentes são necessários cuidados técnicos tanto em zonas de descargas (nascentes propriamente ditas) como em zonas de recargas hidrológicas (áreas acima das nascentes).

Para as zonas de descargas é primordial proceder à recuperação da vegetação nativa dentro dos limites determinados em lei, respeitando-se adaptabilidade das espécies vegetais aos diferentes tipos de regimes hídricos dos solos. Infelizmente, não é incomum deparar-se com cobertura vegetal nativa degradada sobre as nascentes, ou mesmo sem cobertura vegetal nativa, afetando de forma expressiva a capacidade de depuração da água que chega por escoamento superficial na nascente.

Para o Estado do Paraná é muito comum se identificar nas zonas de descarga a presença de solos hidromórficos, tais como ORGANOSSOLOS HÁPLICOS, GLEISSOLOS HÁPLICOS ou MELÂNICOS, PLINTOSSOLOS HÁPLICOS, NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS e PLANOSSOLOS HÁPLICOS, todos compondo sistemas pedológicos de alta fragilidade, sobretudo os primeiros. Circundando a estes se observa a ocupação dos solos semi-hidromórficos, dos quais se destacam ARGISSOLOS ACINZENTADOS e CAMBISSOLOS, ambos com caráter gleissólico. Por fim, circundando a estes, em posições mais elevadas na paisagem, se encontram os solos não-hidromórficos, condição esta que faculta extrema variabilidade pedológica.

Para fins de depuração hídrica, deve-se ter em mente que os solos hidromórficos e semi-hidromórficos possuem baixa capacidade filtro, sobretudo quando estão saturados hidricamente, em razão da baixa, ou mesmo não infiltração das soluções provindas das áreas de montante. No entanto, com a vegetação recuperada nestes locais, além de se cumprir a contextualidade hídrica, especialmente no sentido de determinar menor energia aos fluxos hídricos, garantindo melhor qualidade de água, ensejam-se a possibilidade de outras funcionalidades ecológicas interdependentes relacionadas à flora e a fauna. Assim, pode-se dizer que as contribuições por escoamento superficial em zonas de descarga hidrológica, podem ser melhoradas por meio de manutenção e/ou recuperação da vegetação nativa na “área legal da nascente”.

Para as zonas de recarga, materializadas exclusivamente sobre solos não hidromórficos (citam-se LATOSSOLOS BRUNOS, ARGISSOLOS VERMELHOS, NITOSSOLOS HÁPLICOS, CAMBISSOLOS HÁPLICOS, NEOSSOLOS LITÓLICOS entre outros), a situação exige outros cuidados complementares àqueles das zonas de descarga, Estes estão relacionados à adoção de condutas técnicas de manejo em meios produtivos, pois, muitas vezes, estas se encontram ocupadas com diferentes sistemas de produção (agricultura, pecuária ou povoamentos florestais), determinando potenciais distintos de contaminação da água. Nestas zonas de recarga um fato que deve suscitar reflexão aos técnicos do meio rural é a relação que existe entre a distribuição dos tipos de solos com o processo de recarga hidrológica subsuperficial propriamente dito.

Em função das características pedológicas, especialmente textura e espessura, os solos possuem níveis distintos de permeabilidade, favorecendo ou não maiores taxas de infiltração/transferência em meio hídrico saturado. Solos de textura arenosa, por exemplo, favorecidos pelos elevados percentuais de macroporos exibem altos níveis de permeabilidade, contrapondo-se às baixas permeabilidades detectadas em solos de textura argilo-siltosa (CURCIO, 2006). De forma análoga, espessura

discrepantes dos volumes pedológicos determinam mudanças expressivas na dinâmica “retenção/transferência hídrica”. Diferenças como esta ensejam aos técnicos posicionamentos distintos quanto ao uso e manejo que possa ser efetuado aos solos que se encontram nestas áreas de montante.

Em adição, outro fato destacável é a conjugação destas características, textura e espessura, no que se refere à quantidade de cargas presentes nos solos (CTC – capacidade de troca catiônica e CTA – capacidade de troca aniônica), pois dependendo da condição há considerações importantes relacionados à depuração hidrológica. Desta forma, paisagens constituídas por solos com pequena espessura, inferiores a 1 metro (CAMBISSOLOS HÚMICOS ou NEOSSOLOS LITÓLICOS do Arenito Furnas), de textura média, naturalmente possuem quantidades de cargas muito inferiores às encontradas em volumes muito argilosos com espessura de 4 a 5 metros (LATOSSOLOS VERMELHOS e NITOSSOLOS VERMELHOS derivados de basalto, por exemplo), o que resulta em grande diferença no “potencial filtro” para o processo de recarga hidrológica. Mesmo sob condições de espessura similares, mas com fortes diferenças texturais (arenoso para muito argiloso) já se pode prever “potenciais filtros” muito distintos. Pelo exposto, é natural conceber que a capacidade dos solos em exercerem a depuração durante o processo de recarga hidrológica subsuperficial lateral são muito distintos e dependem da interação de atributos internos, aliados intrinsecamente às feições geomórficas.

Sendo assim, independente da postura técnica que deve respeitar o Código Florestal brasileiro, mais especificamente a orientação relativa às nascentes (50 metros), é necessário que os técnicos rurais compatibilizem usos e manejos para os solos situados em zonas de recarga, considerando não somente as produtividades das culturas e a conservação dos solos, mas também favorecer a “produção de água”.

## Referências

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Portal da Legislação, Brasília/DF. Disponível em <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)> . Acesso em 04/10/2016.

CALHEIROS, R. de O. **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Piracicaba, SP, Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios, 2004, 40p.

CURCIO, G. R. **Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguaçu**, Paraná, Brasil. 2006. 488f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes**: Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas de Cabeceiras. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 210p.



## CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA: É NECESSÁRIO INTEGRAR ESTRATÉGIAS PARA REALIZÁ-LA

Ildegardis Bertol<sup>1</sup>

Álvaro Luiz Mafra<sup>1</sup>

Neroli Pedro Cogo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutor em Ciência do Solo – Uso, Manejo e Conservação do Solo

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV

Lages – SC, [ildegardis.bertol@udesc.br](mailto:ildegardis.bertol@udesc.br)

[ildegardis.bertol@pq.cnpq.br](mailto:ildegardis.bertol@pq.cnpq.br)

[alvaro.mafra@udesc.br](mailto:alvaro.mafra@udesc.br)

<sup>2</sup> Doutor em Ciência do Solo – Aposentado

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Porto Alegre – RS, [neroli@ufrgs.br](mailto:neroli@ufrgs.br)

**Palavras-chave:** conservação do solo; erosão do solo; pesquisa em erosão do solo; extensão em conservação do solo.

### Considerações Iniciais

É difícil a conservação do solo e da água no Planeta Terra, devido à dificuldade de controlar a erosão, principalmente e adequadamente, em especial a erosão hídrica pluvial que é a forma predominante. As dificuldades de controlar a erosão e de conservar o solo e água decorrem de uma série de causas, concorrendo para o caótico quadro atual quanto ao avanço desse fenômeno, especialmente nos solos brasileiros.

Inicialmente, predominava no Brasil o cultivo do solo envolvendo preparo mecânico com operações de arado e grade, denominado sistema convencional de preparo. Como consequência, em grande parte das áreas de cultivo agrícola a superfície do solo tornou-se intensamente desagregada, a camada abaixo da superfície fortemente compactada, e a erosão hídrica consumiu boa parte da camada superficial do solo. Assim, nessas áreas, resultaram solos degradados devido à erosão, à desagregação superficial e à compactação abaixo da superfície, portando, não conservados.

A erosão hídrica pluvial sempre ocorreu no Brasil, mas acentuou-se com a exploração intensa do solo, a partir da metade do século 20, em que o solo era intensamente revolvido para o cultivo. Naquela época, a preocupação era com as elevadas perdas de solo que assoreavam os mananciais de água. Logo se percebeu que essas perdas também empobreciam o solo no local de origem da erosão. Havia grande preocupação com o problema da erosão, o que motivava o seu estudo na academia, embora a mesma carecesse de aprofundamento. Ao mesmo tempo em que a pesquisa em erosão do solo era incipiente no Brasil, a extensão rural oficial era atuante e demonstrava preocupação com o assunto, atuando no meio rural. Em geral havia preocupação e as práticas mecânicas de construção de terraço agrícola e de cultivo em contorno eram aplicadas, consideradas como sinônimo de conservação do solo. Como se sabe, a erosão não foi controlada por essas práticas isoladas, por falta de manejo conservacionista.

Com a substituição, gradativa, do preparo convencional pelo sistema sem o preparo mecânico prévio do solo, denominado de semeadura direta, o solo passou a ser mantido razoavelmente coberto pelos resíduos culturais e a erosão hídrica, em especial as perdas de solo diminuíram, em relação ao manejo convencional. No entanto, a semeadura direta passou a ser realizada em solos já muito degradados, muitos deles já sem parte, ou sem nada, do horizonte A que havia sido dilapidado pela erosão. A simples adoção da semeadura direta levou os agricultores e a quase totalidade dos técnicos a pensarem que a conservação do solo e da água seria fácil porque a erosão hídrica estaria controlada. Consequentemente, o assunto praticamente deixou de ser estudado na academia e deixou também de ser pesquisado nos institutos de pesquisa. A extensão rural foi praticamente extinta pelo poder público, ficando ela a mercê de empresas privadas. Essas empresas não tinham preocupação com a conservação do solo e, muito menos, com a erosão e, por isso, não trabalhavam para orientar o seu controle, também porque simplesmente não a reconheciam. O interesse dessas empresas era, e é ainda, unicamente comercializar insumos destinados ao aumento da produtividade e da produção, baseada agora na exploração do solo no novo sistema de manejo, a semeadura direta.

A semeadura direta foi considerada, então, a partir de sua implantação, como o único sistema de manejo capaz de conservar o solo e a água e, por isso, foi alcunhado de sistema conservacionista de solo. Apesar dessa alcunha, a degradação e as perdas de solo continuaram altas em boa parte dos casos, embora expressivamente menores do que no manejo convencional. As perdas de água e nutrientes também continuaram altas na semeadura direta embora levemente menores do que no sistema convencional. Com isso, continuaram os problemas de empobrecimento do solo no local de origem da erosão e os problemas ambientais fora desse local, mesmo com a adoção da semeadura direta. A apologia à semeadura direta praticamente encobriu a possibilidade de adoção dos outros sistemas de manejo do solo que também são considerados conservacionistas, como é o caso do cultivo mínimo, ou preparo reduzido. Este sistema de manejo do solo agrega importantes vantagens em relação à semeadura direta, no que tange, principalmente, à rugosidade e porosidade superficial, que são aumentadas neste manejo e importantes para o aumento da infiltração de água no solo e redução do escoamento.

Atualmente, predomina no território brasileiro o cultivo do solo na condição de semeadura direta, considerada uma mera técnica de semeadura sem preparo prévio do solo, para o caso do cultivo de grãos e cereais. Essa técnica resume-se em semear e adubar em solo sem preparo prévio, em geral muito degradado fisicamente e com baixa cobertura e infiltração de água, o que propicia a ocorrência de erosão hídrica. Isto se deve, em grande parte, à falta de manejo adequado que melhore a estrutura e a infiltração de água no solo, e a não aplicação de práticas conservacionistas complementares como o cultivo em contorno e os terraços agrícolas que servem para manejar o escoamento superficial. Assim, as perdas de solo atingem novamente valores altos, mas, principalmente as perdas de água e nutrientes são elevadas na semeadura direta, o que caracteriza este sistema de manejo como não conservacionista, atualmente.

## **Fatores e Causas da Erosão Hídrica que Dificultam a Conservação do Solo e da Água**

A ocorrência de erosão hídrica do solo se deve aos seguintes fatores que atuam de maneira interativa: a severidade das chuvas na maioria das regiões, decorrente das condições climáticas; a fragilidade do solo e o elevado grau de degradação do mesmo na maioria das áreas cultivadas;



o efeito energético do relevo, especialmente a declividade e o comprimento do declive, muitas vezes inadequado para o cultivo intenso do solo; a deficiência no manejo do solo e no sistema de cultivo, no que se refere à forma de realizar as operações de manejo e à falta de rotação de culturas, principalmente; e a ausência, quase total, de práticas conservacionistas de solo, tanto básicas, quanto, de suporte. Os fatores relacionados ao clima, ao solo, ao relevo e à cobertura e manejo do solo, especialmente, variam amplamente no caso do Brasil devido às condições inerentes ao tamanho do país, em termos de área.

Além dos fatores, muitas causas concorrem para agravar o problema da erosão e dificultar a conservação do solo e da água no Brasil. Dentre elas, a diversidade de ecossistema, de bioma, de solo, de etnia e de cultura. Além dessas causas, a dificuldade de controle da erosão e de conservação do solo em nosso país decorre da falta de domínio do assunto por parte dos agentes responsáveis pela conservação do solo, tanto cientistas de solo, quanto, de agentes de extensão rural. Assim, o conhecimento adquirido pelos alunos na academia, sobre solos, em especial sobre conservação do solo e da água, mas principalmente sobre erosão do solo, em geral é deficiente. Como resultado, os profissionais que atuam na extensão rural, os quais devem atuar em nível de propriedade agrícola, não têm suficiente e sólido conhecimento para convencer os agricultores a adotar práticas conservacionistas. Em decorrência da deficiência acadêmica, é deficiente também a formação científica de pesquisadores nessa área do conhecimento. A resistência dos agricultores à adoção de práticas conservacionistas mecânicas e o desconhecimento da fragilidade da cobertura superficial por resíduos quanto à sua real capacidade de controlar a erosão e conservar o solo e a água, também são importantes causas responsáveis pelo caótico quadro dos solos brasileiros, quanto à erosão e conservação.

A falta de massa crítica quanto à conservação e erosão do solo no Brasil é decorrente de problemas muito sérios que dificultam ações concretas e, ao mesmo tempo, conduzem a outros tantos problemas. Um desses problemas é a total falta de trabalho educativo da população em geral sobre a importância do solo e de se conservar esse valioso recurso natural. Não sabem eles, por exemplo, que a qualidade da água depende da qualidade do solo e do tratamento que ele se dispensa. Esse trabalho deve idealmente começar nas escolas, junto às crianças. As crianças jamais esquecerão as consequências de se ter solo e água degradada, se elas entenderem as consequências disso e, com isso, as futuras gerações terão preparo para pressionar o poder público a tomar medidas de proteção do solo e da água, em programas governamentais, na forma de políticas públicas.

Outra causa importante para a falta de iniciativas ao controle da erosão e de conservação do solo e da água, é a passividade da população em geral quanto ao que isto representa na vida de cada pessoa. Isto é consequência da total falta de diálogo entre os atores envolvidos com o assunto solo, incluindo a falta de abordagem do assunto pela mídia em geral, excetuando-se os raros momentos em que ocorrem tragédias climáticas. Este problema tem origem, principalmente, na total falta de inserção dos cientistas de solo no meio político, decisório, e na muito baixa, ou ausente, atuação dos mesmos em atividades de divulgação do tema para sociedade. Ou seja, na quase totalidade, os cientistas de solo em nosso país não se preocupam com o problema da falta de conservação do solo e da água, e da erosão especificamente e, por isso, não atuam junto às esferas de decisão e de divulgação para sensibilizá-las.

Por último, a classe de cientistas de solo do Brasil, em geral, com poucas exceções, se preocupa unicamente com a produção agrícola em geral e, por isso, com os fatores diretamente envolvidos nela

e com o lucro financeiro da atividade agrícola. Isso concorre, sem dúvida, para emagrecer a massa crítica nacional quanto à necessidade de realmente se promover a conservação do solo e da água.

## **Necessidade de Integração de Estratégias Para Conservar o Solo e a Água**

O suposto controle da erosão hídrica e a ideia de conservação do solo e da água no Brasil, atualmente ilusória, estão simplificados à manutenção de resíduos culturais na superfície e ausência de preparo mecânico do solo, por meio da técnica de semeadura direta. Assim, se está considerando que esse tipo de manejo, tal como vem sendo conduzido, seja sinônimo de sistema conservacionista de solo. Essa enganosa percepção se deve aos fatores e causas referenciadas nos itens anteriores deste texto.

Atualmente, há certo consenso, entre pesquisadores e agentes de extensão rural, principalmente, que, somente a integração de estratégias pode resultar em efeito positivo, duradouro, em termos de controle da erosão hídrica e de conservação do solo e da água em nosso país. Assim, para controlar a erosão e conservar o solo e a água são necessárias ações e estratégias integradas, não necessariamente na ordem cronológica apresentada a seguir.

Primeiro, precisamos desenvolver a cultura do diálogo, entre nós mesmos cientistas de solo, entre nós, os agentes de extensão rural e os agricultores, e também com a sociedade em geral. Por meio desse diálogo, poderá ser possível articular ações voltadas à solução desse grave problema a respeito dos solos no Brasil. O entendimento sobre a importância dessas ações, e sobre necessidade delas, fará com que a população em geral se sinta no direito, e no dever, de zelar pelo solo e água.

Segundo, é importante salientar que outros sistemas de manejo do solo podem ser tão ou mais conservacionistas do solo do que a semeadura direta tal como é realizada atualmente. Há resultados de pesquisa que confirmam isso, demonstrando, inclusive, que sistemas de manejo alternativos à semeadura direta podem resultar em maiores produtividades no caso de cultivos anuais. Além disso, é preciso ficar claro, de uma vez por todas, que, parte dos cultivos, especialmente os mais essenciais na alimentação diária, é produzida em sistemas de manejo e cultivo de solo que não a semeadura direta. Assim, grandes extensões de área de terra ainda são cultivadas usando preparo do solo, muitas vezes intenso por necessidade das próprias culturas. Fica claro, então, que, na grande maioria dos casos, somente todas as práticas conservacionistas, integradas, poderão controlar a erosão e conservar o solo e a água.

Terceiro, é preciso entender a inter-relação dos fatores e causas envolvidas na erosão e conservação do solo. Esses fatores e causas têm importância relativa que variam espacialmente e temporalmente e, por isso, são dinâmicos. Este fato faz com que tenham que ser monitorados permanentemente para que possam subsidiar o planejamento conservacionista. Esse planejamento envolve o conjunto de sistemas de manejo e cultivo e de práticas conservacionistas básicas e de suporte, implantadas em áreas em que se respeita o solo de acordo com a classificação de capacidade de uso da terra e de aptidão agrícola do solo.

Quarto é preciso investir na formação de recursos humanos, tanto para a pesquisa, quanto, para aplicação dos resultados da pesquisa em campo. Profissionais que não tiveram formação acadêmica em áreas relacionadas à erosão e conservação do solo e da água não terão interesse e, mesmo, formação adequada para atuarem em pesquisa e ensino sobre erosão e conservação do solo e da água. Também, se não receberam a formação adequada, esses profissionais não terão preparação para atuarem e resolverem esses problemas no campo, junto aos agricultores. Assim, é necessário

incutir neles, ainda na vida acadêmica, a importância do assunto e a necessidade de formação teórica e prática.

Quinto, o trabalho educacional para fazer com a população em geral entenda a necessidade de conservar os recursos naturais, dentre eles, o solo e a água, é urgente que seja feito. Esse trabalho deve ser realizado preferentemente em escolas para atingir as crianças, com vistas a alcançar os resultados em longo prazo. Especialmente a população urbana em geral, se estiver consciente do que significa não ter solo suficiente para produzir os alimentos que serão disponibilizados no supermercado para seu consumo, certamente fará passeatas e mobilizações nas ruas pedindo o “impeachment” da erosão do solo. Certamente, as autoridades que detém o poder decisório sobre isso, sentirão necessidade de tomar ações políticas concretas.

Sexto, indispensável é que se criem condições para ocupar espaço na mídia nacional e, por meio dela, se discuta permanentemente, e não somente em dias do ano alusivos ao solo, os problemas e consequências decorrentes do aumento da erosão e da falta de conservação do solo e da água. Esse espaço deve ser buscado pelos cientistas de solo e pelas associações de classe dos técnicos que atuam no setor agrícola. Essa mobilização pode chegar facilmente à classe política e, com isso, resultar em políticas públicas para viabilizar planos municipais, estaduais e um plano nacional de conservação do solo e da água, que sejam abrangentes e permanentes.

Essas estratégias, dentre outras possíveis, poderão, então, resultar em amplo conhecimento e reconhecimento, também por parte da sociedade em geral, dos fatores que influenciam a erosão do solo; das causas que concorrem para a não aplicação de sistemas de manejo e de práticas conservacionistas de solo; e das razões educacionais, políticas e administrativas pelas quais acontece o entrave de políticas públicas voltadas para a conservação do solo e da água no Brasil. Em alguns estados da federação esses assuntos estão sendo devidamente e seriamente tratados na atualidade. Destacam-se, o Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul, não necessariamente nessa ordem. Nos demais estados, praticamente não são notadas ações políticas de importância, abrangentes, com vistas à solução desse problema. Em alguns, apenas ações pontuais e isoladas estão sendo tomadas e, em outros, nem isso.

É impossível planejar sistemas de manejo e dimensionar práticas conservacionistas que efetivamente controlem a erosão e conservem o solo e a água, integradamente, no estado atual de letargia em que se encontram os agentes que deveriam impulsionar essas ações. Sem o conhecimento da importância relativa dos fatores que influenciam a erosão e do efeito dos referidos manejos e práticas no controle da erosão e na conservação dos recursos solo e água, não é possível resolver esse problema. Sobre isso, a literatura brasileira dispõe, em geral, de algumas informações necessárias sobre alguns dos fatores, isoladamente, que influenciam o fenômeno da erosão, faltando, no entanto, informações adequadas e suficientes sobre a maioria dos outros. Assim, é necessário, ainda, pesquisar sobre manejo do solo e erosão, integradamente. Para essas pesquisas, a academia precisa preparar os recursos humanos, nos cursos de graduação em Ciências Agrárias e nos cursos de mestrado e doutorado em Ciência do Solo. No entanto, é preciso interpretar os resultados dessas pesquisas e transferi-los ao campo. Os recursos humanos para isso, também devem ter formação adequada nessa área, para se tornarem capazes de integrar as variáveis envolvidas na erosão, bem como as causas responsáveis pela mesma e, com isso, se tornarem competentes agentes conservacionistas de solo e água.

Para conseguir integrar as estratégias visando a conservação do solo e da água é necessário

diálogo entre todos os atores envolvidos e que por ventura estejam comprometidos com o tema no Brasil. Alguns agricultores têm adaptado e desenvolvido ações de manejo e conservação do solo e da água, de maneira mais ou menos isolada. Ações conjuntas de pesquisadores, professores e de agentes de extensão rural que atuam nesta área, poderiam ser descritas e relatadas para contribuir na geração de novas informações e de divulgação das mesas. Particularmente no meio acadêmico tem-se algumas dificuldades para formar os estudantes e conduzir projetos de conservação do solo e da água que realmente estejam em sintonia com a realidade do agricultor, ou que possam aproveitar as experiências desses estudantes que, no dia a dia, auxiliam no planejamento e na avaliação de experimentos. Essa interação, a partir das diferentes realidades regionais, seria bem produtiva para fortalecer e difundir a conservação do solo e da água.

### **Considerações Finais**

A evolução da erosão hídrica e da conservação do solo e da água no Brasil não é fácil ser prevista para o futuro. É possível que esse problema ainda persista, e até se agrave, por muito tempo. Isso, se ocorrer, será devido às consequências do efeito integrado da falta de conhecimento dos fatores e das causas, bem como da falta de integração de estratégias, recém-apresentadas. Talvez, a erosão e a degradação do solo ainda aumentem no país antes de diminuir, devido ao aumento na intensidade de exploração das áreas agrícolas. Isto tornará ainda mais difícil resolver o conflito naturalmente existente entre aumentar ao máximo a produtividade das culturas, manter a adequada capacidade produtiva dos solos e diminuir ao mínimo a contaminação do ambiente pela erosão e falta de conservação. No entanto, uma mensagem de otimismo deve ser aqui deixada. Para poder alimentar esse otimismo, é necessário resolver as deficiências de ações aqui apresentadas, em especial, estimular o estudo da erosão do solo no meio acadêmico; dinamizar a pesquisa nessa área e estruturar a extensão rural oficial no país; e, principalmente, educar a população em geral e sensibilizar a classe política com relação à gravidade da degradação dos solos brasileiros. Reconhecidamente, a espécie humana é capaz de resolver problemas, inclusive àqueles criados por ela própria.

## **ANÁLISE DE PRÁTICAS E RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA A CONSERVAÇÃO DO SOLO EM CANA DE AÇÚCAR**

Isabella Clerici De Maria

Doutora em Solos e Nutrição de Plantas

Instituto Agronômico de Campinas – IAC, Campinas - SP, Alterações significativas no manejo e cultivo da cana-de-açúcar, assim como em outros sistemas, culturas e explorações agrosilvopastoris, vêm ocorrendo na última década e são decorrentes de fatos como a redução da mão de obra rural, a intensificação da mecanização, exigências e compromissos ambientais e sociais, o desenvolvimento da tecnologia de informação e de tecnologias genéticas e fitotécnicas. Na cana-de-açúcar surgiram novos cenários, como safras mais longas, talhões de grandes dimensões, flexibilidade de época de plantio, retirada da palha para cogeração de energia, plantio de mudas pré brotadas, que afetam a sensibilidade das áreas agrícolas ao processo de erosão. Novas tecnologias e grande parte dos parâmetros e coeficientes técnicos utilizados para planejar e dimensionar práticas mecânicas de conservação do solo têm base empírica ou são resultado de experiências práticas. Os fundamentos das recomendações são válidos, mas os parâmetros técnicos estabelecidos devem conhecidos e divulgados. As abordagens contidas nas recomendações têm como foco mostrar o sistema de manejo como parte integrante do sistema de conservação do solo, isto é, a necessidade de incluir o sistema de manejo na definição e dimensionamento das práticas conservacionistas. Entretanto, os principais conceitos não foram incorporados totalmente pelos técnicos que fazem o planejamento da conservação do solo ou a executam no campo. Para atualizar as recomendações é necessário, com ciência experimental ou preditiva, determinar as incertezas contidas em cada prática e melhorar a base de informações sobre os sistemas de cultivo, obter dados sobre magnitude dos processos erosivos para esses sistemas, incluindo as alterações decorrentes como a compactação ou a retirada da palha por exemplo, e informações sobre a eficiência das práticas adaptadas e das inovações, em função de tipo de solo e relevo. Cursos de treinamento e capacitação são fundamentais. Por um lado, lecionando conceitos de erosão do solo, formas de controle da erosão, manutenção e recuperação da qualidade dos solos e da paisagem, na grade curricular dos cursos superiores como disciplinas obrigatórias. São necessários também cursos de treinamento e capacitação específicos para técnicos e profissionais que tenham vocação para trabalhar diretamente com a conservação do solo, buscando a excelência na elaboração e implantação de projetos de conservação do solo.

## CONSERVAÇÃO DO SOLO NA CULTURA DA CANA DE AÇÚCAR NO CENÁRIO DE PLANTIO E COLHEITA MECANIZADOS

Jairo Antonio Mazza

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba - SP, Impulsionado pela redução acentuada do corte dos canaviais com despalha a fogo, o setor canavieiro experimentou um avanço significativo na mecanização da colheita e, mais recentemente, o mesmo vem acontecendo também com o plantio mecanizado. No antigo cenário de colheita, o conjunto transportava a produção de cinco linhas de cana, praticamente com uma passada, coincidindo predominantemente com o período seco (maio a outubro) e, portanto, com os solos na máxima coesão, ou seja, máxima resistência à compactação. No novo cenário, o conjunto colhedora + trator com transbordo trafega nas áreas pelo menos cinco vezes mais, procedendo à colheita e transporte da matéria-prima das linhas individuais. A ampliação da safra insere à colheita dois a três meses a mais com solo úmido e, portanto, muito mais susceptível à compactação. No conjunto das modificações geradas entre o antigo e o novo sistema de colheita, há um saldo extremamente favorável para uma degradação das características físicas e físico-hídricas dos solos, expressa pela designação de compactação. Considerando-se que os canaviais não sejam estabelecidos com sistemas de sulcação adequados, os impactos negativos desta compactação se propagam de forma direta na redução da infiltração da água das chuvas nas lavouras, ocasionando maiores volumes de água excedente, que escorrem, acumulando-se e transbordando os terraços, os quais, neste cenário, se tornam cada vez mais ineficientes. O novo cenário de intensa mecanização no setor canavieiro exige uma reengenharia na interpretação das variáveis relacionadas ao desenvolvimento das plantas, ou seja, uma revisão e reinterpretação de conceitos, especialmente dos que se referem ao preparo do solo, alinhamento das fileiras de cana e manejo e conservação dos solos e da água. Resumidamente, pode-se dizer que uma sistematização sustentável reúne interesses entre o operacional (incremento de rendimentos do plantio e do sistema de corte e carregamento nos transbordos com significativa redução de custos), aspectos agronômicos (eliminação do pisoteio da linha com a obtenção de maiores produtividades e, conseqüentemente, maior longevidade) e ambiental (a boa infiltração da água nas fileiras da cultura, não compactadas, e a massa de palha na superfície do solo garantem a conservação do solo e da água), resultando em maior lucratividade quando a sistematização para o plantio e a colheita da cultura for realizada com inteligência no planejamento.

## MONITORAMENTO HIDROLÓGICO E DA EROSÃO: DA PARCELA À BACIA HIDROGRÁFICA

Jean Paolo Gomes Minella

Doutor em Recursos Hídricos

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Santa Maria - RS, [jminella@gmail.com](mailto:jminella@gmail.com)

**Palavras-chave:** conservação do solo; escoamento superficial; modelagem.

### Introdução

O objetivo da palestra na XX RBMCSA em Foz do Iguaçu é apresentar alguns conceitos que julgamos importantes para a discussão da conservação do solo e da água no contexto da bacia hidrográfica. Além disso, é apresentado um conjunto de resultados em diferentes bacias experimentais para contribuir com o debate. A apresentação parte do princípio que uma das linhas de ação atualmente deficiente da conservação do solo e da água é o monitoramento das variáveis que representam os processos de degradação do solo e da água na paisagem. A formação do escoamento superficial e o desencadeamento de processos associados, como a erosão, a perda de nutrientes, a transferência de poluentes para os corpos hídricos, enchentes, assoreamento, podem ser avaliados em diferentes escalas, as quais representarão diferentes componentes do fenômeno. Sendo assim, monitorar os fluxos de água, sedimentos e solutos em diferentes escalas da parcela à bacia, passando pela encosta, fornecerá os elementos necessários para compreender a magnitude e as características das perdas e do (des)equilíbrio imposto pelos manejos testados.

### Pesquisa em Conservação do Solo

As pesquisas em conservação do solo e água na escala de encosta e bacia perseguem algumas questões fundamentais, por exemplo:

Qual é a magnitude das perdas de água e qual o seu padrão espacial e temporal?

Quais os fatores que comandam as perdas?

Quais processos estão associados a dinâmica do escoamento (erosão, transferência/perda de solutos, falta de água no solo)?

Quais as ferramentas matemáticas que descrevem adequadamente os processos?

Como as práticas conservacionistas afetam os processos?

Como definir as práticas necessárias para controlar os processos SEM exageros?

A escolha e o desenvolvimento de projetos de pesquisa em bacias experimentais baseados no monitoramento da precipitação, vazão, sedimentos, solutos, etc. são utilizados para a estimativa das descargas e análise de seu padrão temporal e espacial conforme a variabilidade dos fatores controladores (solo, relevo, uso e manejo), estabelecendo as relações de causa-efeito e a descrição dos processos físicos. Com as variáveis monitoradas e os parâmetros medidos utiliza-se modelos matemáticos (testados e calibrados) para a análise de cenários de uso, manejo e alteração climática. A modelagem possibilita verificar os efeitos de diferentes usos e manejos (cenários) na escala de bacia e/ou encosta, já que a replicação de tratamentos é muito caro e demorado. Entretanto, os modelos



precisam ser testados e calibrados com um banco de dados representativo e robusto. Ao calibrarmos um determinado modelo sob diferentes condições (escala, clima, uso, manejo, relevo) podemos testar diferentes manejos de forma confiável.

O avanço na implantação das práticas conservacionistas pode ser facilitada quando compreendemos e demonstramos os ganhos na escala de bacia. Os benefícios da agricultura conservacionista vão além da propriedade e os agricultores deveriam ser valorizados por isso. Da mesma forma, deveria haver um controle para aqueles que degradam as funções do solo (hidrológicas, por exemplo) desencadeando inúmeros problemas à jusante. Os estudos em bacia estão fundamentados no monitoramento e na modelagem matemática. Essas duas ferramentas quando aplicadas corretamente permitem demonstrar o padrão (característica) e magnitude dos fluxos de água, sedimentos e solutos em diferentes condições de eventos, uso, manejo, solo, relevo para compreender os fenômenos em a relação de causa-efeito em ambientes agrícolas e assim recomendar o melhor conjunto de prática/manejo.

Atualmente temos inúmeras fragilidades no sistema produtivo que devemos refletir e avançar na direção de uma agricultura moderna e conservacionista. Os princípios conservacionistas têm sido negligenciados e as repercussões negativas se expressam claramente na paisagem. A erosão hídrica pelo é a principal forma de degradação dos solos no Brasil gerando elevados impactos ao agricultor e à sociedade.



**Figura 1.** Erosão em sulco severa e formação de voçoroca nos talvegues das encostas no planalto do RS.

O manejo inadequado do solo cria condições para a baixa capacidade de infiltração e elevado volume e velocidade do escoamento superficial. Essa situação determina um baixo armazenamento de água no solo, elevada formação de escoamento superficial que comanda a erosão e a transferência de agroquímicos. A não adoção de práticas conservacionistas impactam diretamente o agricultor (perda de água, solo e insumos) e a sociedade (contaminação, assoreamento). Os reflexos são notados na dinâmica dos rios e riachos. Nos dias de chuva ocorrem enchentes, alta carga de sedimentos e nutrientes. Nos dias sem chuva as vazões reduzem drasticamente com visível eutrofização dos corpos d'água.

O controle do processo erosivo envolve a compreensão do modo que os agentes erosivos (gota e escoamento) comandam a desagregação do solo e o transporte dos sedimentos. As soluções

dependem da percepção e adoção de princípios conservacionistas que nortearão as práticas mais adaptadas para cada caso. Os princípios da agricultura conservacionista são: a) proteção do solo contra o impacto da gota de chuva, b) o aumento da matéria orgânica do solo, c) a maximização da infiltração, e d) controle do escoamento superficial. Os princípios conservacionistas reduzem a energia dos agentes erosivos e aumentam a resistência do solo à desagregação. Todas as estratégias devem ser exploradas, não apenas uma ou duas. Isso determinará que o solo cumpra suas funções na sua plenitude. A reduzida adição de fitomassa ao solo e as baixas taxas de infiltração, associadas com a ausência de práticas mecânicas de controle do escoamento têm conduzido a elevadas perdas de água nos sistemas de produção de grãos no sul do Brasil.

## **Bacia Hidrográfica Como Unidade de Planejamento**

A análise dos processos erosivos na escala de bacia insere o controle dos fatores geomorfológicos nos padrões espaciais e temporais dos fluxos de água e na geração e mobilização dos sedimentos. Nesses casos, além da declividade e do comprimento de rampa a forma das vertentes e as características das áreas planas passam a ter uma importância muito grande para explicar as perdas de solos observadas dentro dos rios. Sendo que o nome da variável muda de perda de solo para produção de sedimentos, já que os processos que estão por detrás desse conceito são outros além daqueles associados à perda de solo. Na figura 2 é apresentado um esquema da estratégia de abordagem da erosão hídrica considerando as conexões entre as escalas espaciais e temporais e da importância das atividades de monitoramento, modelagem e manejo no entendimento e descrição dos processos ocorrentes da parcela à bacia.

Uma estratégia baseada na avaliação integrada de bacias para a compreensão dos processos erosivos fornece uma valiosa ferramenta para reunir informações valiosas sobre os processos de mobilização e redistribuição dentro da bacia e ligar isso com a produção de sedimentos medida no exutório da bacia. Esse tipo de estratégia ou abordagem envolve a integração de várias técnicas/metodologias que juntas, fornecem informação sobre a mobilização, redistribuição, transporte e armazenamento dentro de uma bacia. Estas técnicas incluem o monitoramento do fluxo de água e sedimentos na saída da bacia, a identificação das fontes primárias de sedimentos em suspensão, o uso de traçadores para documentar as taxas de redistribuição e deposição dentro da bacia e o monitoramento das perdas de solo em parcelas experimentais. Reunindo e integrando esses três conjuntos de informações permite uma análise integrada que estabelece o balanço de sedimentos para a área de estudo. Considerando os desafios científicos atuais e problemas decorrentes do escoamento superficial e seus processos associados, o objetivo do grupo de pesquisas em conservação do solo e hidrossedimentologia da UFSM tem sido monitorar um conjunto de bacias e encostas, as quais contribuem para compreender qual a magnitude das perdas e a busca por alternativas e a recomendação das melhores práticas de conservação do solo e da água. Abaixo algumas fotos dos locais de monitoramento em bacias agrícolas que serão apresentados na palestra da XX RBMCSA em Foz do Iguaçu.



**Figura 2.** Encostas experimentais de Júlio de Castilhos (RS) conduzida em projeto de cooperação entre FEPAGRO e UFSM. Fonte: Londero (2015)



**Figura 3.** Seções de monitoramento na bacia experimental de Arvorezinha (RS).



**Figura 4.** Bacia Experimental do Rio Conceição (Ijuí - RS).

## Conclusão

O solo é um patrimônio de elevada importância econômica, social e ambiental que cumpre funções de regulação dos fluxos hidrológicos, como a armazenagem de água no solo e o controle da qualidade e quantidade dos aquíferos e dos rios. O sul do Brasil tem uma experiência excelente em projetos no Sistema Plantio Direto. É nossa responsabilidade continuar o seu aprimorando observando os problemas e buscando opções nos princípios conservacionistas. O aumento da frequência de estiagens e eventos extremos de precipitação indica que devemos nos adequar a essa nova condição, explorando o potencial do solo no controle desses fluxos. O agricultor, além de produzir alimentos, é um produtor de água, devendo ser valorizado e responsabilizado por isso.



## SOLUÇÕES DA PESQUISA PARA O ARENITO CAIUÁ

Jonez Fidalski

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas

Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR

*fidalski@iapar.br*

Paranavaí – PR

**Palavras-chave:** água no solo; carbono orgânico; ILP; manejo do solo; textura do solo.

### Introdução

A Formação Arenito Caiuá ocupa cerca de 30.000 km<sup>2</sup> no Noroeste do Paraná (Instituto de Águas do Paraná, 2016), apresentando espessura máxima de 200 m, com mais de 700 g kg<sup>-1</sup> de areia de textura fina a média (SOARES et al., 1980; EMBRAPA, 1994). Está região encontra-se no Terceiro Planalto paranaense, em transição do basalto da Formação Serra Geral entre os municípios de Porecatu, Maringá, Cianorte, Umuarama e Guara, e os rios Paranapanema e Paraná, adjacentes aos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul.

No extremo Noroeste do Paraná, entre os rios Paranapanema e Paraná, ocorre depósitos arenosos avermelhados de origem coluvial do Quaternário da Formação Caiuá, suscetíveis à erosão, denominados por meio da alostratigrafia como Aloformação Paranavaí, do Alogrupo Alto Rio Paraná, entre o trecho de Guaíra à confluência dos rios Grande e Parnaíba, nos estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul (SALLUN et al., 2007, 2008).

As taxas de denudação às margens norte e sul do Rio Ivaí foram respectivamente de 7 e 12 m Ma<sup>-1</sup>, resultaram na densidade de drenagem de canais de primeira ordem maior ao sul do Rio Ivaí, predominando Argissolos em pendentes mais curtas e processos erosivos mais acelerados do que ao norte deste rio (SANTOS, 2015).

O NEOSSOLO QUARTZARÊNICO pode ocorrer intercalado com Latossolo e Argissolo descrito em mapa de solo mais detalhado (FASOLO et al., 1988). A colonização desta região foi realizada com lotes paralelos as catenas, constituída de LATOSSOLO VERMELHO, ARGISSOLO VERMELHO e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (ZAPAROLI; GASPARETTO, 2010; SILVA et al., 2011).

Os solos são constituídos com mais de 700 g kg<sup>-1</sup> de areia (EMBRAPA, 1994), apresentando baixa capacidade de troca de cátions e fertilidade dependente dos baixos teores de matéria orgânica (FIDALSKI, 1997a), suscetíveis à erosão hídrica (EMBRAPA, 1984; FASOLO et al., 1988; FIDALSKI, 1997a).

Os horizontes Ap dos LATOSSOLOS e ARGISSOLOS VERMELHOS do Arenito Caiuá apresentam textura arenosa com teores de argila inferiores a 150 g kg<sup>-1</sup> e estrutura granular sobre horizontes Bt e Bw com textura média (SANTOS et al., 2013). Estes solos são friáveis quando úmidos e coesos quando secos (EMBRAPA, 1984). O revolvimento destes solos aumenta a dispersão dos baixos teores de argila e desestrutura a camada superficial arenosa agregada pela matéria orgânica e raízes de gramíneas, acentuando o gradiente textural entre Ap e Bw ou Bt.

Não há mais disponibilidade de áreas de pastagens degradadas em grama “mato-grosso” ou “batatais” (*Paspalum notatum*), que apresentavam a melhor estrutura física e teores de matéria

orgânica para reforma de pastagens com mandioca ou lavouras anuais (FIDALSKI, 1997a). O uso destes solos com o preparo convencional, aração e gradagem, tem reduzido a produtividade agropecuária desta região, por estar sendo realizado o uso destes solos com sucessivos revolvimentos.

As soluções de conservação do solo e da água estão baseadas na redução da intensidade do preparo do solo em áreas de pastagens, diminuindo os riscos de degradação da camada superficial arenosa sobre a camada de textura média, sem comprometer os atributos físicos e químicos, a infiltração da água no solo, a erosão hídrica e a produtividade agropecuária em pomares de laranja e integração lavoura-pecuária com sucessão de soja e braquiária.

## Soluções da pesquisa

O uso destes solos é dependente do plantio em nível com adequado sistema de terraceamento nas catenas de Latossolo, Argissolo e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, preconizados por Caviglione et al. (2010).

A fertilidade destes solos é baixa, mas respondem a adubação mineral, como o fósforo para a produção de raízes de mandioca (FIDALSKI, 1999), e nitrogênio para a produção laranja e forragem que mantem maior taxa de lotação de animais bovinos (FIDALSKI; AULER, 2007; FIDALSKI et al., 2008a).

A caracterização das frações de areia para estes solos é muito importante para reduzir riscos a deficiência hídrica, porque a disponibilidade de água reduz com o aumento da fração de areia grossa por apresentar diâmetro de poros maiores (FIDALSKI et al., 2013).

Uma das soluções mais demandadas a pesquisa para o Arenito Caiuá é o aumento de carbono orgânico total. Os resultados de pesquisa mais promissores para o aumento de carbono orgânico total foram obtidos quando se manteve a vegetação permanente com gramíneas (FIDALSKI et al., 2008b), e na braquiária em sistema de integração lavoura-pecuária (FIDALSKI, 2015).

A calagem foi tema frequente no Arenito Caiuá por questionamentos técnicos de sua incorporação mecânica em detrimento da baixa reatividade em solos com baixa acidez e a possibilidade de lixiviação de seus carbonatos de cálcio e magnésio em solo com textura superficial arenosa. Para as culturas de ciclo longo, citricultura e pastagem, a calagem superficial foi eficiente em corrigir a acidez e aumentar a disponibilidade de cátions (FIDALSKI; TORMENA, 2005), sem riscos de lixiviação dos carbonatos em solo arenoso (MEDA et al., 2002).

A compactação destes solos ocorre com o aumento de tráfego de máquinas e da carga animal. A descompactação biológica destes solos ocorre com a manutenção de gramíneas em pomares de laranja e o aumento da capacidade de carga sob o rodado do pneu do trator (FIDALSKI et al., 2007; FIDALSKI et al., 2015).

Integrando essas duas práticas conservacionistas na implantação de pomares de laranja em solo com a camada superficial arenosa, a calagem superficial e a manutenção da cobertura permanente do solo com gramínea resultaram no desenvolvimento do sistema de plantio mínimo em área de pastagens, denominado de preparo em faixas, com redução de 70 % do revolvimento do solo (AULER et al., 2008; AULER et al., 2011). Estes autores, verificaram que o preparo convencional do solo em faixas de 2 m de largura, mantendo-se 5 m de largura com pastagem roçadas mecanicamente, não comprometeu a fertilidade do solo, a nutrição das plantas, a produtividade de frutos, tampouco a qualidade física do solo (FIDALSKI et al., 2010), sem ter comprometido as respostas fisiológicas das laranjeiras em razão da maior umidade e dos teores de carbono orgânico total no solo (FIDALSKI et al., 2007, 2008b).

A evolução do preparo em faixas para o plantio direto de laranjeiras consistiu na dessecação da pastagem de braquiária (*Urochloa brizantha*) em faixas de 2 m, destinadas às linhas das plantas, mantendo as entrelinhas vegetadas (FIDALSKI et al., 2009). Este sistema de plantio direto não comprometeu produtividade de laranja e a qualidade física deste solo nas entrelinhas mantidas com roçadas mecânicas (FIDALSKI et al., 2009; AULER et al., 2012).

Frente à ocupação do solo do arenito com aproximadamente 70 % da área com pastagem (KRONEN, 1990), em pastagens degradadas com baixa lotação bovina inferior a 1,2 Unidades Animais de 450 kg de Peso Vivo por hectare (SÁ; CAVIGLIONE, 1999), em solos susceptíveis à erosão e limitações físicas e químicas destes solos, o sistema de integração lavoura-pecuária desenvolvido em sistema plantio direto de soja na primavera-verão e braquiária no outono-inverno constitui em uma das soluções para o manejo conservacionista de solos com a camada superficial arenosa (FIDALSKI; ALVES, 2015; FIDALSKI, 2015). Estes autores verificaram melhoria da qualidade física do solo com o manejo da altura de pastejo de 23 e 27 cm de altura em braquiária, respectivamente, para *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha*, com carga animal bovina de 2,2 Unidades Animais de 450 kg de Peso Vivo por hectare (FIDALSKI; ALVES, 2015; FIDALSKI et al., 2016).

Os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS devem ser utilizados para áreas de preservação permanente com o plantio de mudas de árvores nativas para a recomposição da mata ciliar, utilizando-se o sistema de plantio sem revolvimento do solo, restrito a abertura de sulcos para o plantio das mudas de árvore nativa similar a utilizada em plantios de mudas de laranjeiras (FIDALSKI et al., 2009; FELISMINO, 2016).

## Considerações finais

O uso e manejo dos solos do Arenito Caiuá no Noroeste do Paraná exigem práticas conservacionistas que promovam a manutenção da cobertura vegetal com gramíneas para reduzir os riscos de erosão hídrica, a manutenção da fertilidade e a qualidade física do solo entre o horizonte superficial arenoso sobre horizontes de textura média, sem comprometer as produtividades agropecuárias.

## Referências

- AULER, A.P.M.; FIDALSKI, J.; PAVAN, M.A.; NEVES, C.S.V.J. Produção de laranja Pera em sistemas de preparo do solo e manejo nas entrelinhas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p.363-374, 2008.
- AULER, P.A.M.; NEVES, C.S.V.J.; FIDALSKI, J.; PAVAN, M.A. Calagem e desenvolvimento radicular, nutrição e produção de laranja 'Valência' sobre porta-enxertos e sistemas de preparo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.3, p.254-261, 2011.
- AULER, P.A.M.; FIDALSKI, J.; GIL, L.G.; PAVAN, M.A. Effect of soil preparation systems, mulching and rootstocks on 'Pera' (*Citrus sinensis*) performance in the northwest of Parana State, Brazil. In: **INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS**, 12., 2012. Book of Abstracts... Valencia, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 2012. p.180. Disponível em: <http://riegos.ivia.es/citrusco/www.citruscongress2012.org/web/wp-content/uploads/downloads/2012/11/LIBRO-CONGRESO-CITRUS.pdf>. Acessado em: 18 set. 2016.
- CAVIGLIONE, J.H.; FIDALSKI, J.; ARAÚJO, A.G.; BARBOSA, G.M.C.; LLANILLO, R.F.; SOUTO, A.R. **Espaçamento entre terraços em sistema de plantio direto**. Londrina, IAPAR, 2010. 59p. (Boletim Técnico, 71). Disponível em: [http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/BT71.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/BT71.pdf). Acessado em: 18 set. 2016.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina: Embrapa-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. v.1/2, 791p. (Embrapa-SNLCS. Boletim de pesquisa, 27; IAPAR. Boletim técnico, 16).
- FASOLO, P.J., CARDOSO, A.P., HOCHMÜLLER, D.P., RAUEN, M.J.; PÖTTER, R.O. **Erosão: Inventário de áreas críticas no Noroeste do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1988. 20p. (Boletim Técnico, 23).



FELISMINO, T. **Paranavaí testa manejo de solos para recuperação de área de preservação**. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/noticias/article.php?storyid=1991&tit=Paranavai-testa-manejo-de-solos-para-recuperacao-de-area-de-preservacao>. Acessado em: 18 set. 2016.

FIDALSKI, J. Fertilidade do solo sob pastagens, lavouras anuais e permanentes na região noroeste do Paraná. **Revista Unimar**, v.19, n.3, p.853-861, 1997a.

FIDALSKI, J. Diagnóstico de manejo e conservação do solo e da água na região noroeste do Paraná. **Revista Unimar**, n.9, v.3, p.845-851, 1997b.

FIDALSKI, J. Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do noroeste do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.8, p.1353-1359, 1999.

Fidalski, J. Qualidade física de LATOSSOLO VERMELHO em sistema de integração lavoura-pecuária após cultivo de soja e pastejo em braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.11, p.1097-1104, 2015.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A. Dinâmica da calagem superficial em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.2, p.235-247, 2005.

FIDALSKI, J.; AULER, P.A.M. Adubação nitrogenada e precipitação sobre a nutrição e produção de laranjeira 'Valência' **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.141-146, 2007.

FIDALSKI, J.; ALVES, S.J. Altura de Pastejo de Braquiária e Carga Animal Limitada pelos Atributos Físicos do Solo em Sistema Integração Lavoura-Pecuária com Soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.3, p.864-870, 2015.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; SILVA, Á.P. Qualidade física do solo em pomar de laranjeira no noroeste do Paraná com manejo da cobertura permanente na entrelinha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.3, p.423-433, 2007.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; CECATO, U.; BARBERO, L.M.; LUGÃO, S.M.B.; COSTA, M.A.T. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.11, p.1583-1590, 2008a.

FIDALSKI, J.; MARUR, C.J.; TORMENA, C.A. Respostas fisiológicas da laranjeira 'Pêra' aos sistemas de manejo de cobertura permanente do solo nas entrelinhas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.3, p.1307-1317, 2008b.

FIDALSKI, J.; BARBOSA, G.M.C.; AULER, P.A.M.; PAVAN, M.A.; BERALDO, J.M.G. Qualidade física do solo sob sistemas de preparo e cobertura morta em pomar de laranja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p.76-83, 2009.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; SILVA, Á.P. Least limiting water range and physical quality of soil under groundcover management systems in citrus. **Sci. Agri.**, v.67, n.4., p.448-453, 2010.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; ALVES, S.J.; AULER, P.A.M. Influência das frações de areia na retenção e disponibilidade de água em solos das formações Caiuá e Paranavaí. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.3, p.613-621, 2013.

FIDALSKI, J.; CAVALIERI-POLIZELI, K.M.V.; TORMENA, C.A., ANGHINONI, G., AULER, P.A.M. Capacidade de Suporte de Carga do Solo em Sistemas de Produção de Laranja Conservacionistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.3, p.880-885, 2015.

FIDALSKI, J.; BARBOSA, G.M.C.; BORDIN, I.; ALVES, S.J. Infiltração de água no solo, carga animal, disponibilidade de forragem e altura de pastejo em ILP. In: **REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO**, 5. Foz do Iguaçu, 2016. Resumos... Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Estadual Paraná. SBSC/NEPAR, 2016. No prelo.

INSTITUTO DE ÁGUAS DO PARANÁ. **Caiuá**. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=60>. Acessado em: 18 set. 2016.

KRONEN, M. **A erosão do solo de 1952 a 1985 e seu controle no Paraná**. Londrina, IAPAR, 1990. 53p. (Boletim Técnico, 30).

MEDA, A.R.; PAVAN, M.A.; CASSIOLATO, M.E.; MIYAZAWA, M. Dolomite lime's reaction applied on the surface of a sandy soil of the northwest Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.45, n.2, p.219-222, 2002.

SÁ J.P.G.; CAVIGLIONE, J.H. **Arenito Caiuá: Capacidade de lotação das pastagens**. Londrina: IAPAR, 1999. (Informe da pesquisa, 132).

SALLUN, A.E.M.; SUGUIO, K.; STEVAUX, J.C. Proposição formal do Alogrupo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). **Geologia USP. Série Científica**, v.7, n. 2, p.49-70, 2007.

SANTOS, L.J.C. Estudo dos solos do Paraná: contribuição ao estudo das relações morfogênese e pedogênese. In: **REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO**, 4. Cascavel, 2015. Resumos... Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Estadual Paraná. – Curitiba: SBCS/NEPAR, 2015. p.480-484.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SILVA, L.M.; FIDALSKI J.; BERTOL, O.J. Disponibilidade de água do solo em uma catena característica do arenito no noroeste do Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 33. 2011., Uberlândia. Anais... Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2011. 4p. 1 CD-ROM.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J.; SOBREIRO NETO, A.F. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, v.10, n.3, p.177-190, 1980.

ZAPAROLI, F.C.M.; GASPARETTO, N.V.L. Distribuição de solos e sua relação com o relevo em uma vertente no município de Florai - PR. **Boletim de Geografia**, v.28, n.2, p.49-63, 2010.

## **SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MONITORAMENTO AMBIENTAL EM MICROBACIAS**

José Alexandre Melo Demattê

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba (SP)

Existe a necessidade uso adequado do solo para não ocorrer seu depauperamento, bem como, otimizando os custos de produção. Neste sentido, a presente palestra terá como objetivos apresentar como se determinam os ambientes de produção, suas aplicações na área agrícola e importância na otimização da produção e custos. Exemplos práticos serão abordados demonstrando como o uso desse sistema de avaliação de terras pode auxiliar o produtor a aumentar a produtividade sem aumento de fertilizantes, mas basicamente com plantio de variedades certas no solo certo, bem como, o manejo de épocas de plantio e colheita. Também serão abordados a importância dos mapeamentos de solos no manejo físico e químico do solo, como base para a manutenção da sua qualidade.

## ASPECTOS LEGAIS E APLICADOS RELACIONADOS À FISCALIZAÇÃO DA CONSERVAÇÃO DO SOLO

Luiz Renato Barbosa

Especialista em Solos e Meio Ambiente

Agência de Defesa Agropecuária - ADAPAR

Londrina – PR, [luizrenatob@adapar.pr.gov.br](mailto:luizrenatob@adapar.pr.gov.br)

**Palavras-chave:** uso do solo agrícola; legislação; fiscalização.

### O Solo Agrícola

O Paraná tem sido vanguarda em legislar na causa do uso do solo agrícola, tendo em vista que este é insumo e o elemento básico para a produção agrícola, pois sem solo adequado e preservado, não se produz boa colheita.

Além desta vital função, o solo agrícola deve ser entendido como patrimônio Nacional e, por consequência, cabendo ao Estado, aos proprietários de direito, aos ocupantes temporários e a comunidade, preservá-lo, exercendo-se nele o direito de propriedade e posse temporária com as limitações estabelecidas em legislações vigentes, bem como obedecendo aos parâmetros técnicos estabelecidos pela pesquisa oficial.

O Estado mediante um contínuo processo educativo e de uma paralela e constante atuação fiscal coercitiva, através do papel de polícia administrativa, atribuição da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - Adapar, vem cumprindo e fazendo cumprir a presente Legislação.

O devido atendimento a essas normas de proteção do solo agrícola, adotadas de forma voluntária mediante ações de assistência técnica, ou impostas quando necessário, tem por finalidade primordial usufruir as dádivas da terra assegurando sua viabilidade e qualidade para as futuras gerações, além de concorrer de modo eficiente para a proteção dos mananciais, bem como do meio ambiente de forma integrada, evitando ou minimizando o carreamento de sedimentos e resíduos químicos, em decorrência dos processos erosivos originados pelo mau uso do solo agrícola.

Para fins de conceituação e entendimento da sua importância, considera-se solo agrícola, para os efeitos legais, aquele cuja aptidão e destinação for exclusivamente de exploração agro-silvo-pastoril. Portanto, importante ressaltar que as ações e omissões contrárias às disposições legais na utilização e exploração do solo agrícola são consideradas nocivas aos interesses do Estado do Paraná.

### Ações de fiscalização do uso do solo agrícola

A Adapar, em consonância com a Lei Estadual Nº 17.187/2012, através do Programa de Fiscalização do Uso do Solo Agrícola, tem a atribuição para fiscalizar o uso do solo agrícola no Estado visando sua conservação, recuperação e melhoramento pela adoção de práticas conservacionistas adequadas. Portanto, as ações de fiscalização junto aos produtores rurais e demais entes que por ação ou omissão concorrem para danos ao solo agrícola, são rotina da equipe de Engenheiros Agrônomos, Fiscais de Defesa Agropecuária, que motivados ou não por prévia denúncia por terceiros do uso inadequado do solo agrícola, aplicam notificações àqueles que desatendem as recomendações agronômicas e práticas conservacionistas propostas pela assistência técnica, conseqüentemente as normas legais vigentes.

Quando notificados pela Adapar os causadores dos danos ao solo agrícola devem sanear os processos erosivos do solo e suas causas através de Planejamento Conservacionista de Solo e Água, proposto por profissional habilitado, acompanhado de Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, junto ao CREA, mediante a aplicação das técnicas, obras e recomendações agronômicas, ou de outras áreas da engenharia correlata ao problema, adequadas às características de cada propriedade rural ou local da ocorrência mediante a integração das áreas envolvidas.

Após a notificação para tomada de providências e depois de vencido prazo estipulado pela fiscalização da Adapar para a devida adequação de áreas com problemas erosivos, os causadores de danos ao solo agrícola que reiteradamente deixam de sanear os solos, ficam sujeitos às autuações e penalidades previstas na legislação em vigor, após trâmite de regular processo administrativo.

Atualmente são verificadas ações e omissões contrárias às exigências da legislação em vigor que concorrem para danos erosivos de solo agrícola nas mais diversas formas e gravidade, requerendo, portanto, a atuação do órgão fiscalizador de forma coercitiva, uma vez que os solos e águas são recursos naturais de difícil regeneração. A utilização do solo agrícola em desacordo com a capacidade de uso é causa de grande número de ocorrências de erosões, constatados na rotina de atuação dos Fiscais de Defesa Agropecuária.

A ausência de terraços em áreas agrícolas, e a implantação de sistema de terraceamento subdimensionado, desconsiderando as recomendações e parâmetros técnicos estabelecidos em publicações oficiais por proposição do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, configuram ações ou omissões que estão em desacordo às disposições da Resolução SEAB nº 172/2010. A não adoção desta importante prática conservacionista, somada ao uso de mecanização excessiva em solos frágeis, com grande potencial de erodibilidade, sem adequados índices de cobertura, aliadas ao potencial de erosividade das chuvas, potencializam os processos erosivos de solo agrícola, sujeitando aos causadores dos danos, conseqüentemente, às sanções previstas na legislação em vigor.

Além destes fatores, a adoção de práticas e manejos inadequados de uso do solo agrícola, como o cultivo no sentido da pendente - “morro abaixo”, o uso de escarificador ou outros implementos agrícolas em “sistema de plantio direto”, a falta de manutenção e até mesmo a retirada de terraços, visando “facilitar operações” de máquinas agrícolas, muitas delas de tamanhos desproporcionais à realidade do agricultor, concorrendo para a compactação dos solos, são consideradas ações prejudiciais ao solo agrícola.

Ainda neste sentido os sistemas de cultivos adotando-se como base a sucessão de culturas com o soja/milho safra de inverno, soja/trigo, soja/soja “safrinha”, aliadas a diminuição da cobertura do solo, potencializam as ocorrências de danos erosivos ao solo agrícola e constituem importante causa do grande volume de ocorrências e do aumento do número de denúncias de mau uso do solo que constantemente chegam para atendimento dos fiscais lotados nas 20 (vinte) Unidades Regionais de Defesa Agropecuária - URS da Adapar distribuídas no Estado.

Outro diagnóstico verificado, na rotina de atendimento da Adapar está relacionado aos problemas gerados pela influência hídrica e pelo escoamento de águas pluviais e sedimentos, envolvendo a interface entre áreas urbanas, distritos industriais, estradas rurais, rodovias estaduais e federais, com as áreas agrícolas. Os grandes volumes de águas originados destas áreas, a não infiltração no solo e inadequada condução e disposição das mesmas, são as causas dos freqüentes, graves e muitas vezes irreversíveis danos erosivos, tornando-se sério problema de ordem econômica e social.

A falta ou inadequadas obras conservacionistas em estradas e suas áreas de domínio, bem como nas áreas urbanas e periurbanas, a ausência de tratamentos conservacionistas e/ou sistemas adequados visando a condução de águas pluviais através da integração com propriedades rurais, propicia o escoamento em velocidade e desordenado destas águas, produzindo sérias conseqüências como o carreamento de sedimentos sobre pistas de rolagens, danos aos leitos de estradas, quebra de barreiras e impedimento ao tráfego de veículos, destruição de pontes, bem como o surgimento de voçorocas em áreas periurbanas, danos estes, muitas vezes irreversíveis, constituindo constantes ocorrências e demandas, direcionadas para ações de fiscalização pela Adapar.

A insistência na utilização do solo agrícola, de forma inadequada sem o devido planejamento e acompanhamento por profissionais da assistência técnica, sem respeitar sua capacidade de uso, sem a adoção das apropriadas técnicas de manejo, além de causar danos erosivos e perdas em produtividade, provoca as constantes interferências pelo assoreamento das áreas de mananciais.

Neste sentido as ações ou omissões, quando provenientes de manejos inadequados das explorações agrícolas com conseqüências danosas nestas áreas, são alvos de fiscalizações não só da Adapar, mas, também de ações complementares e integradas por demais órgãos de fiscalização ligados ao meio ambiente, e ainda, do Ministério Público, conforme previsões contidas em termos de cooperação técnica e ainda no regramento legal de cada instituição, por configurarem também danos ambientais.

## **Legislação sobre o uso do solo agrícola**

A Lei Estadual nº 8014, de 14 de dezembro de 1984, confere ao solo agrícola o *status* de Patrimônio Nacional e, por consequência, incumbe a todos a obrigação pelo adequado uso e conservação.

As ações antrópicas são causas de constantes transformações ao solo agrícola e são decorrentes de reiteradas práticas, comportamentos, costumes, experiências ou necessidade, que ao passar do tempo, careceram e resultaram em regras estabelecidas pela sociedade como adequada à boa convivência entre os indivíduos. Assim, o adequado uso e conservação do solo é, por necessidade, regra imposta a todos, detentores de qualquer parcela de solo como os usuários sob qualquer forma de regime de posse, responsáveis por assistência técnica pública ou privada, as instituições de pesquisa, os órgãos ambientais, as instituições financeiras e os administradores públicos de áreas urbanas ou rurais.

O adequado uso e conservação do solo tanto diz respeito ao apropriado tratamento e disposição de resíduos sólidos e químicos, como em relação à condução e destinação adequada de águas pluviais em estabelecimentos agropecuários, de águas oriundas de rodovias ou de galerias de águas pluviais urbanas. Também exercem parcela de responsabilidade as instituições financeiras que destinam créditos para projetos agropecuários, industriais e de serviços sem, para tanto, observarem ou vincularem o financiamento ao adequado uso e conservação do solo. A lei é apenas um suporte contra os infratores da regra que, por ação ou omissão, tendem a ferir o direito posto.

A coletânea atual da legislação do uso e conservação do solo agrícola do Estado do Paraná conta com a Lei nº 8.014/1984, regulamentada por meio do Decreto Estadual nº 6.120, de 13 de agosto de 1985, a Resolução nº 172, de 03 de setembro de 2010, da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, e a Portaria nº 272, de 23 de dezembro de 2014, da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná – ADAPAR, bem como o Decreto Nº 4.966 de 29 de agosto de 2016. Está sob a atribuição da Adapar, Autarquia instituída por meio da Lei Estadual nº 17.026 de 20 de dezembro de 2011, a fiscalização do uso do solo agrícola do Paraná de que trata a mencionada legislação.

Neste sentido, para a adequada ocupação e exploração do solo a citada legislação prevê que a mesma deve ser permitida mediante planejamento prévio, seguindo os critérios técnicos, propostos por profissional habilitado, respeitando-se a capacidade de uso dos solos, através da utilização de equipamentos e tecnologias adequadas de manejo, adoção de práticas conservacionistas priorizando meios para se evitar processos erosivos, bem como manter e recuperar suas características físicas, químicas e biológicas, visando a preservação deste que é recurso vital para as presentes e futuras gerações.

## Referências

PARANÁ. Leis, Decretos. **Coletânea da legislação sobre uso do solo agrícola, (Lei 8.014/84 e Decreto 6120/85)**. Curitiba, 1997. 40p.

ADAPAR. **Resolução nº 172, de 03 de setembro de 2010**. DOE nº 8301, de 10 de setembro de 2010. Disponível em < <http://www.adapar.pr.gov.br/> > Acesso em 08/07/2016.

ADAPAR. **Lei Estadual nº 17.026 de 20 de dezembro de 2011**. DOE nº 8613 de 20 de dezembro de 2011. Disponível em < <http://www.adapar.pr.gov.br/> > Acesso em 21/09/2016.

ADAPAR. **Lei Estadual nº 17.187 de 12 de junho de 2012**. DOE nº. 8731 de 12 de Junho de 2012. Disponível em < <http://www.adapar.pr.gov.br/> > Acesso em 20/09/2016.

ADAPAR. **Portaria nº 272, de 23 de dezembro de 2014**. DOE nº 9394, de 06 de janeiro de 2015. Disponível em < <http://www.adapar.pr.gov.br/> > Acesso em 08/07/2016.

CREA-Pr. **Manejo e conservação do solo e da água**. Disponível em < [http://www.crea-pr.org.br/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=37:cadernos-tecnicos&Itemid=203](http://www.crea-pr.org.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=37:cadernos-tecnicos&Itemid=203) > Acesso em 20/09/2016.



## **A CONTRIBUIÇÃO DA CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA NO MONITORAMENTO E NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS IMPACTADAS POR DESASTRES AMBIENTAIS**

Marx Leandro Naves Silva

Doutor em Ciência do Solo

Universidade Federal de Lavras - UFLA/ Dept. de Ciência do Solo

Lavras – MG, [marx@dcs.ufla.br](mailto:marx@dcs.ufla.br)

**Palavras-chave:** antropoceno; resiliência; erosão hídrica; enchentes; tecnossolo.

### **Introdução**

Não há dúvidas de que as atividades humanas podem ser sentidas e até medidas em escala global. Mas será que essa influência é tão forte quanto as antigas forças da natureza que transformaram para sempre a Terra? Pesquisadores de várias regiões do mundo afirmam que sim. Estudo publicado por Monastersky (2015) defende que o planeta entrou numa nova era geológica, o Antropoceno, e afirma ainda que ela teve início há relativamente pouco tempo atrás, no milênio passado. A discussão vem de um debate já antigo sobre a validade do Antropoceno como uma unidade de tempo geológico do planeta, que tem 4,5 bilhões de anos. Enquanto não há consenso, pesquisadores de todas as partes do mundo esforçam-se para fortalecer as teorias que sustentam o Antropoceno, nome dado a uma era em que o homem, e não uma força natural, como um meteoro, terremoto ou vulcão, é responsável pelas alterações no planeta.

Nesta discussão da era Antropoceno surge o termo tecnógeno, o qual é uma ciência voltada para o futuro, preocupada em acompanhar as mudanças ambientais e os riscos naturais devido à lenta ação de fatores imperceptíveis, que são gerados pela atividade tecnogênica do homem. O tecnógeno guarda implícito o conceito de que a resiliência dos meios naturais foi ultrapassada. Ou melhor, que a capacidade de auto-recuperação dos ecossistemas não consegue mais agir para voltar ao estado anterior a um impacto ambiental e precisa das novas tecnologias e abordagens da conservação do solo e da água desenvolvidas pelo próprio homem que geraram o impacto ambiental. Nesta nova abordagem surge um novo conceito de solo, os Tecnossolos.

O homem é frequentemente responsável por causar danos ao meio ambiente, notadamente ao solo e à água. Quando realizamos uma atividade, estamos cientes de que ela pode trazer impacto negativo ao ambiente e, é por isso, que medidas de prevenção, monitoramento, controle e recuperação são necessárias. Os desastres ambientais que ocorreram no Brasil e no mundo são consequências, principalmente por interferência do homem, e/ou por exploração de solos frágeis ou com riscos geológicos. Isso poderia ser resolvido com leis mais severas e maior consciência por parte do homem sobre a importância da conservação do solo e da água.

O solo é a camada superficial da crosta terrestre, sendo de fundamental importância para a vida de várias espécies. O solo é responsável pela reciclagem de elementos químicos, sequestra carbono, regula o ciclo hidrológico, é suporte da fauna e flora, além de abrigar um quarto da biodiversidade do planeta. O recurso natural solo está em constante interação com os recursos água, vegetação e ar atmosférico.

A degradação do solo engloba risco para a manutenção da vida no planeta. Pretende-se nesta palestra demonstrar o papel da conservação do solo e da água no monitoramento e na recuperação de áreas impactadas por desastres ambientais no Brasil.

## A Degradação do Solo e os Desastres Ambientais

A degradação do solo pode ser química, física e/ou biológica. A principal forma de degradação do solo no Brasil é a física, entre estas podemos destacar a erosão. A erosão é o processo de desprendimento e arraste das partículas do solo causadas pela água e pelo vento. A erosão causada pela água, por meio das chuvas erosivas, é denominada erosão hídrica, incluindo as formas laminar, sulcos, voçorocas, deslocamento de massa, túnel, pináculo, pedestal e da fertilidade do solo. Para formar 20 cm de solo estima-se serem necessários cerca de 1000 anos, enquanto o uso incorreto pode causar danos permanentes. O uso inadequado deste recurso natural causa perdas por erosão hídrica da ordem de 5 a 7.000.000 ha anualmente. Estimativas indicam que boa parte dos solos do planeta teria sido perdida nos últimos 150 anos (BRASÍLIA, 2015).

A degradação química está atualmente bastante relacionada à produção do lixo urbano e industrial, sendo uma das principais responsáveis pela poluição do solo e da água. Durante o processo de decomposição do lixo, ocorre a produção de gases e de líquidos extremamente poluentes, que podem infiltrar no solo, causando a sua contaminação, além de poder atingir águas subterrâneas. A utilização de defensivos e insumos químicos nas atividades agrícolas, sem o manejo correto, também pode contaminar o solo. Esses produtos químicos são prejudiciais à fauna e flora presentes no solo, alterando de forma drástica sua composição. Em muitos casos os vegetais acumulam essas substâncias, que são ingeridas pelos humanos e por outros animais. Assim como o uso destes produtos químicos na agricultura, a mineração também contribui para a poluição do solo, gerando um grupo de elementos denominados metais pesados. Essa atividade, através de escavações e construção de barragens de rejeitos, altera de forma significativa a estrutura natural do solo, e a exposição de elementos químicos agrava esse desastre ambiental. Estima-se que no estado de Minas Geras atualmente existem 315 barragens de rejeitos de mineração.

Um grande volume de água deixa de infiltrar naturalmente nos solos em decorrência da redução da cobertura vegetal e do uso e manejo incorretos do solo. Milhares de cursos d'água ficaram completamente secos devido às alterações do ciclo hidrológico e do nível do lençol freático, situação agravada nesta última década. Este déficit, aliado à ampliação das demandas de consumo de água, provocou o colapso no abastecimento de vários municípios. Outro aspecto é que os sedimentos provenientes da erosão podem conter, em condições locais específicas, concentrações substanciais de insumos agrícolas e outros elementos de origem industrial, que podem ser depositados no solo e arrastados durante o estabelecimento do processo erosivo, podendo desencadear processos de poluição em cursos de água. O material erodido é carregado para corpos de água superficiais e subterrâneos, provocando o assoreamento de várzeas, de rios, de lagos e reservatórios. Isso diminui a disponibilidade de água para o ecossistema, para o consumo humano e a produção de energia. Em várias regiões do Brasil a falta d'água potável já é um problema grave, podendo ser considerada também um grande desastre ambiental.

No Brasil, os principais desastres ambientais que ocorreram nas últimas décadas, envolvendo os recursos solo e água, causaram grandes prejuízos ao homem e ao meio ambiente como um todo. No ano de 1994 ocorreu uma erosão no município de Bauru (SP) em uma área urbana denominada

Jardim Paulista, trazendo grandes danos à população que habitava o local. A voçoroca formada deslocou 120.000 m<sup>3</sup> de solo, que foram despejados na várzea do Córrego da Água da Resseca e, por consequência no Rio Bauru. No ano de 2003, ocorreu uma erosão do tipo deslocamento de massa na barragem em Cataguases (MG), com vazamento de 520.000 m<sup>3</sup> de rejeitos compostos por resíduos orgânicos e soda cáustica. Os resíduos atingiram os Rios Pomba e Paraíba do Sul, originando prejuízos ao ecossistema e à população ribeirinha, que teve o abastecimento de água interrompido. O incidente também afetou áreas do estado do Rio de Janeiro. No ano de 2007, ocorreu o rompimento de barragem de mineração na região de Miraf (MG), com vazamento de 2.280.000 m<sup>3</sup> de água e rejeito, originados da lavagem de bauxita, causando grandes transtornos à população da região. No ano de 2008, a região do Vale do Itajaí, no estado de Santa Catarina, sofreu com chuvas erosivas ocasionando erosões do tipo deslocamento de massa seguidas de grandes enchentes, que resultando em mais de 100 mortes. Semelhante ao que aconteceu na região serrana do estado de Santa Catarina, em 2011, chuvas erosivas na região serrana do Rio de Janeiro, ocasionaram uma série de erosões do tipo deslocamento de massa, destruindo casas nas regiões de encosta. Foram totalizadas aproximadamente 800 mortes. O gravíssimo acidente de Mariana (MG) ocorreu em novembro de 2015 quando a barragem da mineradora Samarco rompeu e liberou uma grande quantidade de rejeitos, que destruíram o distrito de Bento Rodrigues. Os corpos de 17 vítimas foram encontrados após o acidente, e uma pessoa ainda continua desaparecida. Além das perdas humanas, este que tem sido considerado o maior impacto ambiental brasileiro, ocasionou que grandes áreas de solo e rios ficaram cobertas de rejeitos e várias espécies da fauna e flora foram eliminadas, notadamente a bacia do Rio Doce. Estes eventos evidenciam a necessidade de reformulação das legislações, do monitoramento das ações de uso, da ocupação, do manejo do solo e da água e das medidas de prevenção, controle e recuperação destes ambientes impactados.

## Prevenção e Monitoramento

Na literatura existem várias medidas de prevenção e monitoramento destes desastres ambientais relacionados à degradação do solo e da água. Os modelos de predição da erosão hídrica do solo podem ser utilizados para previsões de cenários futuros destes desastres ambientais. Entre os vários modelos de predição de erosão, os mais empregados no Brasil são a *Universal Soil Loss Equation (USLE)*, modelo empírico, e a sua versão revisada, a *Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*, considerada semi-empírica. O modelo *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)* é um modelo matemático de domínio público, em cujo desenvolvimento, foram sendo incorporadas várias características contidas em modelos anteriores, com enfoque mais hidrológico. Mais recentemente estão sendo conduzidas pesquisas no Brasil para viabilizar a utilização do modelo *Water Erosion Prediction Project (WEPP)* e suas versões, que são modelos baseados em princípios físicos, trazendo grande avanço aos estudos de modelagem da erosão hídrica. O grande desafio está na validação dos modelos para os vários ambientes e na geração de dados de campo para alimentar modelos que apresentam versões que estimam perdas de solo, água, nutrientes, carbono orgânico, elementos poluidores e o custo da erosão, com abrangência temporal e espacial, adaptados e/ou desenvolvidos para o Brasil. O emprego destes modelos poderia ser muito útil nas previsões e monitoramentos destes acidentes erosivos extremos e medidas preventivas poderiam ser tomadas.

No monitoramento da erosão hídrica é indispensável conhecer as características básicas da precipitação e da enxurrada e seu potencial erosivo, denominada erosividade da chuva. As diferenças

climáticas inerentes às várias situações geográficas provocam grandes variações nos resultados e no Brasil existem poucas estações meteorológicas gerando dados climáticos para uso nos estudos de erosão hídrica, notadamente em áreas críticas. Grandes avanços nesta área podem ser obtidos com a implantação de estações automatizadas, sensores de umidade do solo e o uso do disdrômetro a laser, com transmissão de dados remotos. Estes equipamentos poderiam contribuir de modo significativo na geração de dados, possibilitando estudos de padrões de precipitações e a suas interações com o solo, estudos de períodos de retorno de chuvas máximas erosivas, possibilitando a implantação de sistemas preventivos de risco de ocorrência de desastres relacionados a erosão hídrica.

Um componente importante com especial ênfase deve ser dado aos solos nos estudos de erosão. Estes apresentam uma capacidade diferente de resistir à erosão hídrica, denominada erodibilidade do solo, estando relacionada aos seus atributos intrínsecos. Para uso nos modelos o valor do fator erodibilidade do solo pode ser determinado por meio de métodos diretos ou indiretos e em alguns modelos a erodibilidade é dividida em erosão em sulcos e entre-sulcos. Um apoio hidropedológico deve ser incluído para o entendimento do comportamento de cada solo em relação à erodibilidade no contexto de paisagem. Bancos de dados sobre o fator erodibilidade, obtidos de modo direto, foram gerados nas últimas décadas, entretanto necessita-se de mais informações sobre este fator para as várias classes de solos existentes e numa nova abordagem deve-se incluir os Tecnossolos.

Um fator de grande importância é o topográfico, que envolve a declividade, o comprimento de rampa e a pedoforma (morfologia externa do solo). A sua determinação, em ambiente digital, possibilita a sistematização e a padronização metodológica, tornando-se fundamental no estudo de modelagem da erosão hídrica. O uso de técnicas de Inteligência Artificial, do Sistema de Informações Geográficas, algoritmos, interpoladores, modelo de elevação digital, uso de mapas contínuos no formato raster e modelos estimadores de pedoformas, possibilita a modelagem da paisagem em grande escala, considerando os efeitos da complexidade topográfica, permitindo a aplicação de diferentes modelos e melhoria da estimativa desses, reproduzindo, com fidelidade, o fluxo preferencial de escoamento da água nas redes de drenagem e nos sulcos de erosão hídrica.

Um dos componentes do sistema solo, extremamente importante na aplicação de modelos de erosão, está relacionado às plantas. O desenvolvimento vegetativo, o manejo das plantas, o sistema radicular, a arquitetura da planta, a fisiologia, a deposição e a decomposição dos resíduos são variáveis extremamente importantes no processo de modelagem da erosão. As medições de sensoriamento remoto, através de sensores que determinam o índice de vegetação por diferença normalizada, permitem avaliar os diferentes estágios de desenvolvimento de determinada vegetação nativa ou cultivada, podendo ser utilizados na obtenção do fator cobertura vegetal na modelagem da erosão hídrica nos estudos do impacto ambiental em larga escala.

Outros fatores importantes na modelagem da erosão hídrica são as tecnologias conservacionistas relacionadas ao controle e à recuperação de desastres ambientais, constituindo também fatores relevantes na avaliação da magnitude das perdas de solo e água. No Brasil são raros os estudos relacionados a estes fatores, sendo que as dificuldades estão relacionadas ao custo e à morosidade na condução experimental, em muitos casos envolvendo experimentos de longa duração e em grande escala, por exemplo, no caso de barragens de rejeitos.

A pesquisa de erosão do solo no Brasil tem sido concentrada na obtenção de valores de perdas de solo e água em parcelas experimentais de tamanho médio e pequeno, em várias condições de

clima, solo e sistemas de uso e manejo. Para a determinação destes valores, tecnologias de automação na coleta de dados devem ser desenvolvidas. É importante que essas pesquisas sejam também desenvolvidas e modeladas para as bacias hidrográficas e que de referência ou de tolerância de perdas de solo e água sejam definidos, considerando o assoreamento de reservatórios, o impacto das áreas de mineração, as grandes construções, e a erosão por deslocamento de massa que ocorre em áreas com interferência do homem, causando grandes impactos no ambiente e nas populações. Considerando que a maioria dos estados brasileiros apresenta meses secos e que algumas regiões têm sofrido déficits hídricos extraordinariamente acentuados nos últimos anos, a perda de água por erosão assume importância capital. Assim, a determinação de valores de tolerância de perdas de água deveria constituir também prioridade de pesquisa neste contexto. Isto constituiria uma abordagem da erosão no enfoque do solo em suas múltiplas funções e ações preventivas contra os acidentes ambientais poderiam ser efetivadas.

No monitoramento da erosão hídrica em escalas maiores, técnicas modernas devem ser implementadas como o uso dos sinais de radares, das assinaturas espectrais, das propriedades mineralógicas, térmicas, magnéticas, elementos traçadores, polímeros sintetizados, nano-sensores e fluorescência. Estas técnicas são conhecidas como indicadoras de fontes e deposição de sedimentos *fingerprinting*. Esta técnica pode elucidar os processos que regem a transferência de sedimentos oriundos da erosão nos sistemas terrestres para os sistemas aquáticos nas bacias hidrográficas.

Inovações nos estudos de monitoramento da erosão hídrica são os veículos aéreos não tripulados (VANT), com planos de vôos que utilizam recursos modernos de controle e automação, baseados nos princípios de geração de imagens em terceira dimensão. Estes podem gerar nuvens de imagens, georeferenciadas, de superfícies complexas, à semelhança de imagens orbitais. A pesquisa consiste em monitorar e modelar a ocorrência da erosão hídrica e a cobertura vegetal, no tempo e no espaço, utilizando os VANT, com scanner a laser, *Light Detection and Ranging (LIDAR)*, câmera fotográfica digital convencional e multiespectral, e sensores, sendo estas imagens tratadas em programas desenvolvidos especificamente para estes estudos.

Nesta nova abordagem os conceitos de inteligência artificial poderiam ser aplicados aliados aos recursos de uso de interpoladores, algoritmos, lógica *fuzzy*, redes neurais e geoestatística no monitoramento destes desastres no tempo e no espaço de forma preventiva.

## Controle e Recuperação

Entre as medidas de controle e recuperação destacam-se a recomposição das matas ciliares, matas de galeria, topos de morros, várzeas e veredas; fomento e implementação de práticas de conservação dos solos, como o plantio em nível, terraceamento e bacias de captação; adoção do plantio direto; manejo sustentado das pastagens e introdução de sistemas agrosilvopastoris; monitoramento da qualidade do solo em sistemas de manejo; obrigatoriedade de recomposição de reserva florestal legal para as classes de solos de uso inferiores; estímulo e subsídios à recuperação das áreas degradadas e proteção de nascentes.

Entre as possíveis medidas para combater a poluição do solo estão: a redução da produção do lixo, destino e tratamento adequado do lixo, reciclagem, saneamento ambiental, métodos agrícolas que possam diminuir a aplicação de defensivos e insumos, entre outros.

Existe a necessidade de uma análise crítica da legislação do uso, ocupação e manejo do solo urbano e rural, em suas interfaces com a questão ambiental, tendo em vista o aprimoramento, a

revisão e a compatibilização dos instrumentos legais vigentes e seu mais amplo conhecimento; criação de comissões com ampla participação de todos os segmentos da sociedade para aperfeiçoamento e adaptação segundo os interesses regionais das leis ambientais; criação de parques em bacias hidrográficas municipais com função exclusiva de captação de água, proteção ambiental e lazer; e adoção das bacias hidrográficas como unidades de estudo, planejamento e gestão ambiental.

No campo social uma grande inovação na gestão do solo é a possibilidade de pagamento por serviços ambientais, constituindo tendência mundial. Esse mecanismo tem como diferencial o incentivo aos agricultores para que exerçam o papel de protetores dos recursos naturais, solo e água, eliminando ou minimizando os principais problemas relacionados com o uso e o manejo incorretos do solo. No município de Extrema (MG), a sub-bacia das Posses faz parte da bacia dos Rios Jaguari e Camanducaia, considerados os maiores contribuintes do Sistema Cantareira, responsável pelo abastecimento da maior parte da região de São Paulo (SP), constituindo uma das maiores produções de água do mundo para o consumo humano. Considerado prioritário para a produção de água, por meio do programa “Conservador da Água”, o foco do programa é a redução da erosão hídrica e o aumento da recarga de água, por meio da implantação de tecnologias de conservação do solo e da água. Os produtores rurais são financeiramente incentivados a participar com a venda de benefícios ambientais gerados pelo manejo conservacionista, na filosofia da segurança do solo, água, floresta e alimento.

## Considerações Finais

Os dados gerados na pesquisa têm demonstrado que o solo encontra-se no centro dos principais desafios do planeta, como na produção de alimentos, fibras e energia, apresentam papel fundamental na mitigação de efeitos de mudança climática, na manutenção dos mananciais hídricos e na sustentabilidade da biodiversidade. Devido à tamanha importância, no ano do solo no mundo, 2015, no Brasil foi elaborada a Carta de Brasília, onde foram definidas propostas de ações que promovam condições para a adequada governança do solo, nas diferentes esferas políticas e governamentais.

A degradação do solo e da água e como consequência os desastres ambientais englobam problemas muito críticos que o Brasil e o mundo estão enfrentando atualmente, refletindo-se diretamente nos segmentos da segurança, do econômico, do social e do político.

As soluções destes problemas, como vêm sendo demonstradas, são tecnicamente possíveis, mas os efeitos destas degradações muitas vezes persistem ou se estabelecem novamente devido à falta de consciência e educação ambiental. Assim, o primeiro passo seria a aplicação de um diagnóstico participativo, seguido da implantação de um programa de conscientização e educação ambiental, cujo tema central seria a conservação do solo e da água e a partir deste tema construir uma consciência dos danos causados pela degradação do solo e água. Como a implantação desse programa possui caráter permanente, a continuidade das ações, seria conduzida pelas organizações locais que forem capacitadas e articuladas para esse fim com apoio técnico das instituições parceiras. Os resultados produzidos deveriam ser divulgados numa tentativa de extensão do programa de conscientização e valorização do solo e da água nesta possível era que se insere o Antropoceno.

## Referências

BRASÍLIA. Conferência Governança do Solo: Carta de Brasília. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.40, n.1, p.14-15, 2015.

MONASTERSKY, R. The human age. **Nature**, v.519, p.144-147, 2015.



## A RELAÇÃO SOLO-MÁQUINA

Prof. Dr. Paulo Sergio Graziano Magalhães

Doutor pela Silsoe College da University of Cranfield

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP/ FEAGRI

Campinas - SP, Mais de 50 % da área do terreno é afetada por pneus de máquinas pesadas em canaviais, mesmo em sistemas de tráfego controladas que usam sistemas cinemático auto-orientação em tempo real para evitar passar sobre as linhas de plantio. Durante o ciclo de produção de cana, tratores e colheitadeiras promovem pelo menos quatro passagens: duas pela colhedora e duas pela unidade haul-out, ou seja, 16 passagens por diferentes pneus com diferentes cargas. O tráfego sobre a área da cultura que faz com que o maior dano do solo ocorra durante a colheita, devido às altas cargas de roda dos ceifeiros, que pesam até 20 toneladas, e as unidades de retirada da água, que pesam até 30 toneladas quando totalmente carregado. Esta atividade pode levar a compactação do solo na linha e afetar de forma adversa o rendimento das culturas. Os efeitos de compactação sobre as propriedades físicas do solo e a resposta da cultura são cumulativos, especialmente em culturas de soca, tais como cana de açúcar, uma cultura perene semi que é tipicamente cultivada em ciclos de quatro a sete anos. Estudos sobre o comportamento dos pneus agrícolas (volume, pressão interna, tipo e desenho), distribuição de tensões e compactação do solo, fornecem informações sobre possíveis danos ao solo e indicam caminhos para reduzir a compactação.



## EXPERIÊNCIAS INOVADORAS NA GESTÃO DO SOLO E DA ÁGUA EM SOLOS ARENOSOS

Renato Watanabe<sup>1</sup>

Sérgio José Alves<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Coordenador do projeto de ILP na Cocamar

Cocamar Cooperativa Agroindustrial

Maringá - PR, <sup>2</sup> Doutor em Agronomia e Produção Vegetal

Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR

Londrina - PR, *sj@iapar.br*

O arenito Caiuá representa um grande desafio técnico e tecnológico para a Cocamar desde a sua fundação. Ocupa uma área de aproximadamente 3 milhões de hectares. Os solos arenosos, altamente suscetíveis à erosão e de baixa fertilidade natural, limitam sua utilização intensiva.

Opções têm sido buscadas para os cooperados desta região. A Cooperativa investiu no passado em usina de cana de açúcar, fecularia de mandioca, processamento de café, fiação de algodão e sericicultura, dentre outras. Além disto, fez ensaios e prospecções com cultivos florestais e seringueira.

A questão é “buscar rentabilidade com sustentabilidade”. Em alguns cultivos, falta mercado, noutros, sustentabilidade. Alguns necessitam escala.

Ou seja, não tem sido fácil equacionar, de forma a obter um desenvolvimento sustentável nesta região e que pudesse ser utilizado para os milhares de agricultores, com propriedades de diferentes tamanhos.

Hoje, restam como maiores áreas ocupadas no arenito, pastagens tropicais, cana de açúcar e mandioca. Há ainda diversos outros cultivos, eucalipto, citrus, amendoim, abacaxi, acerola, etc.

A bovinocultura é a principal atividade do arenito. As pastagens ocupam uma área de mais de 2.000.000 de ha e grande parte estão degradadas ou em vias de degradação. Parecia natural, que a reforma de pastagens e a intensificação da produção animal em pastejo fosse a principal alternativa a ser trabalhada.

A Integração Lavoura Pecuária passou a ser trabalhada pela pesquisa nesta região desde a década de 80, inicialmente como opção de renovação de áreas de pastagens degradadas e mais recentemente no estabelecimento de sistemas intensivos.

Os resultados iniciais publicados por Marun e Mella (1997) mostravam que a agricultura, em preparo convencional de solos, permitia uma reforma econômica das pastagens.

A partir do final dos anos 90, a melhoria dos equipamentos de plantio direto, a diminuição do custo dos herbicidas e o aumento dos conhecimentos sobre o plantio direto viabilizaram novas propostas. A renovação de pastagens degradadas passou a ser estudada, com uma adequação das áreas em plantio convencional e a implantação de cultivos de soja e a tentativa de estabelecer sucessões de soja e aveia no arenito. As atividades deram origem a uma “bolsa de arrendamento de terras em Umuarama – Pr e a um programa de estado denominado “Arenito nova fronteira”. A grande disponibilidade de terras de menor custo em relação a outras regiões do estado incentivam uma grande expansão no cultivo de grãos.

Contudo, o sistema ainda não era sustentável.

## SUSTAGRO - O MODELO ATUAL

Uma análise crítica dos resultados obtidos, novas tecnologias e a experiência acumulada em outras regiões possibilitou a elaboração de uma nova proposta.

A plataforma “Sustagro” – desenvolvida pelo IAPAR em conjunto com COCAMAR tem ênfase na produção com sustentabilidade.

Dentro desta proposta, diversos princípios foram adotados, tais como: manter o solo coberto o ano inteiro, ter foco no sistema, usar insumos e genótipos melhorados.

Uma série de tecnologias foram desenvolvidas e validadas, como pro exemplo, a reforma de pastagens em plantio direto (Sustagro – PDP), o plantio direto de soja e com modelo de rotação definido (Sustagro – SiS), etc. As atividades desenvolvidas possibilitaram o desenvolvimento de um modelo rentável e de menor risco.

Em termos de conservação de solos, há uma série de orientações em relação a disposição de estradas, divisão de pastagens, cercas, disponibilização de água para os animais, etc.

Dentre as principais dificuldades estão treinamento de pessoas, sucessão nas propriedades, gestão, pesquisa agrícola, etc. Há ainda, a necessidade de padronizar alguns procedimentos e pesquisar alternativas, contudo, os benefícios são evidentes.

Na safra 2016/71 estima-se uma área de 18.000 ha de soja, com uma produtividade média de 43 sacos por hectare, 6.000 ha de pastagens reformadas com produções de 18 a 30 @ ha<sup>-1</sup> no verão e 18.000 ha de pastagens de outono-inverno, produzindo de 6 a 15 @ ha<sup>-1</sup>.

Estima-se que a ILP, apenas na área de abrangência da Cocamar no arenito tenha um impacto anual de mais de 80 milhões de reais por ano em termos de incremento de produção. Além disso, triplica-se o número de empregos / unidade de área, há um aumento na comercialização de insumos e na renda regional. Isto em que se considere que o sistema esteja ocupando pouco mais de 1 % da área de pastagens do arenito. Ou seja, temos um modelo de sucesso e com grande potencial de expansão futura.

## Referências

ALVES, S.J.; ALVES, R.M.L.; RICCE, W.da S. ; TORMENA,C.; MORAES,A.; BELLO, M. Integração Lavoura Pecuária Intensiva e perspectivas do aumento do uso de leguminosas. In: PAULINO, V.T.; FERRARI Jr, E.; GERDES, L.; LUCENA, M.A.C.; MATTOS, W.T.; ALCANTARA, P.B.. (Org.). **Encontro técnico leguminosas forrageiras**. 1 ed. Nova Odessa: IZ - Instituto de Zootecnia, 2007, v 1, p.1-36.

ALVES, S.J.; COSTA, J.M.; BELLO, M.; VIEIRA, F.T.S.; MORAES, A. Soybean Productivity in pastured areas with different feeding heights during winter in a cattle farming integration system. In: **VII World Soybean Research Conference**, 2004, Foz do Iguaçu. Abstracts of contributed papers and posters. Londrina : EMBRAPA, 2004. v.1. 193p.

ALVES, S.J.; MORAES, A. ; LUSTOSA, S.B.C. ; BELLO, M.. Manejo de pastagem. In: UNICENTRO. (Org.). **Tecnologia na Agropecuária Brasileira: Atualizando Conceitos**. Guarapuava: Unicentro, 2004, p.345-360.

ALVES, S.J.; MORAES, A. Algumas considerações sobre a intensificação da bovinocultura em áreas de pastagens. In. **Pastagens, cruzamentos industriais e gerenciamento de corte**, 2000, Assis Chateaubriand, Pastagens, Cruzamentos Industriais e Gerenciamento de Corte, Assis Chateaubriand, SENAR-PR, 2000, v.2, n., p. 33-252.

ALVES, S.J.; MORAES, A. Manejo de pastagens em sistema de integração lavoura pecuária. In: MELO, N.A; ASSMANN, T.S.. (Org.). **I Encontro de Integração Lavoura Pecuária no sul do Brasil**. Pato Branco: CEFET, Paraná, 2002, v.1, p.103-108.

ALVES, S.J.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; SANDINI, I.; LUSTOSA, S.B.C. Integração Lavoura - Pecuária. In: I

**Encontro Sobre Pesquisas em Plantas Forrageiras e Pastagens no Paraná**, Anais... Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras / Universidade Estadual de Maringá – 27 e 28 de Outubro de 1999, p.58-74.

ALVES, S.J.; TORMENA, C.; ALVES, R.M.L.; RICCE, W.da S.; BELLO, M.; MORAES, A.. Integração Lavoura Pecuária na condição de clima subtropical. In: **11 Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha**, 2008, Londrina. Produzindo alimentos e energia com sustentabilidade. Ponta Grossa : FEBRAPDP, 2008. v.1. p.35-43.

BELLO, M.; MORAES, A.; ALVES, S.J.; CARVALHO, P.C.F.; RICCE, W.da S.; SULK, REUBEN MARK . Management of Oat Lolium Pasture in Integrated Crop-livestock Systems. In: 50 Annual meeting **Crop Science** Society of America, 2005, Salt Lake City. Annual meeting **Crop Science** Society of America. Salt Lake City: **Crop Science** Society of America, 2005. v.1.

FIDALSKI, J.; ALVES, S.J. Altura de Pastejo de Braquiária e Carga Animal Limitada pelos Atributos Físicos do Solo em Sistema Integração Lavoura-Pecuária com Soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.39, n.3, p.864-870, 2015.

FIDALSKI, J.; BARBOSA, G.M.C.; BORDIN, I.; ALVES, S.J. Infiltração de água no solo, carga animal, disponibilidade de forragem e altura de pastejo em ILP. In: **Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e Água**, 20. Foz do Iguaçu, 2016. Resumos... Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Estadual Paraná. SBCS/NEPAR, 2016.

MARUN, F. & ALVES, S.J. Nutrição, adubação e calagem de forrageiras no Estado do Paraná. In: **Forragicultura no Paraná**. MONTEIRO et al. (Eds.) Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, 1996. p.53-74.

MELLA, S.C. Recuperação de pastagens. In: **Curso de Atualização em Pastagens**. (1991:Cascavel). Anais. Cascavel: OCEPAR. 1991. p.165174.

MORAES, A. ; ALVES, S. J. ; PELISSARI, A. ; CARVALHO, P. C. F. . Integração lavoura-pecuária no sul do brasil. In: MOSCARDI, F.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. (Org.). **Proceedings of the VII World Soybean Research Conference**. LONDRINA: EMBRAPA SOJA, 2004, v. 1, p. 1231-1240.

MORAES, A. ; LESAMA, M.; ALVES, S.J.. Lavoura - Pecuária em sistemas integrados na pequena propriedade. In: **III Simpósio Latino americano de plantio direto na pequena propriedade**., 1998, Pato Branco. III Simpósio Latino americano de plantio direto na pequena propriedade.. Pato Branco, 1998.

## **A DIFICULDADE DE CONTROLE DA EROSÃO EM SOLOS AGRÍCOLAS EM PLENO SÉCULO XXI**

Sonia Carmela Falci Dechen

Doutora em Solos e Nutrição de Plantas

Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, Campinas - SP, Nas últimas décadas, a agricultura brasileira vem atuando na produção de alimentos não apenas para abastecer o país, mas também na exportação de produtos agrícolas para 180 países. O crescimento observado na agropecuária do Brasil é resultado, essencialmente, do avanço tecnológico, da melhoria da qualidade dos solos e da disponibilização de novas variedades, além das condições climáticas favoráveis e do empreendedorismo do produtor rural brasileiro. Contudo, muito ainda deve ser feito pela agricultura brasileira, tendo em vista a necessidade de se incrementar a produção mundial de alimentos em 70 %. Nesse contexto, pelas condições favoráveis de clima, solo e luminosidade, o Brasil se apresenta como grande produtor agrícola do mundo. Mas a pressão antrópica nas principais áreas agrícolas do país, associada ao uso inadequado da terra, tem salientado problemas graves e seculares, como a erosão e a compactação do solo. Esses fenômenos podem resultar em efeitos deletérios sobre a biodiversidade e a disponibilidade de água e solo para a agricultura. Além disso, a crescente degradação dos solos vem preocupando. De acordo com o Global Soil Forum, estima-se que, nos últimos 50 anos, a quantidade de terra agricultável per capita diminuiu cerca de 50 % no mundo. Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) apontam que cerca de 30 % das terras têm alto ou médio grau de degradação. Nesse sentido, serão apresentados os dados sobre a degradação dos solos no Brasil, não só ao longo do tempo, mas também a no período atual, levando em conta as variáveis do meio físico, além dos vários tipos de uso e manejo solo no meio rural. Em pleno o século XXI, diante de um grande volume de conhecimento e tecnologias conservacionistas disponíveis para o adequado manejo dos recursos naturais, é difícil de compreender a intensificação dos processos de erosão e degradação dos solos agrícolas, associados ao uso inadequado da terra. A questão central é a de como reduzir os efeitos dessa pressão antrópica nas principais áreas agrícolas do país. Assim, serão apresentadas algumas das estratégias conservacionistas para a agricultura brasileira, que integrem o aumento da produtividade e a preservação ambiental, com foco na conservação do solo e da água. Em pleno o século XXI, diante de um grande volume de conhecimento e tecnologias conservacionistas disponíveis para o adequado manejo dos recursos naturais, há grande dificuldade em controlar a intensificação dos processos de erosão e degradação dos solos agrícolas, associados, sobretudo, ao uso inadequado da terra. Para tanto, serão detalhadas as várias formas de como os processos erosivos e outros fatores responsáveis pelo quadro de degradação vêm afetando o país nas últimas décadas e quais os subterfúgios e dificuldades para se reduzir os efeitos da pressão antrópica nas principais áreas agrícolas do país. Por fim, serão apresentadas algumas estratégias conservacionistas para a agricultura brasileira, que integrem o aumento da produtividade e a preservação ambiental, com foco na conservação do solo e da água.

## ADEQUAÇÕES DAS PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS NO CULTIVO MECANIZADO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Tedson Luis de Freitas Azevedo

Doutor em Produção Vegetal

ZILOR Energia e Alimentos

Lençóis Paulista – SP, [azevedo\\_tlf@zilor.com.br](mailto:azevedo_tlf@zilor.com.br);

**Palavras-chave:** sistematização; cobertura do solo; preparo profundo; controle de tráfego.

A cultura da cana-de-açúcar é considerada semi perene, porque o plantio é feito, em média, a cada 06 (seis) anos. É um cultivo conservacionista que proporciona proteção do solo devido à grande quantidade anual de palha que fica depositada na lavoura após a colheita mecanizada da cana crua, porém há um momento de exposição e susceptibilidade do solo aos fatores adversos do clima que provoca erosão que é durante a etapa do preparo do solo para plantio. É nessa etapa que as práticas de conservação do solo precisam serem implementadas e, o quando implementá-las, é um detalhe importante para o sucesso do controle de erosão e perda de solo e de água. Dentre as inúmeras práticas cabe atenção especial para a sistematização do terreno, o preparo do solo profundo e localizado, a cobertura do solo com a palha da cana ou com plantas utilizadas na rotação de cultura e também o controle de tráfego das máquinas dentro da lavoura.

O cultivo da cana-de-açúcar está associado a uma intensa movimentação de máquinas e equipamentos que são necessários para o preparo do solo (Figura 1), o plantio, a colheita e os tratamentos culturais e isso aumentam as chances de compactação do solo. Criar condições para a infiltração da água é de fundamental importância, pois existe uma relação direta entre erosão e infiltração de água no solo (ROTH et al., 1985) e também quanto maior a velocidade de infiltração, menor a intensidade de enxurrada na superfície e, conseqüentemente, menor a erosão do solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Preparar o solo para o plantio da cana-de-açúcar parte do pressuposto de que a maioria da água pluviométrica tenha a chance de se infiltrar e fique armazenada e disponível no solo para as plantas, no entanto, nem sempre isso é possível e, para tanto, foi implementado um preparo diferenciado denominado preparo de solo profundo e localizado (PSPL). Esse preparo possibilitou uma taxa de infiltração de água no solo (VIB), na primeira mensuração, de  $705 \text{ mm h}^{-1}$  e no preparo de solo convencional essa infiltração foi de  $100 \text{ mm h}^{-1}$ , ou seja, no PSPL a VIB foi sete vezes maior (Figura 2).



**Figura 1.** Pá carregadeira movimentando o solo durante a construção e manutenção de terraço de infiltração em área de plantio de cana-de-açúcar.



O PSPL diferencia do preparo convencional porque possibilita preparar apenas uma faixa do solo, aproximadamente 50 % da área e não a área total. Esse preparo de solo, quando implantado em área com rotação de cultura ou sobre a palhada da cana soca, possibilita uma proteção mais eficiente do solo contra o impacto das gotas de chuva que desestruturam o solo, compactando-o e provocando erosão. Outro benefício desse tipo de preparo é que ele favorece uma infiltração de água no solo mais eficiente (Figura 3).

Controlar o tráfego dentro da lavoura significa eleger áreas que serão destinadas, para sempre, ao rodado das máquinas e equipamentos, sendo fortemente proibido, em qualquer operação mecanizada, trafegar fora dela. Ao mesmo tempo, uma outra área denominada canteiro será destinada para o cultivo da planta. Associar o PSPL com o controle de tráfego resulta em um ambiente descompactado, com densidade do solo que não oferece impedimento físico ao crescimento em profundidade das raízes e também mantém uma porosidade adequada à drenagem e aeração do solo (Figura 4). A linha vermelha da figura abaixo representa a resistência encontrada pelas raízes no canteiro de cultivo da cana e o valor máximo registrado foi de  $15 \text{ kgf cm}^{-2}$  na profundidade de entre 250 e 300 mm. Já a linha azul representa a resistência registrada na linha de tráfego das máquinas e a partir de 75 mm de profundidade a resistência se diferenciou com valores maiores do que o registrado na área do canteiro, no entanto o valor máximo de resistência de  $36 \text{ kgf cm}^{-2}$  foi registrado na profundidade de 400 mm, mostrando que controlar o tráfego dentro da lavoura significa preservar condições, dentro do mesmo ambiente, que são favoráveis tanto para as máquinas quanto para as plantas, porque, segundo estudos realizados por Seixas e Souza (2007) mostraram que 80 % da resistência máxima do solo, dependendo da umidade, aconteceu nas primeiras cinco passadas na área trafegada.



**Figura 2.** Infiltrômetro de anel utilizado para medir a taxa de infiltração de água no solo.



**Figura 3.** Preparo de solo profundo localizado sendo realizado sobre a palhada da cana soca e também em área de rotação com braquiária.

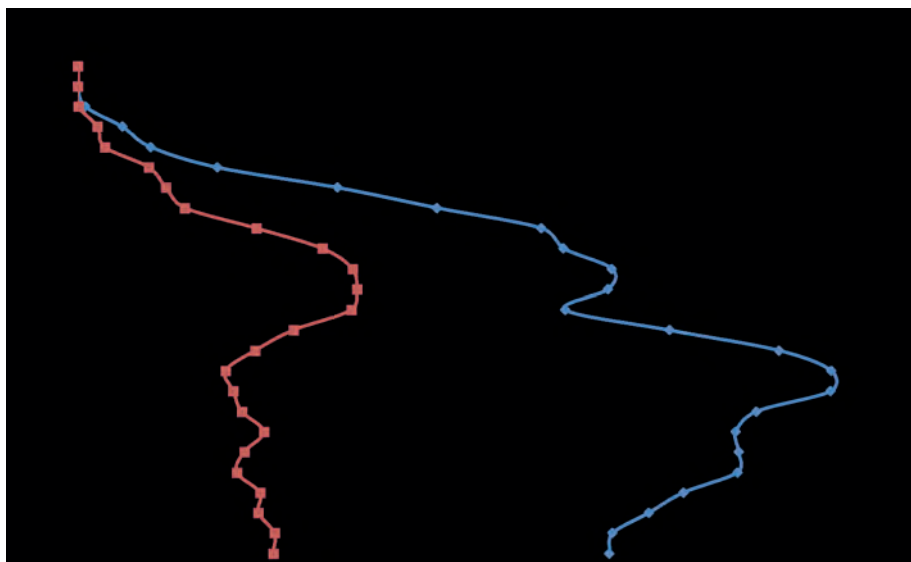


**Figura 4.** Resistência do solo a penetração da raiz em área cultivada com cana-de-açúcar e praticado o controle de tráfego.

Práticas conservacionistas de solo e água são cada vez mais relevantes nas atividades mecanizadas associados ao plantio, colheita e tratos da soqueira. Conciliar todas essas práticas significa cultivar a cana-de-açúcar visando a longevidade de um sistema de produção que seja agronomicamente vantajoso e economicamente viável.

## Referências

ROTH, C.H. et al. A portable rainfall simulator for studying factors affecting runoff, infiltration e soil loss. **Catena**, Amsterdam, v. 12, p. 79-85, 1985.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.

SEIXAS, F.; SOUZA, C. R. Avaliação e efeito da compactação do solo, devido à frequência de tráfego, na produção de madeira de eucalipto. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1047-1052, 2007.





XX

RBMCSA

## Índice



# A

|                                             |                                                       |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Abner Luiz Castelão Campos da Fonseca ..... | 433                                                   |
| Acassio Pinheiro de Brito .....             | 1069                                                  |
| Adalberto Alves Pereira.....                | 735, 1140                                             |
| Adama Gning.....                            | 905                                                   |
| Adelar José Fabian .....                    | 277, 536, 559, 572, 582, 597, 602, 615, 618, 628, 634 |
| Ademar Sehnem Junior .....                  | 543                                                   |
| Ademir Calegari .....                       | 880                                                   |
| Ademir Martins Pereira Junior .....         | 142, 294                                              |
| Ademir Oliveira Ferreira .....              | 880                                                   |
| Adilson Luís Bamberg .....                  | 346                                                   |
| Adir Airtton Parizotto .....                | 377, 1101                                             |
| Adnane Beniaich.....                        | 444, 495                                              |
| Adoildo da Silva Melo .....                 | 976                                                   |
| Adônis Moreira .....                        | 738                                                   |
| Adriana Cologni Salvalaggio.....            | 93, 181                                               |
| Adriana Monteiro da Costa .....             | 858, 1071, 1079                                       |
| Adriana Pereira da Silva.....               | 1171                                                  |
| Adriana Zulian Fachim.....                  | 392                                                   |
| Adriane de Andrade Silva .....              | 69, 75, 109, 115, 142, 294                            |
| Adriano Bicioni Pacheco .....               | 680                                                   |
| Adriano Mota Ferreira.....                  | 939                                                   |
| Adriano Silva Araújo.....                   | 136                                                   |
| Adriano Simonini Gomes Teixeira .....       | 1042                                                  |
| Adriano Stephan Nascente .....              | 53                                                    |
| Affonso Celso Gonçalves Junior.....         | 1092, 1095, 1098, 1101, 1110                          |
| Afonso Lopes de Campos Neto .....           | 1087                                                  |
| Afranio Almir Righes .....                  | 741                                                   |
| Agenor Bezerra de Almeida Júnior .....      | 1123                                                  |

|                                         |                                              |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
| Airon José da Silva .....               | 475, 509, 552, 654                           |
| Alana Jessica Siqueira .....            | 595                                          |
| Alan Henrique Marques de Abreu.....     | 320                                          |
| Alan Rodrigo Panosso.....               | 351                                          |
| Alan Soares Nascimento .....            | 164                                          |
| Alba Leonor da Silva Martins .....      | 991                                          |
| Alba Liz González .....                 | 132, 996                                     |
| Alberto Carlos de Campos Bernardi ..... | 574                                          |
| Alberto Vasconcellos Inda.....          | 152                                          |
| Alceu Luiz Assmann.....                 | 144, 230, 880                                |
| Alceu Pedrotti .....                    | 475, 509, 511, 533, 552, 556, 570, 654, 1052 |
| Alessandro de Lucca Braccini.....       | 1145                                         |
| Alexandre Augusto Schlesner.....        | 795                                          |
| Alexandre Daniel Schneider .....        | 156                                          |
| Alexandre Ortega Gonçalves .....        | 489                                          |
| Alexandre Pereira Franco.....           | 698                                          |
| Alexandre Schlesner .....               | 467                                          |
| Alexandre Tavares da Rocha .....        | 98                                           |
| Alexandre Trento .....                  | 965                                          |
| Alex Figueiredo .....                   | 982                                          |
| Alex Garcez Utsumi.....                 | 1042                                         |
| Alexsandra Duarte de Oliveira.....      | 988                                          |
| Alexsandro dos Santos Brito.....        | 971                                          |
| Alfredo Aves José Neto.....             | 93                                           |
| Alfredo Borges de Campo .....           | 333                                          |
| Alfredo José Alves Neto .....           | 290                                          |
| Aline Fachin Martíni.....               | 489                                          |
| Aline Magalhaes .....                   | 744                                          |
| Aline Marques Genú.....                 | 864                                          |
| Aline Martineli Batista.....            | 849, 917, 928                                |

|                                              |            |
|----------------------------------------------|------------|
| Aline Pacobahyba de Oliveira .....           | 891        |
| Aline Warnke Hipólito .....                  | 1076       |
| Alini Taichi da Silva Machado .....          | 942, 1148  |
| Alisson Alves .....                          | 130, 279   |
| Alisson Junior Miola .....                   | 1092, 1110 |
| Aljian Antônio Alban .....                   | 477        |
| Allan Robledo Fialho e Moraes .....          | 213        |
| Altamir Mateus Bertollo .....                | 954        |
| Alvadi Balbinot Junior.....                  | 492        |
| Alvaro Luiz Mafra .....                      | 77, 198    |
| Álvaro Luiz Mafra .....                      | 1174, 1192 |
| Alvaro Pires da Silva.....                   | 677        |
| Álvaro Vilela de Rezende .....               | 849        |
| Amanda Duarte de Duarte .....                | 809        |
| Amanda Duim Ferreira .....                   | 388, 406   |
| Amanda Jucilene da silva .....               | 98         |
| Amanda Letícia Pit Nunes .....               | 957, 963   |
| Amanda Marcele Barbosa Lopes .....           | 1005       |
| Amanda Ribeiro de Oliveira.....              | 858, 1079  |
| Amanda Yamada Tamburús.....                  | 136, 936   |
| Amarílis Beraldo Rós.....                    | 368        |
| Amauri Nelson Beutler .....                  | 338        |
| Américo Wagner Júnior.....                   | 79         |
| Amós da Cruz Barbosa.....                    | 606, 608   |
| Ana Carolina Kessler de Assis .....          | 187, 237   |
| Ana Carolina Lovatel .....                   | 451, 1166  |
| Ana Carolina Polanarski Coqueiro .....       | 963        |
| Ana Cláudia Peixoto Ramos.....               | 47         |
| Ana Emília Siegloch .....                    | 752        |
| Ana Gabriela Cequinatto Corvalan Daronch.... | 205        |

|                                          |                         |
|------------------------------------------|-------------------------|
| Ana Gabriela Soares Felix .....          | 511, 533, 556, 570, 654 |
| Ana Lúcia Borges .....                   | 385                     |
| Ana Lúcia Lara Lanza.....                | 896                     |
| Ana Lúcia Londero .....                  | 819                     |
| Anamari Viegas de Araujo Motomiya .....  | 1023                    |
| Ana Paula Dias Turetta .....             | 844, 1031               |
| Ana Paula Heck Schneider .....           | 732                     |
| Ana Paula Mendes Teixeira.....           | 926                     |
| Ana Paula Packer .....                   | 993                     |
| Ana Paula Pessim de Oliveira .....       | 146                     |
| Ana Paula Schwantes .....                | 727                     |
| Ana Paula Silva de Santana.....          | 511                     |
| Ana Paula Tomadon.....                   | 1106                    |
| Ana Regina Dahlem Ziech.....             | 631, 827                |
| Anderson José Scherer .....              | 713                     |
| Anderson Luiz Zwirtes.....               | 453                     |
| Anderson Matheus Almeida Brito .....     | 971                     |
| Anderson Sandro da Rocha .....           | 1028                    |
| Anderson Welter .....                    | 621, 631                |
| Andréa Hentz de Mello.....               | 1166                    |
| Andréa Scaramal da Silva .....           | 883                     |
| André Brugnara Soares.....               | 866                     |
| André Cayô Cavalcanti.....               | 388                     |
| André Geraldo de Lima Moreas.....        | 517                     |
| Andre Herman Freire Bezerra.....         | 663                     |
| Andrei do Prado Zapani .....             | 361                     |
| André Lucas Siqueira.....                | 89                      |
| André Luis Benaventana Leal Junior ..... | 729, 936                |
| André Luiz Couto Assunção.....           | 660                     |
| André Luiz Oliveira de Francisco.....    | 657                     |

|                                             |                                       |
|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| André Munhoz de Argollo Ferrão .....        | 1013                                  |
| André Ribeiro Silveira.....                 | 1064                                  |
| André Somavilla.....                        | 453                                   |
| Andressa Perini Vengen .....                | 501                                   |
| Ane Caroline Carrilho.....                  | 1140                                  |
| Angel Adrián Aguilar Giménez.....           | 95                                    |
| Angélica Chini.....                         | 1126                                  |
| Angélica Santos Rabelo de Souza Bahia ..... | 1025                                  |
| Ângelo da Silva Monteiro .....              | 301                                   |
| Anibal de Moraes.....                       | 124                                   |
| Anildo Monteiro Caldas .....                | 1082                                  |
| Anna Flávia Neri de Almeida .....           | 242, 245                              |
| Anthony Glyn Bengough.....                  | 564                                   |
| Antônio Carlos Barreto .....                | 127, 136                              |
| Antonio Carlos Saraiva da Costa .....       | 224, 232, 942, 1145, 1148, 1158, 1163 |
| Antonio Carlos Torres da Costa .....        | 205                                   |
| Antonio Celso Dantas Antonino .....         | 705                                   |
| Antonio Costa.....                          | 268, 313                              |
| Antonio Lucio Mello Martins.....            | 459, 554                              |
| Antônio Marciano da Silva .....             | 939                                   |
| Antônio Mauricélio Duarte da Rocha.....     | 504                                   |
| Antonio Paz González.....                   | 42, 334, 417                          |
| Antonio Ruiz Canales .....                  | 591                                   |
| Argemiro Pereira Martins Filho.....         | 606, 608                              |
| Ariane Andreola .....                       | 77                                    |
| Ariane Evald.....                           | 646                                   |
| Arlete da Silva Bandeira .....              | 221                                   |
| Arlicélio de Queiroz Paiva.....             | 567, 686, 719                         |
| Arminda Moreira de Carvalho .....           | 988                                   |
| Arnaldo Colozzi Filho .....                 | 738, 883                              |

|                                          |              |
|------------------------------------------|--------------|
| Arnildo José Sganzerla .....             | 999          |
| Arthur Fiegenbaum .....                  | 809          |
| Arthur Zancan .....                      | 361          |
| Artur Zancan .....                       | 528, 666     |
| Arystides Resende Silva .....            | 750, 836     |
| Athos Gabriel Gonçalves Nascimento ..... | 75, 134      |
| Augusto Cesar Gasparetto .....           | 61, 431, 626 |
| Augusto Friederichs .....                | 198          |
| Augusto José Silva Pedroso .....         | 842          |
| Augusto Sergio Tebaldi Binsfeld .....    | 149          |
| Áureo Silva de Oliveira.....             | 567, 686     |
| Auro Takao Sakamoto Akira Filho.....     | 744          |
| Azeneth Eufrausino Schuler .....         | 844          |

## B

|                                        |                    |
|----------------------------------------|--------------------|
| Barbara Bagio.....                     | 382, 396, 426, 637 |
| Bárbara Pereira Christofaro Silva..... | 484, 693           |
| Beatriz de Nadai Gasparini.....        | 634                |
| Benedicto Barbosa Neto .....           | 406                |
| Ben-Hur Costa de Campos .....          | 1061               |
| Bernardo Moreira Candido .....         | 822                |
| Breno Bevilaqua Heinz .....            | 403                |
| Bruce Clive Ball .....                 | 969                |
| Bruna Delgado Botelho.....             | 926                |
| Bruna de Oliveira Silva.....           | 624                |
| Bruna Larissa Feix .....               | 266                |
| Bruna Pereira Martins da Silva .....   | 1067               |
| Bruna Wojahn .....                     | 593                |



|                                        |                         |
|----------------------------------------|-------------------------|
| Bruno Araújo Furtado de Mendonça ..... | 640                     |
| Bruno Campos Mantovanelli.....         | 671                     |
| Bruno Fróes Campos .....               | 765                     |
| Bruno Gomes Cunha .....                | 1052                    |
| Bruno José Dalagnol .....              | 207                     |
| Bruno Montoani Silva .....             | 849, 896, 914, 917, 928 |
| Bruno Shorane Barata .....             | 967                     |
| Bruno Teixeira Ribeiro .....           | 1116                    |
| Bruno Vasconcelos Nery .....           | 640                     |
| Bruno Vizioli.....                     | 56, 380, 561            |

## C

|                                         |                    |
|-----------------------------------------|--------------------|
| Cacio Murilo Padilha.....               | 864                |
| Caio Augusto Bertolini .....            | 1067               |
| Caio Vinicius Ferreira Marmontel.....   | 325                |
| Caio Vinicius Ramires Domingues.....    | 1101, 1110         |
| Caique Carvalho Medauar.....            | 719                |
| Camila Adaime Gabriel.....              | 45, 175, 310       |
| Camila Cassante de Lima .....           | 945                |
| Camila Isabel Pereira Rezende.....      | 847                |
| Camila Jorge Bernabé Ferreira.....      | 420, 760           |
| Camila Roberta Javorski Ueno.....       | 1145               |
| Camila Viana Vieira Farhate .....       | 945                |
| Camilo Menegardo .....                  | 669                |
| Carina Sthefanie Lemes e Lima Bar ..... | 680                |
| Carla Eloize Carducci .....             | 341, 359, 793, 869 |
| Carla Machado da Rosa .....             | 523                |
| Carlos Alberto Bissani .....            | 215                |

|                                            |                                   |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| Carlos Alberto Casali .....                | 242, 245, 266                     |
| Carlos Alberto Costa Veloso.....           | 750, 836                          |
| Carlos Alberto da Silva Ledo.....          | 567                               |
| Carlos Alberto Valera.....                 | 933, 1143                         |
| Carlos Andrés Leguizamón Rojas .....       | 200                               |
| Carlos Caneppele .....                     | 185                               |
| Carlos Cesar Breda .....                   | 1089                              |
| Carlos Clemente Cerri .....                | 414, 872, 979                     |
| Carlos Eduardo Pellegrino Cerri .....      | 700                               |
| Carlos Eduardo Salles de Araujo .....      | 520                               |
| Carlos Ernesto G. R. Schaefer.....         | 1052                              |
| Carlos Gustavo Tornquist.....              | 1061                              |
| Carlos Henriques da Silva Rezende.....     | 446, 911                          |
| Carlos Leguizamón Rojas.....               | 273, 996                          |
| Carlos Levi Anastacio dos Santos .....     | 504                               |
| Carlos Roberto Pinheiro Junior .....       | 610, 612                          |
| Carlos Rodrigo Nunes de Oliveira.....      | 398                               |
| Carlos Rogério de Mello .....              | 348                               |
| Carlos Theodoro Heberle.....               | 827                               |
| Carlos Valdir de Meneses Bateira .....     | 472                               |
| Carolina dos Santos Batista Bonini.....    | 455, 744                          |
| Carolina Malala Martins .....              | 1008                              |
| Caroline Perez Lacerda .....               | 84                                |
| Caroline Perez Lacerda da Silveira.....    | 803                               |
| Carolline Vargas e Silva .....             | 1113                              |
| Cássio Antonio Tormena.....                | 677, 760, 816, 824, 899, 974, 985 |
| Cássio Antônio Tormena .....               | 420                               |
| Cássio Francisco Moreira de Carvalho ..... | 388, 406                          |
| Catarina Megumi Kasuya.....                | 710                               |
| Catharina Markevich .....                  | 526, 595                          |

|                                                |                      |
|------------------------------------------------|----------------------|
| Celeste Queiroz Rossi.....                     | 146, 364             |
| César Augusto Cansian.....                     | 172, 528             |
| Cesar Caballero .....                          | 273                  |
| Cesar da Silva Chagas .....                    | 472, 811, 874        |
| César Gustavo da Rocha Lima.....               | 121                  |
| Cidimar Cassol .....                           | 498, 631, 827        |
| Cimélio Bayer .....                            | 124                  |
| Claude Hammecher.....                          | 608                  |
| Claudemir Zucareli.....                        | 107                  |
| Cláudia Alessandra Peixoto de Barros.....      | 467, 514, 593        |
| Claudia Bos Wolff.....                         | 1061                 |
| Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra ..... | 118                  |
| Cláudia Gonçalves Vianna Bacchi .....          | 1045                 |
| Cláudia Liane Rodrigues de Lima .....          | 346, 436, 1156, 1161 |
| Claudia Maria do Prado Furquim.....            | 649                  |
| Cláudia Werner Flach .....                     | 1050                 |
| Claudinéia Borba Rodrigues.....                | 732                  |
| Claudinei Kappes.....                          | 816                  |
| Claudinei Kürtz.....                           | 263                  |
| Claudio A. Spadotto .....                      | 1021                 |
| Cláudio Augusto Bonora Vidrih Ferreira.....    | 754                  |
| Claudio Carvalho dos Santos .....              | 172                  |
| Claudionor Ribeiro Silva.....                  | 115                  |
| Cláudio Roberto Marciano .....                 | 1118                 |
| Claudio Romeu Wohnrath.....                    | 1011                 |
| Claudivan Costa de Lima .....                  | 301                  |
| Claudivan Feitosa de Lacerda .....             | 1113                 |
| Cleiton Alexandre Silveira do Nascimento.....  | 744                  |
| Cleverson Luiz Techaika .....                  | 779                  |
| Clístenes Williams Araújo do Nascimento .....  | 1123                 |

|                                   |               |
|-----------------------------------|---------------|
| Cristiano Andre Pott .....        | 239, 798, 864 |
| Cristiano Carvalho da Silva ..... | 251           |
| Cristiano Weinert .....           | 284           |
| Cristina Pandolfo .....           | 520           |

## D

|                                              |                  |
|----------------------------------------------|------------------|
| Dalcimar Regina Batista Wangen.....          | 47               |
| Dalvan José Reinert .....                    | 403, 877         |
| Daniela Aparecida de Oliveira .....          | 183              |
| Daniela da Silva Cordeiro .....              | 1016             |
| Daniela dos Santos Silva .....               | 162              |
| Daniela Fernanda Benitez Furtado Motta ..... | 248              |
| Daniel Alexandre lochims .....               | 251              |
| Daniel De Bortoli Teixeira .....             | 351              |
| Daniele Karen Paesano.....                   | 166              |
| Daniel Fonseca de Carvalho .....             | 517, 814, 1179   |
| Danieli Regina Klein.....                    | 893              |
| Danieli Schneiders .....                     | 382, 396         |
| Danieli Schneiders Kaufmann .....            | 637              |
| Danielle Inácio Alves .....                  | 433              |
| Danielle Vieira Guimarães.....               | 444, 495         |
| Daniel Malheiro do Nascimento .....          | 56, 380          |
| Daniel Rufino Amaral .....                   | 277              |
| Daniel Schwantes .....                       | 1092, 1095, 1098 |
| Danilo Cardoso Rodrigues .....               | 847              |
| Danilo Rodrigues Lopes .....                 | 842              |
| Danilo Ruiz.....                             | 1106             |
| Danityelle Chaves de Freitas .....           | 185              |

|                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Danúbia Jussara Bento da Silva.....   | 237                          |
| David Peres da Rosa .....             | 130, 172, 279, 361, 528, 666 |
| David Silva Gomes .....               | 1118                         |
| Davi Rodrigues Oliveira.....          | 1113                         |
| Deisi Navroski .....                  | 738                          |
| Dener Márcio da Silva Oliveira.....   | 700                          |
| Denice Almeida.....                   | 392                          |
| Denilson Dortzbach .....              | 42, 417                      |
| Denilton Carlos Gaio .....            | 1039                         |
| Deysiele Viana de Oliveira .....      | 1033                         |
| Dhiozen Santos Burdella.....          | 164, 166, 169                |
| Diêgo Alves Faustolo Bispo.....       | 716                          |
| Diego Antonio França de Freitas ..... | 806                          |
| Diego Augusto Fatecha.....            | 290                          |
| Diego Augusto Fatecha Fois.....       | 181, 200, 1129               |
| Diego Faustolo Alves Bispo.....       | 482, 495                     |
| Diego Fernando Roters .....           | 84, 198                      |
| Diego Ruiz de Freitas.....            | 902                          |
| Diego Silva dos Santos .....          | 156                          |
| Diego Tassinari .....                 | 967                          |
| Dilmar Baretta.....                   | 451                          |
| Dimas Augusto Morozin Zaia.....       | 232, 1158                    |
| Dinamar Marcia da Silva Vieira .....  | 127                          |
| Dinis Deuschle.....                   | 523, 791, 819                |
| Dinis Deutschle .....                 | 877                          |
| Diogo Costa Nascimento.....           | 1116                         |
| Diogo Murilo Costa Mortoni .....      | 1132                         |
| Dionata Ricardo Piske .....           | 621                          |
| Dione Pereira Cardoso .....           | 599, 604                     |
| Dioni Martineli.....                  | 282                          |

|                                        |                |
|----------------------------------------|----------------|
| Dionir Luiz Briesch Junior .....       | 1095, 1101     |
| Diva Souza Andrade .....               | 107            |
| Djalma Eugênio Schmitt .....           | 178            |
| Djonathan Peiter.....                  | 584            |
| Douglas da Silva Santos .....          | 303            |
| Douglas Gomes Viana.....               | 388, 406, 1104 |
| Douglas Henrique Tonsic.....           | 747, 757       |
| Douglas Leandro Sheid .....            | 785            |
| Douglas Lino Vieira .....              | 988            |
| Douglas Marcelo Pinheiro da Silva..... | 643, 923       |
| Douglas Monteiro Cavalcante .....      | 1151           |
| Douglas Santana Serato.....            | 109, 115       |
| Duoglas da Silva Santos .....          | 315            |

## E

|                                         |                                        |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| Eder Alexandre Schatz Sá .....          | 803                                    |
| Ederson Diniz Ebling .....              | 785                                    |
| Édimo Fernando Alves Moreira .....      | 708                                    |
| Edina Delonzek .....                    | 974                                    |
| Édio Luiz da Costa .....                | 896                                    |
| Edivaldo Lopes Thomaz .....             | 735                                    |
| Edivânia de Oliveira Santana.....       | 1073                                   |
| Edivan José Possamai .....              | 852                                    |
| Edleusa Pereira Seidel.....             | 39, 353, 377, 477, 577, 732, 951       |
| Edmar Isaías de Melo .....              | 847                                    |
| Edmar Isaías de Melo .....              | 1121                                   |
| Edna Maria Bonfim-Silva.....            | 105, 159, 185, 189, 203, 287, 680, 698 |
| Edneia Santos de Oliveira Lourenço..... | 248                                    |

|                                     |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| Edner Betioli Junior.....           | 420                |
| Edson Luís Piroli .....             | 754, 1058          |
| Edson Marcio Mattiello.....         | 50                 |
| Eduardo Ariel Volz Leismann.....    | 1 110              |
| Eduardo Cavalcante.....             | 988                |
| Eduardo da Silva Matos.....         | 1089               |
| Eduardo Friedrich.....              | 514, 819           |
| Eduardo Prado Giorgenon .....       | 100                |
| Eduardo Vieira Guimarães .....      | 896, 914, 917      |
| Egon José Meurer.....               | 215                |
| Elaine Reis Pinheiro Lourente ..... | 540, 905           |
| Élcio Bilibio Bonfada.....          | 178                |
| Elcio Bilibio Bonfada.....          | 66                 |
| Elcivan Pereira Oliveira .....      | 162                |
| Elemar Antonino Cassol.....         | 408, 448, 702      |
| Eley Rute Oliveira da Costa .....   | 1073               |
| Eliakin Frederico Rafain .....      | 130, 279, 666      |
| Elias Nascente Borges .....         | 303                |
| Elias Nascentes Borges .....        | 315                |
| Elidiane da Silva .....             | 486, 1019          |
| Elilson Gomes de Brito Filho.....   | 855, 1073          |
| Elio Conradi Junior.....            | 1098               |
| Elismar Pereira de Oliveira.....    | 162                |
| Elís Regina Costa de Moraes .....   | 1135               |
| Elizeu Jonas Didoné.....            | 795                |
| Ellen Souza do Espirito Santo ..... | 159, 203, 680, 698 |
| Eloana Janice Bonfleur .....        | 920                |
| Eloi Bareta Júnior .....            | 798                |
| Eloi Erhard Scherer.....            | 91                 |
| Elói Panachuki .....                | 814                |



|                                        |                            |
|----------------------------------------|----------------------------|
| Eloisa Mattei .....                    | 501, 577, 584              |
| Eloise Mello Viana de Moraes.....      | 1023                       |
| Eloy Antonio Pauletto .....            | 1156, 1161                 |
| Elpídio Inácio Fernandes Filho.....    | 292, 640                   |
| Eltje Jan Loman Filho .....            | 902                        |
| Elton Joneis Souza de Matos.....       | 475, 533, 556              |
| Elton Luis da Silva Abel.....          | 320                        |
| Élvio Giasson .....                    | 702                        |
| Elvis de Souza Corsino .....           | 169                        |
| Elyenayra Nogueira Pinheiro.....       | 1073                       |
| Elyson Thiago de Souza Florentim ..... | 164, 696                   |
| Elyson Thiago Souza Florentim .....    | 169                        |
| Emanoel Lima Martins.....              | 705                        |
| Emerson Borghi.....                    | 928                        |
| Emerson Fey .....                      | 377, 477                   |
| Emmerson Rodrigues de Moraes .....     | 82, 86, 100, 103, 195, 210 |
| Enio Egon Sosinski Junior.....         | 1076                       |
| Érika Andressa da Silva .....          | 366, 465                   |
| Erika Valente de Medeiros.....         | 608                        |
| Ernandes Silva Barbosa .....           | 612                        |
| Ernando Balbinot.....                  | 959                        |
| Ernesto Berezoski .....                | 864                        |
| Esmael Lopes dos Santos .....          | 747, 757                   |
| Esmael Lopes Santos.....               | 492                        |
| Evandro Silva Pereira Costa.....       | 610                        |
| Evandro Spagnollo.....                 | 91                         |
| Eva Vidal Vázquez .....                | 334                        |
| Evelyn Paola Paster .....              | 95                         |
| Everson Khum Sbruzzi .....             | 66                         |
| Everton Alves Rodrigues Pinheiro ..... | 462                        |

|                                         |               |
|-----------------------------------------|---------------|
| Everton Blainski.....                   | 417, 520, 546 |
| Everton Caires da Silva .....           | 540, 905      |
| Everton Oliveira Soares .....           | 696           |
| Ezequiel Antonio Albanir Venturim ..... | 866           |
| Ezequiel Dal Bosco.....                 | 498           |
| Ezio Soares Pinto Junior .....          | 552           |

## F

|                                    |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| Fabiana Lais Rogiski.....          | 371                 |
| Fabiane Machado Vezzani .....      | 920                 |
| Fabiano Daniel de Bona .....       | 178, 489            |
| Fabiano Gama de Souza .....        | 959                 |
| Fabiano Mendonça de Oliveira ..... | 1121                |
| Fabio Arnaldo Pomar .....          | 444                 |
| Fabio Arnaldo Pomar Avalos .....   | 442, 484, 693       |
| Fábio Bernardes .....              | 885                 |
| Fábio J. A. Schneider.....         | 791                 |
| Fabio José Andres Schneider .....  | 819, 877            |
| Fábio José Gomes.....              | 484, 486, 1019      |
| Fábio Luiz Partelli.....           | 669                 |
| Fábio Ribeiro Pires.....           | 388, 406, 604, 1104 |
| Fábio Vale Scarpore.....           | 663                 |
| Fabício da Silva Barboza .....     | 1156, 1161          |
| Fabício Pinheiro Povh.....         | 902                 |
| Fabício Tondello Barbosa .....     | 396, 779, 833, 839  |
| Fabricio Willian de Avila .....    | 187                 |
| Favio Larrea León.....             | 996                 |
| Felipe Aleixo Laurato.....         | 1082                |

|                                               |                          |
|-----------------------------------------------|--------------------------|
| Felipe Carvalho.....                          | 239                      |
| Felipe Dalla-zen Bertol.....                  | 403                      |
| Felipe de Oliveira.....                       | 305                      |
| Felipe Garcia de Menezes.....                 | 82, 86, 210              |
| Felipe Gasparello Luccas.....                 | 61                       |
| Felipe Gomes de Sousa .....                   | 961                      |
| Felipe Martins do Rêgo Barros.....            | 1123                     |
| Fernanda Brunetta Godinho .....               | 1145                     |
| Fernanda Canez-Marcon.....                    | 215                      |
| Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira ..... | 475, 509, 552, 570, 1052 |
| Fernanda de Fátima Dhein.....                 | 305                      |
| Fernanda Garcia.....                          | 146                      |
| Fernanda Maria Belotti .....                  | 299                      |
| Fernanda Rubio.....                           | 305, 318, 965            |
| Fernanda Sandim de Andrade.....               | 1045                     |
| Fernanda Schmitt Gregolin.....                | 1089                     |
| Fernanda Viana Batista .....                  | 1087                     |
| Fernando Ferreira Batista.....                | 103                      |
| Fernando Rodrigo Xavier.....                  | 965                      |
| Fernando Rodrigues da Cunha Gomes .....       | 127, 136                 |
| Fernando Sintra Fulaneti .....                | 338                      |
| Fidel Alejandro Roig .....                    | 470                      |
| Fioravante Jaekel dos Santos .....            | 436                      |
| Flavia Gisele König Brun.....                 | 893                      |
| Flávia Levinski .....                         | 866                      |
| Flávia Lima Moreira.....                      | 242, 245, 266            |
| Flávio da Silva Costa .....                   | 254, 257                 |
| Franciani Rodrigues da Silva .....            | 543, 771                 |
| Francieli Calgaro .....                       | 798                      |
| Francinne Ribeiro Almeida.....                | 719                      |

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| Francisca A. Melo Silva.....                | 993  |
| Francisco Antonio Garcia Morote .....       | 591  |
| Francisco Assis de Sousa Filho.....         | 911  |
| Francisco Assis de Souza Filho.....         | 446  |
| Francisco Ítalo Fernandes de Oliveira ..... | 1113 |
| Francisco Sandro Rodrigues Holanda .....    | 1185 |
| Francis Henrique Tenório Firmino .....      | 98   |
| Freddy Zambrano.....                        | 107  |
| Frederico Costa Beber Vieira.....           | 251  |

## G

|                                              |                                        |
|----------------------------------------------|----------------------------------------|
| Gabriela Ferracini de Pina.....              | 1143                                   |
| Gabriel Alberto Ceballos.....                | 536, 559, 582, 597, 602, 615, 618, 628 |
| Gabriela Pasinato.....                       | 795                                    |
| Gabriela S. Machineski.....                  | 883                                    |
| Gabriela Soares Santos Araújo.....           | 849, 928                               |
| Gabriel Barth .....                          | 227, 561, 902, 908                     |
| Gabriel da Silva Lemos .....                 | 1076                                   |
| Gabriel Democh Goularte .....                | 1036                                   |
| Gabriel dos Santos Vicente .....             | 1016                                   |
| Gabriel Henrique Máximo Clarindo Silva ..... | 98                                     |
| Gabriel Kudig de Souza .....                 | 431                                    |
| Gabriella Roquetti Guimarães Aloise .....    | 303, 315                               |
| Gabrielle Mendes Passos .....                | 589, 809                               |
| Gabriel Lemos Rocchini.....                  | 602                                    |
| Gabriel Marcarini Simionato.....             | 336                                    |
| Gabriel Rocha dos Santos.....                | 58, 63                                 |
| Gabriel Valeriano Alves Borges.....          | 729                                    |

|                                               |                                    |
|-----------------------------------------------|------------------------------------|
| Geila Santos Carvalho.....                    | 1116                               |
| Genelício Crusoé Rocha .....                  | 446                                |
| Gener Tadeu Pereira .....                     | 1055, 1154                         |
| George Gardner Brown .....                    | 948                                |
| Geovane Junqueira Alves.....                  | 348                                |
| Geovanna Cristina Zaro.....                   | 957                                |
| Geraldo César de Oliveira .....               | 366, 465, 580                      |
| Geraldo Costa Argolo.....                     | 1005                               |
| Gerhard Valkinir Cabreira.....                | 58, 63, 320, 1108                  |
| Geslin Mars .....                             | 768                                |
| Gessiane Ceola .....                          | 451                                |
| Getúlio Aires Manfroi .....                   | 315                                |
| Getulio Coutinho Figueiredo .....             | 985                                |
| Gilberto Kurt .....                           | 282                                |
| Gilmar Luiz Mumbach.....                      | 175, 178, 183                      |
| Gilsonley Lopes dos Santos .....              | 390, 394, 888                      |
| Gilsonley Santos Lopes.....                   | 457                                |
| Giovanna Angelina Machado .....               | 830                                |
| Gisele de Fátima Prates .....                 | 187, 237, 974                      |
| Gisella Martha Silva Simões dos Santos .....  | 162                                |
| Gislaine Paola de Oliveira Barbosa .....      | 905                                |
| Gizelia Barbosa Ferreira.....                 | 651, 689                           |
| Glassys Louise de Souza Cortez .....          | 982                                |
| Glassys Louisse de Souza Cortez Freitas ..... | 957                                |
| Gleidson Bezerra de Góes .....                | 428                                |
| Gleison Oliosí .....                          | 669                                |
| Graziela Moraes de Cesare Barbosa.....        | 268, 270, 398, 400, 531, 626, 1106 |
| Graziela Moraes de Cezare Barbosa.....        | 154                                |
| Guido Samudio Cardozo.....                    | 273                                |
| Guilherme Anghinoni .....                     | 816, 824                           |

|                                           |               |
|-------------------------------------------|---------------|
| Guilherme Baldo Cyrino.....               | 872           |
| Guilherme Constantino Meireles.....       | 455, 744      |
| Guilherme Kangussú Donagemma .....        | 844, 891, 931 |
| Guilherme Lopes da Silva Xavier .....     | 710           |
| Guilherme Martins de Souza Leite .....    | 1011          |
| Guilherme Musse Moreira .....             | 710           |
| Guilherme Romani de Mello .....           | 307           |
| Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi ..... | 218           |
| Gustavo Azevedo da Fonseca Lorenti.....   | 572           |
| Gustavo Brunetto .....                    | 263           |
| Gustavo Candido da Silva Rodrigues .....  | 610           |
| Gustavo Cândido da Silva Rodrigues .....  | 612           |
| Gustavo Coelho.....                       | 1092          |
| Gustavo Conforti Ventura Mayrink.....     | 926           |
| Gustavo de Mattos Vasques.....            | 1047          |
| Gustavo Ferreira Coelho .....             | 1098, 1110    |
| Gustavo Ferreira de Oliveira .....        | 84, 1166      |
| Gustavo Franco de Castro .....            | 213           |
| Gustavo Henrique Mozzer Regazolli .....   | 793, 869      |
| Gustavo Pereira Duda .....                | 606           |
| Gustavo Pereira Valani .....              | 669           |
| Gustavo Ribas Curcio .....                | 1189          |
| Gustavo Soares de Souza .....             | 433           |
| Gustavo Vicentini Popin.....              | 414           |

## H

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Hayana dos Santos Jaines .....      | 198 |
| Héctor Javier Causarano Medina..... | 132 |

|                                           |                         |
|-------------------------------------------|-------------------------|
| Helena Saraiva Koenow Pinheiro.....       | 472, 811, 1016          |
| Helen Caroline Rodrigues Correa .....     | 164, 166, 696           |
| Helen de Matos Prosdocini .....           | 72                      |
| Helen Michels Dacoregio.....              | 549                     |
| Hélio Henrique Soares Franco .....        | 760                     |
| Helon Hébano de Freitas Sousa .....       | 203                     |
| Henrique Bernardo Muriana.....            | 149                     |
| Henrique Campos Nogueira.....             | 1135                    |
| Henrique Coutinho Junqueira Franco .....  | 538, 691                |
| Henrique Debiasi.....                     | 492, 564, 747, 757, 954 |
| Henrique Model Menezes .....              | 338                     |
| Henrique Pose Guerra.....                 | 872, 979                |
| Henrique Sasso Favilla .....              | 420, 760, 824           |
| Hiara Ruth da Silva Câmara Gaudêncio..... | 1135                    |
| Hideaki Wilson Takahashi .....            | 218                     |
| Higinio Moreno Resquin .....              | 1129                    |
| Higor E. Francisconi Lorin .....          | 1126                    |
| Hildeu Ferreira da Assunção.....          | 75, 134                 |
| Hudson Carlos Lissoni Leonardo .....      | 948                     |
| Hugo Alberto Ruiz.....                    | 50                      |
| Hugo Franciscon .....                     | 377                     |
| Hugo Machado Rodrigues .....              | 1047                    |
| Hyrán Stefanowski Kerpen.....             | 589, 724, 809           |



|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| Iago Meireles Tigre.....          | 669 |
| Iago Radamés Garcia Duarte.....   | 294 |
| Ian Carlos Bispo de Carvalho..... | 971 |



|                                              |                                     |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| Ignacio Hernán Salcedo .....                 | 705                                 |
| Igor Alberto Cabral da Rocha .....           | 651                                 |
| Igor Costa de Freitas .....                  | 776                                 |
| Igor Falconi Brandolis Parreira .....        | 582                                 |
| Igor Hister Lourenço .....                   | 643, 1039                           |
| Igor Queiroz Moraes Valente .....            | 1023                                |
| Igor Rodrigues de Assis .....                | 446                                 |
| Igor Vilela Cruz .....                       | 72                                  |
| Ildegardis Bertol .....                      | 426, 637, 779, 833, 839, 1174, 1192 |
| Iria Sartor Araujo .....                     | 546                                 |
| Iris Tiski .....                             | 313                                 |
| Isabel Giovanna Costa e Melo .....           | 428                                 |
| Isabella Clerici De Maria .....              | 945, 1198                           |
| Isadora Nayara Bandeira Medeiros de Moura .. | 1008                                |
| Israel Mendes Sousa .....                    | 82, 86, 210                         |
| Ithalo de Castro Spindola .....              | 646                                 |
| Ivana Kruger Tuchtenhagen .....              | 346                                 |
| Ivan Antonio Sutil .....                     | 66                                  |
| Ivan Bordin .....                            | 400                                 |
| Ivan Gabriel Ruiz Scarabeli .....            | 420, 760, 816, 824                  |
| Ivan Granemann de Souza Junior .....         | 224, 232, 942, 1145, 1148, 1158     |
| Ivanildo Amorim de Oliveira .....            | 674, 683                            |
| Ivan Tadeu Baldissera .....                  | 91                                  |
| Ivo Ribeiro da Silva .....                   | 926                                 |
| Izaías Pinheiro Lisboa .....                 | 414                                 |

## J

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| Jackson Adriano Albuquerque ..... | 192 |
| Jader Alves Ferreira .....        | 213 |

|                                         |                                                  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Jadiel Andognini.....                   | 192                                              |
| Jaedson Cláudio Anunciato Mota .....    | 504                                              |
| Jairo Tronto .....                      | 213                                              |
| James Stahl.....                        | 423                                              |
| Jamil Alexandre Ayach Anache .....      | 1045                                             |
| Jânio dos Santos Barbosa.....           | 341, 359, 793, 869                               |
| Janivan Fernandes Suassuna .....        | 257                                              |
| Jaqueline de Souza Teles .....          | 66                                               |
| Jaqueline Trombetta da Silva .....      | 782, 800                                         |
| Jaqueline Vanelli .....                 | 951                                              |
| Jean Alberto Sampietro .....            | 549                                              |
| Jean Carlo Santos de Oliveira.....      | 531, 982                                         |
| Jean Carlos Coelho Pacheco.....         | 446                                              |
| Jeane Cruz Portela .....                | 1008                                             |
| Jeani Moreira de Oliveira .....         | 482                                              |
| Jean Paolo Gomes Minella .....          | 467, 514, 593, 791, 795, 819, 861, 877, 1200     |
| Jean Sérgio Rosset .....                | 374, 1137                                        |
| Jeferson Carlos de Oliveira Silva ..... | 536, 559, 572, 582, 597, 602, 615, 618, 628, 634 |
| Jeferson Dieckow .....                  | 423, 920                                         |
| Jeferson Prass Pimentel.....            | 1156, 1161                                       |
| Jeferson Tiago Piano .....              | 501                                              |
| Jefferson Antonio Fink.....             | 724                                              |
| Jefferson Luiz de Aguiar Paes.....      | 50                                               |
| Jefferson Schick .....                  | 779                                              |
| Jéssia Juliana Alves da Silva.....      | 1008                                             |
| Jéssica Caroline Coppo.....             | 93, 290                                          |
| Jessica Carvalho Borges Neves.....      | 634                                              |
| Jéssica Carvalho Borges Neves.....      | 277                                              |
| Jéssica Conceição Nunes Silva.....      | 750                                              |
| Jéssica Conceição Nunes Silva.....      | 836                                              |

|                                         |                             |
|-----------------------------------------|-----------------------------|
| Jéssica Diandra Stringari.....          | 234                         |
| Jéssica Gabriela Contins.....           | 495                         |
| Jéssica Maiara Nemirscki .....          | 144                         |
| Jessica Souza de Oliveira .....         | 152                         |
| Jéssica Stringari.....                  | 112                         |
| Jessica Yuki de Lima Mito .....         | 965                         |
| Jéssyca Stanieski de Souza.....         | 1045                        |
| Jhean Carlos Maran .....                | 305, 318                    |
| Jhonatan Rafael Hartmann Hister .....   | 156                         |
| Jhonatan Spliethoff .....               | 798                         |
| Jimmy Rasche Alvarez .....              | 996                         |
| Jimmy Walter Rasche Alvarez.....        | 95, 181, 200, 1129          |
| João Antonio Dutra Giles.....           | 89                          |
| João Batista Silva Araújo .....         | 433                         |
| João Braulio Junqueira .....            | 1011                        |
| João Carlos Ker .....                   | 1052                        |
| João Fernando Apel Miguel.....          | 763                         |
| João Firminiano da Conceição Filho..... | 1033                        |
| João Henrique Gaia Gomes .....          | 457                         |
| João Herbert Moreira Viana.....         | 858, 931, 1079              |
| Joao Lucas Santos Souza .....           | 511                         |
| João Lucas Santos Souza .....           | 533, 556, 570, 654          |
| João Luís Nunes Carvalho .....          | 538, 691                    |
| João Paulo Guerta Antonio.....          | 455                         |
| João Paulo Trevizan Baú.....            | 232                         |
| João Tavares Filho.....                 | 61, 107, 431, 531, 626, 649 |
| João Vitor Fiore Dal Molin .....        | 39                          |
| João Vitor Garcia Silva.....            | 604                         |
| Joelma Divina Murliki .....             | 408, 448, 702               |
| Joice Mari Assmann .....                | 144, 230                    |

|                                              |                     |
|----------------------------------------------|---------------------|
| Joice Paraguassú Rodrigues .....             | 89                  |
| Joicy vitória Miranda Peixoto .....          | 100                 |
| Joicy Vitória Miranda Peixoto .....          | 103                 |
| Jonas Francisco Egewart.....                 | 501                 |
| Jonas Rodrigo do Amaral .....                | 1079                |
| Jonatas Thiago Piva .....                    | 124, 307            |
| Jonathan dos Santos Fucks.....               | 359                 |
| Jonathan Von Randow Rattes Leitão.....       | 1069                |
| Jonez Fidalski .....                         | 400, 1205           |
| Jorge da Silva Junior.....                   | 315                 |
| Jorge da Silva Júnior.....                   | 303                 |
| Jorge Luiz Piccinin.....                     | 842                 |
| Jorge Makhoulta Alonso.....                  | 58, 63, 320         |
| Jorge Wilson Cortez.....                     | 1023                |
| José Alberto Monteiro .....                  | 1011                |
| José Alexandre Melo Demattê.....             | 1210                |
| José Alexandre Pinto Coelho Filho.....       | 327                 |
| José Altair Figueiredo .....                 | 1064                |
| José Alves Junqueira Junior.....             | 348                 |
| Joseane Aparecida Derengoski .....           | 893                 |
| José Aparecido Teodoro de Menezes.....       | 1137                |
| José Augusto Amorim Silva do Sacramento .... | 750, 765, 836       |
| José Barbosa Duarte Junior .....             | 205, 951            |
| José Carlos Casagrande.....                  | 674, 683            |
| José Carlos Mazetto Júnior .....             | 729                 |
| José de Oliveira Melo Neto .....             | 939                 |
| José Edézio da Cunha .....                   | 1028                |
| José Eduardo Creste .....                    | 885                 |
| José Francirlei de Oliveira.....             | 398, 531, 982, 1106 |
| José Francisco Grillo .....                  | 207                 |

|                                           |                                        |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|
| José Geraldo Chagas .....                 | 1005                                   |
| José Geraldo Mageste .....                | 195, 708                               |
| José Jorge dos Santos Abrahão.....        | 343                                    |
| José Luiz de Carvalho.....                | 325, 587                               |
| José Luiz Rodrigues Torres .....          | 127, 136, 195, 390, 394, 708, 729, 936 |
| José Maria Barbat Parfitt .....           | 782, 800                               |
| José Maria Tarjuelo.....                  | 591                                    |
| José Marques Junior.....                  | 1025, 1154                             |
| José Mauricio da Cunha.....               | 643, 923, 1039                         |
| José Miguel Reichert .....                | 549, 785, 861                          |
| José Paulo Afonso Felipe de Sousa .....   | 451                                    |
| José Ricardo da Rocha Campos.....         | 336                                    |
| José Ricardo Macedo Pezzopane.....        | 574                                    |
| José Romualdo de Sousa Lima .....         | 606                                    |
| José Ronaldo de Macedo.....               | 976                                    |
| José Tadeu Garcia Tommaselli .....        | 754                                    |
| Josiane Burkner dos Santos.....           | 371, 657, 880                          |
| Josiane Cristina Nogueira Waltrick.....   | 1036                                   |
| Josiane Fernanda Constantino Paulino..... | 985                                    |
| Josiléia Acordi Zanatta .....             | 423                                    |
| Joyce Maria Guimarães Monteiro .....      | 891                                    |
| Juan Manuel Macchi Becker .....           | 290                                    |
| Juçara Garcia Ribeiro.....                | 1108                                   |
| Jucenei Frandoloso.....                   | 93                                     |
| Jucinei José Comin .....                  | 263                                    |
| Juliana Tamie Suyama.....                 | 227, 908                               |
| Juliano Calos Calonego .....              | 72                                     |
| Juliano Zimmermann.....                   | 1095                                   |
| Júlio Cesar Feitosa Fernandes .....       | 888                                    |
| Julio Cesar Franchini.....                | 747                                    |

|                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| Julio Cesar Karajallo Figueredo ..... | 95            |
| Júlio César Ramos.....                | 91, 637       |
| Júlio Cesar Salton .....              | 540           |
| Julio Cezar Franchini .....           | 492, 564      |
| Junior Cesar Avanzi.....              | 1067          |
| Junior Verardi .....                  | 279, 361, 666 |
| Júnior Verardi .....                  | 130           |

## K

|                                             |              |
|---------------------------------------------|--------------|
| Kalyne Sonale Arruda de Brito.....          | 257          |
| Karina Maria Vieira Cavalieri-Polizeli..... | 56, 380, 561 |
| Karine Laiara Lerner.....                   | 353, 732     |
| Kathleen Lourenço Fernandes.....            | 1025         |
| Kátia Fernanda Gobbi .....                  | 343          |
| Kátia Larissa do Nascimento Silva .....     | 301          |
| Katiely Aline Anschau .....                 | 353, 477     |
| Kayla Walquiria Garmus .....                | 318          |
| Kelen Cristiane Kubiack.....                | 961          |
| Kelen Cristina Basso.....                   | 124          |
| Kelvin Santos Rodrigues .....               | 552          |
| Kent Hoshiba.....                           | 132, 290     |
| Késia Damaris de Azevedo Frigo .....        | 713          |
| Késia Duarte da Silva.....                  | 1033         |
| Klaus Reichardt.....                        | 727          |
| Kleber Trabaquini .....                     | 42, 417      |
| Klinsmann Cortezzi Pedras .....             | 1071         |
| Kristem Carmo Rosa Silva .....              | 359          |

## L

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| Laércio Augusto Pivetta .....           | 149       |
| Laércio Duarte Souza .....              | 686       |
| Laércio Santos Silva .....              | 674, 683  |
| Laerte Bezerra de Amorim .....          | 705       |
| Laisa Gouveia Pimentel .....            | 414       |
| Laíse Bezerra de Amorim .....           | 705       |
| Laíse da Silveira Pontes .....          | 371, 657  |
| Laís Pinheiro Evangelista .....         | 1071      |
| Larissa de Souza Bortolo .....          | 142       |
| Larissa Gheller .....                   | 336       |
| Laura Beatriz Batista de Melo .....     | 366, 465  |
| Laura Milani da Silva Dias .....        | 976       |
| Laura Raquel Quiñónez Vera .....        | 200       |
| Lauren Maine Santos Menandro .....      | 538, 691  |
| Lauro de Jesus Silva Filho .....        | 1166      |
| Leandro Carneiro Barbosa .....          | 538, 691  |
| Leandro do Prado Wildner .....          | 91        |
| Leandro Gonçalves dos Santos .....      | 162, 221  |
| Leandro Marciano Marra .....            | 374, 1137 |
| Leandro Michalovicz .....               | 899       |
| Leandro Rampim .....                    | 239       |
| Leandro Resende Moreira .....           | 708       |
| Leandro Zancanaro .....                 | 816       |
| Leidivan Almeida Frazão .....           | 776       |
| Leila Cristina Canton .....             | 1158      |
| Leonan Felipe Ferreira Maronezzi .....  | 747       |
| Leonan Fellipe Ferreira Maronezzi ..... | 757       |
| Leonardo Luis Minosso .....             | 205       |



|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| Leonardo Pereira Fortes .....            | 809           |
| Leonardo Zambiasi Forti.....             | 336           |
| Lessandro Coll Faria.....                | 800           |
| Leticia Alcântara das Dores.....         | 245           |
| Leticia de Alcântara Dôres.....          | 242           |
| Leticia Helena Campos de Souza.....      | 1089          |
| Letícia Lopes de Andrade .....           | 806           |
| Letícia Lunardelli Salomon Fontana ..... | 920           |
| Letícia Moro.....                        | 45, 118, 310  |
| Letícia Salvi Kohn.....                  | 341, 359, 793 |
| Liane Bianchin .....                     | 215           |
| Lígia Maria Lucas Videira.....           | 121           |
| Livia Arantes Camargo.....               | 1025, 1154    |
| Lívia Previatello da Silva.....          | 462           |
| Lorena dos Santos Souza.....             | 509, 533, 556 |
| Loriane Bernardi .....                   | 382, 426      |
| Luana Aparecida Menegaz Meneghetti.....  | 105           |
| Luana Karolina Pena .....                | 69, 75, 134   |
| Luana Patrícia Pinto .....               | 156, 713      |
| Lucas Daniel Perin .....                 | 79            |
| Lucas Galvão Elisei .....                | 482, 716      |
| Lucas Luís Faustino .....                | 1118          |
| Lucas Machado Pontes.....                | 442, 482, 716 |
| Lucas Mateus Hass .....                  | 713           |
| Lucas Rodrigues Nicole .....             | 604           |
| Lucas Zulpo .....                        | 589, 724, 954 |
| Lúcia Helena Cunha dos Anjos .....       | 146, 888      |
| Luciana Grange .....                     | 713, 738      |
| Luciano Colpo Gatiboni .....             | 175, 178, 183 |
| Luciano da Silva Souza .....             | 385, 567, 686 |

|                                             |                                        |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|
| Luciano Grillo Gil .....                    | 313                                    |
| Lúcia Raquel Queiroz Pereira da Luz .....   | 334                                    |
| Lucimara Rodrigues Padilha .....            | 523                                    |
| Lucivania Izidoro da Silva .....            | 923                                    |
| Ludmila de Freitas .....                    | 674, 683                               |
| Ludymilla Celia Sousa Santos .....          | 634                                    |
| Luisa Lima Leal .....                       | 1031                                   |
| Luis Antônio Coimbra Borges .....           | 486, 1019                              |
| Luís Carlos Hernani .....                   | 991                                    |
| Luis Fernando de Mendonça Siqueira .....    | 536, 559, 572, 582, 597, 602, 615, 628 |
| Luis Fernando Vieira da Silva .....         | 1121                                   |
| Luis Hamilton Pospissil Garbossa .....      | 546                                    |
| Luís Reynaldo Ferracciú Alleoni .....       | 1154                                   |
| Luiza Fernanda Erdmann .....                | 112, 234                               |
| Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto ..... | 612                                    |
| Luiz Antonio Biasiolo .....                 | 833                                    |
| Luiz Antonio de Mendonça Costa .....        | 1126                                   |
| Luiz Antônio Zañão Júnior .....             | 154, 270                               |
| Luiz Augusto Grimaldi Sampaio .....         | 719                                    |
| Luiza Zulian Pinheiro .....                 | 587                                    |
| Luiz Eduardo Broetto .....                  | 318                                    |
| Luiz Fernando de Novaes Vianna .....        | 42                                     |
| Luiz Fernando Machado Kramer .....          | 899, 974                               |
| Luiz Fernando Martins .....                 | 1104                                   |
| Luiz Gustavo Fernandes Julião .....         | 282                                    |
| Luiz Henrique Campos de Almeida .....       | 218                                    |
| Luiz Henrique de Lima .....                 | 237                                    |
| Luiz Paulo Rauber .....                     | 77, 803                                |
| Luiz Renato Barbosa .....                   | 1211                                   |
| Luiz Roberto Guimarães Guilherme .....      | 1116                                   |

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| Lunara Gleika da Silva Rêgo .....        | 1008          |
| Luran Monteiro Muzeka .....              | 396, 839      |
| Lutécia Beatriz dos Santos Canalli ..... | 371, 657, 880 |

## M

|                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Maarten Krol .....                    | 727                     |
| Maarten S. Krol .....                 | 660                     |
| Madalena Boeni .....                  | 523                     |
| Maely Kawana dos Santos .....         | 963                     |
| Magnos Fernando Ziech .....           | 827                     |
| Maiara Haske .....                    | 631                     |
| Maiara Haskel .....                   | 79                      |
| Maiara Karini Haskel .....            | 498, 621                |
| Maicol Rafael Bade .....              | 1028                    |
| Manuela Cristine Binsfeld .....       | 467, 514                |
| Manuel Esteban Lucas-Borja .....      | 591                     |
| Maola Monique Faria .....             | 292, 640, 1069          |
| Mara Regina Moitinho .....            | 351, 624                |
| Marcelle Alencar Urquiza .....        | 1069                    |
| Marcell Shiratsu Sgarioni .....       | 577                     |
| Marcelo Alves da Rocha Dias .....     | 69, 109, 115            |
| Marcelo Angelo Campagnolo .....       | 1092, 1095, 1098, 1101  |
| Marcelo Corrêa Metri .....            | 98                      |
| Marcelo Dayron Rodrigues Soares ..... | 643, 923, 1039          |
| Marcelo Luiz Fetzer .....             | 866                     |
| Marcelo Marques Lopes Müller .....    | 187, 237, 239, 899, 974 |
| Marcelo Pablo Chartier .....          | 470                     |
| Marcelo Raul Schmidt .....            | 408, 448, 702           |

|                                        |                                                      |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Marcelo Ribeiro Viola .....            | 1067                                                 |
| Marcelo Ricardo de Lima .....          | 920                                                  |
| Marcelo Silva de Oliveira.....         | 442                                                  |
| Marcelo Vicensi.....                   | 187, 239                                             |
| Marcelo Vinícius da Silva.....         | 1108                                                 |
| Marcelo Zanata .....                   | 1082                                                 |
| Marcia Aparecida Simonete .....        | 118, 310                                             |
| Márcia Aparecida Simonete .....        | 45                                                   |
| Márcia Vitória Santos.....             | 776                                                  |
| Marcílio Vieira Martins Filho .....    | 674, 683                                             |
| Marcio André Francziskowski.....       | 353, 477                                             |
| Marcio Koetz .....                     | 185, 680                                             |
| Marcio Nikkel .....                    | 356                                                  |
| Márcio Rocha Francelino .....          | 292                                                  |
| Marco Antonio Barcellar Barreiros..... | 156                                                  |
| Marco Aurélio Teixeira Costa .....     | 268                                                  |
| Marcondes de Souza Padilha .....       | 540                                                  |
| Marcos Antonio Piza.....               | 885                                                  |
| Marcos Bacis Ceddia.....               | 457, 517                                             |
| Marcos Cesar Mottin .....              | 353                                                  |
| Marco Segalla Prazeres.....            | 833, 839, 1166                                       |
| Marcos Fernando Glück Rachwal.....     | 423                                                  |
| Marcos Gervasio Pereira .....          | 42, 331, 364, 374, 390, 394, 417, 457, 574, 610, 888 |
| Marcos Koiti Kondo.....                | 439                                                  |
| Marcos Longaretti .....                | 361, 528, 666                                        |
| Marcos Renan Besen .....               | 307                                                  |
| Marcos Sanabria Franco.....            | 273                                                  |
| Marcos Valle Bueno.....                | 800                                                  |
| Maria Aparecida de Medeiros .....      | 301                                                  |
| Maria Cândida Moitinho Nunes .....     | 436                                                  |

|                                           |                    |
|-------------------------------------------|--------------------|
| Maria Conceição Lopes .....               | 459, 554           |
| Maria da Conceição Santana Carvalho ..... | 53                 |
| Maria Débora Loiola Bezerra .....         | 287                |
| Maria de Fátima Guimarães .....           | 107, 883, 982      |
| Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo .....     | 842                |
| Maria do Carmo Lana .....                 | 93, 205, 296, 374  |
| Maria Geralda de Carvalho .....           | 1016               |
| Maria Herminia Ferreira Tavares .....     | 763                |
| Maria Izabel Warmling .....               | 183, 192           |
| Maria José Sipriano da Silva .....        | 651, 689           |
| Mariana Alves Ibarr .....                 | 423                |
| Mariana Bárbara Lopes Simedo .....        | 459, 554           |
| Mariane Natera .....                      | 260                |
| Maria Regina Gmach .....                  | 872, 979           |
| Maria Sonia Lopes da Silva .....          | 651, 689           |
| Maria Sueli Heberle Mafra .....           | 752                |
| Maria Teresa de Nóbrega .....             | 1028               |
| Maria Tereza Warmling .....               | 192                |
| Maria Valdete da Costa .....              | 1135               |
| Marie Luise Carolina Bartz .....          | 948                |
| Marília Hellmeister .....                 | 526, 595           |
| Marina Luciana Abreu de Melo .....        | 849, 896, 914, 917 |
| Marina Pedroso Carneiro .....             | 993                |
| Mário Dobner Júnior .....                 | 869                |
| Mário Miyazawa .....                      | 313                |
| Marisa de Cássia Piccolo .....            | 574                |
| Maristela Calvente Moraes .....           | 414                |
| Marita Di Loreto y Sampaio .....          | 218                |
| Markus Pahlow .....                       | 660, 727           |
| Marlen Barros e Silva .....               | 1033               |

|                                          |                                               |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Marliane de Cássia Silva .....           | 710                                           |
| Marllon Fialho de Castro .....           | 1151                                          |
| Mártin Engler .....                      | 305, 318                                      |
| Marx Leandro Naves da Silva .....        | 693, 716, 774                                 |
| Marx Leandro Naves Silva .....           | 442, 444, 480, 484, 486, 495, 822, 1019, 1215 |
| Mateus Carvalho Basílio de Azevedo ..... | 343                                           |
| Mateus Ferreira.....                     | 82, 86, 210                                   |
| Matheus do Carmo .....                   | 242, 245                                      |
| Matheus Duarte da Silva.....             | 390, 394                                      |
| Matheus Duarte da Silva Cravo .....      | 708                                           |
| Matheus Fernandes lida Domiciano.....    | 109                                           |
| Matheus Fonseca Durães.....              | 327                                           |
| Matheus Henrique Medeiros.....           | 100, 103, 195                                 |
| Matheus Martins Ferreira.....            | 338                                           |
| Matheus Ribeiro.....                     | 999                                           |
| Matias Siueia Júnior.....                | 768                                           |
| Maura Colombo .....                      | 79                                            |
| Mauricio da Silva Souza .....            | 689                                           |
| Maurício de Godoi .....                  | 657                                           |
| Maurício Dias Purcino .....              | 939                                           |
| Maurício Lima Dan.....                   | 433                                           |
| Mauricio Meurer .....                    | 1050                                          |
| Mauricio Rizzato Coelho .....            | 891, 1047                                     |
| Maurício Roberto Cherubin.....           | 979                                           |
| Maurício Vicente Alves .....             | 282                                           |
| Mauro César Pinto Nascimento.....        | 1104                                          |
| Mellissa Sousa Sobrinho .....            | 254, 257                                      |
| Micael Booth .....                       | 292                                           |
| Micael S. Mallmann.....                  | 791                                           |
| Micael Stolben Mallmann.....             | 877                                           |

|                                              |                          |
|----------------------------------------------|--------------------------|
| Michael Mazurana.....                        | 589, 724                 |
| Michelle Vilela .....                        | 121                      |
| Miguel Cooper.....                           | 470                      |
| Miguel David Fuentes Guevara .....           | 139                      |
| Milson Evaldo Serafim .....                  | 164, 166, 169, 696       |
| Milton César Costa Campos.....               | 643, 671, 855, 923, 1039 |
| Milton da Veiga .....                        | 520                      |
| Milton Ferreira de Moraes .....              | 56                       |
| Miriam Fernanda Rodrigues .....              | 785, 861                 |
| Mirian Cristina Brustolin.....               | 149                      |
| Mirian de Sousa Silva .....                  | 486, 1019                |
| Mirian Lago Valente.....                     | 861                      |
| Moacir de Souza Dias Junior .....            | 768, 967                 |
| Moacir Tuzzin de Moraes .....                | 564, 954                 |
| Monica Carolina Sustakowski .....            | 732                      |
| Mônica Mariana Jorge Fratoni .....           | 218                      |
| Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa ..... | 1126                     |

## N

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| Nádia Horiye Ferreira .....           | 754       |
| Natalia Benini Silva.....             | 333       |
| Natália Pereira.....                  | 154, 270  |
| Natassia Magalhães Armacolo.....      | 492       |
| Nayara Christina Almeida Araújo.....  | 776       |
| Nayara Franzini Lopes.....            | 1108      |
| Nélida Elizabet Quiñonez Silvero..... | 411       |
| Nerilde Favaretto .....               | 489, 1036 |
| Neroli Pedro Cogo.....                | 1192      |



|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Neuro Hilton Wolschick.....         | 382, 396, 637 |
| Newton La Scala Júnior .....        | 351, 624      |
| Neyde Fabíola Balarezo Giarola..... | 677           |
| Neyton de Oliveira Miranda.....     | 428           |
| Nicael Tedesco dos Santos .....     | 130, 279, 528 |
| Nídia Raquel Costa.....             | 72            |
| Nilson Rendeiro Pereira.....        | 874           |
| Nilton Curi .....                   | 1116          |
| Nivaldo Schultz .....               | 610, 612      |
| Nori Paulo Griebeler .....          | 1132          |

## O

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| Octávio Vioratti Telles de Moura ..... | 364  |
| Olavi Martín Gomez Prado.....          | 132  |
| Osmar Klauberg Filho .....             | 451  |
| Osvaldo Guedes Filho .....             | 677  |
| Oswaldo Julio Vischi Filho .....       | 1011 |
| Oswaldo Machineski .....               | 883  |
| Otávio Tavares Penha.....              | 480  |

## P

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| Pablo Fernando Santos Alves.....         | 439           |
| Paloma de Lourdes Ribeiro Carvalho ..... | 338           |
| Paloma Emanuela Braga Martins.....       | 166, 169, 696 |
| Pâmela Andrades Timm .....               | 782           |
| Pamela Beatriz Caballero Lopez.....      | 1129          |

|                                               |                             |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| Pâmela de Andrades Timm .....                 | 800                         |
| Pamela Raiane Pelegrini Pascoal.....          | 134                         |
| Patricia Cirino .....                         | 392                         |
| Patriciani Estela Cipriano .....              | 768                         |
| Patrícia Pretto Pessotto .....                | 830                         |
| Paula Capita Siqueira .....                   | 774                         |
| Paula Cristina Caruana Martins .....          | 967                         |
| Paula Karen Mota .....                        | 914                         |
| Paul Lineker Amaral.....                      | 979                         |
| Paulo Cesar Conceição .....                   | 79, 498, 621, 631, 827, 852 |
| Paulo Cesar Ramon .....                       | 593                         |
| Paulo César Ramon .....                       | 514                         |
| Paulo Cesar Wacelkoski .....                  | 149                         |
| Paulo Cezar Cassol .....                      | 45, 112, 175, 234, 310      |
| Paulo Gonçalves da Silva .....                | 855                         |
| Paulo Henrique Bretanha Junker Menezes .....  | 939                         |
| Paulo Henrique Caramori .....                 | 957                         |
| Paulo Henrique da Silva Gomes .....           | 765                         |
| Paulo Henrique Hidalgo.....                   | 905                         |
| Paulo Ivonir Gubiani .....                    | 453                         |
| Paulo Ricardo Teodoro da Silva .....          | 121                         |
| Paulo Roberto Cleyton de Castro Ribeiro ..... | 1104                        |
| Paulo Roberto Ernani .....                    | 118                         |
| Paulo Sérgio dos Santos Leles .....           | 58, 63, 320, 1108           |
| Paulo Sergio Graziano Magalhães.....          | 1221                        |
| Paulo Sérgio Rabello de Oliveira.....         | 501, 584                    |
| Paulo Siqueira Junior .....                   | 774, 822                    |
| Pedro Antônio Namorato Benevenuto .....       | 341, 580, 793               |
| Pedro Armentano Mudado Xavier .....           | 811                         |
| Pedro da Silva Ferreira .....                 | 472                         |

|                                        |                    |
|----------------------------------------|--------------------|
| Pedro Henrique Araújo Almeida .....    | 292, 640           |
| Pedro Henrique Rodrigues Borges.....   | 549                |
| Pedro Luiz Terra Lima .....            | 693                |
| Pedro Velloso Gomes Batista.....       | 442, 484, 693, 774 |
| Pedro Werno Fritzen Oliveira.....      | 248                |
| Phylipe Veiga Macedo .....             | 719                |
| Piero Iori.....                        | 993                |
| Polianna dos Santos de Farias.....     | 567, 686           |
| Polyana Duarte de Oliveira Silva ..... | 1071               |
| Priscila Pacheco Mariani.....          | 408, 448           |
| Priscylla Pfleger .....                | 45, 310            |

## Q

|                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| Quelimar Saggin .....          | 999                          |
| Quintino Reis de Araujo .....  | 1005                         |
| Quirijn de Jong van Lier ..... | 462, 507, 660, 663, 722, 727 |

## R

|                                        |          |
|----------------------------------------|----------|
| Rachel Bardy Prado .....               | 844      |
| Rachel Muylaert Locks Guimarães .....  | 961, 969 |
| Rafaela Dulcieli Daneluz Rintzel.....  | 144      |
| Rafaela Martins da Silva .....         | 331      |
| Rafaela Watanabe.....                  | 824      |
| Rafael Coll Delgado .....              | 457      |
| Rafael Dias Gomes de Carvalho .....    | 976      |
| Rafael Henrique Pereira dos Reis ..... | 959      |
| Rafael Mingoti .....                   | 1021     |

|                                           |                                       |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| Rafael Montanari .....                    | 121                                   |
| Rafael Otto .....                         | 260                                   |
| Rafael Pio .....                          | 444                                   |
| Rafael Ramon .....                        | 467, 593                              |
| Rafael Soriani .....                      | 398                                   |
| Raimundo Nonato de Assis Júnior .....     | 504                                   |
| Raissa Nascimento dos Santos .....        | 331, 390, 394                         |
| Raone Puntel Bernardi .....               | 741                                   |
| Raphael Bragança Alves Fernandes .....    | 50, 710, 911                          |
| Raquel Restofe Rutz .....                 | 893                                   |
| Raquel Silva Pereira .....                | 1064                                  |
| Raul Castro Carriello Rosa .....          | 385                                   |
| Raul Eduardo Ripp Butzge .....            | 584                                   |
| Rayane da Mota Rios .....                 | 254                                   |
| Reginaldo Barboza da Silva .....          | 993                                   |
| Regina Maria Quintão Lana .....           | 69, 100, 103, 109, 115, 142, 195, 294 |
| Renan Thiago Carneiro Nunes .....         | 221                                   |
| Renata Catani Batista do Nascimento ..... | 1132                                  |
| Renata Cristina Araujo Costa .....        | 933, 1055, 1082                       |
| Renata Cristina Bovi .....                | 470                                   |
| Renata Cristina Costa .....               | 554                                   |
| Renata Tomoe Mitsuya .....                | 844                                   |
| Renato Farias do Valle Junior .....       | 933                                   |
| Renato Levien .....                       | 564, 589, 724, 954                    |
| Renato Watanabe .....                     | 1222                                  |
| Renato Yagi .....                         | 329                                   |
| Ricardo Augusto da Silva .....            | 885                                   |
| Ricardo Cardoso Fialho .....              | 926                                   |
| Ricardo de Oliveira Bordonal .....        | 538, 691                              |
| Ricardo de Oliveira Parolini .....        | 127, 936                              |

|                                        |               |
|----------------------------------------|---------------|
| Ricardo Henrique Ribeiro .....         | 307           |
| Ricardo Marques Coelho.....            | 976           |
| Ricardo Ralisch .....                  | 948, 963      |
| Ricardo Reis Alves.....                | 847           |
| Ricardo Scandolara .....               | 207           |
| Ricardo Scholz .....                   | 299           |
| Richard Matos de Souza.....            | 475, 509, 570 |
| Roberto dos Anjos Reis Júnior.....     | 313           |
| Roberto Fabris Goerl .....             | 869           |
| Roberto Ferreira Novais .....          | 213           |
| Róbson Ilha.....                       | 741           |
| Rodolfo Assis de Oliveira .....        | 263           |
| Rodolfo Figueiredo .....               | 942, 1148     |
| Rodrigo César Sereia .....             | 72            |
| Rodrigo Fonseca da Silva.....          | 580, 768      |
| Rodrigo Leiton.....                    | 139           |
| Rodrigo Rizzi .....                    | 1076          |
| Rodrigo Sobreira Alexandre .....       | 89            |
| Rodrigo Vieira da Silva .....          | 82, 86, 210   |
| Rodrigo Warmling .....                 | 771           |
| Rodrigo Yoiti Tsukahara.....           | 902           |
| Rogério Luiz Barbian Junior.....       | 729           |
| Rogério Oliveira de Sousa .....        | 139, 284, 782 |
| Rogério Peres Soratto .....            | 221           |
| Rogério Resende Martins Ferreira ..... | 788           |
| Romária Gomes de Almeida.....          | 1073          |
| Romeu de Souza Werner .....            | 779           |
| Ronaldo Aparecido de Oliveira.....     | 105           |
| Ronaldo Cintra Lima .....              | 455           |
| Roniedison Menezes da Silva.....       | 814           |

|                                            |      |
|--------------------------------------------|------|
| Rosa Maria Luján Oviedo de Cristaldo ..... | 411  |
| Rosana Gonçalves Barros.....               | 1087 |
| Rosana Krauss Niedzialkoski .....          | 1126 |
| Rosane Barbosa Lopes Cavalcante.....       | 861  |
| Rosângela Gonçalves Nunes .....            | 251  |
| Rosângela Gonçalves Vitro.....             | 1137 |
| Rosemar de Queiroz .....                   | 830  |

## S

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| Sabrina Magloire .....                   | 224       |
| Samara Brandão Queiroz.....              | 951       |
| Samara Martins Barbosa .....             | 580       |
| Samara Pozzan da Rocha.....              | 403       |
| Samuel Dias Moreira .....                | 455       |
| Samuel Petraccone Caixeta .....          | 917, 928  |
| Sandra Mara Krefta .....                 | 893       |
| Sandra Santana Lima .....                | 331       |
| Sandro Roberto Brancalião.....           | 459       |
| Santiago Javier Román Sitjar.....        | 181       |
| Sara Julliane Ribeiro Assunção .....     | 511       |
| Sara Lane Sousa Gonçalves .....          | 1132      |
| Saulo Augusto Quassi de Castro.....      | 260       |
| Saulo de Oliveira Lima .....             | 356       |
| Saulo Tadeu Branco Ramos.....            | 752       |
| Sebastian Multsch.....                   | 660       |
| Selene Cristina de Pierri Castilho ..... | 374, 1137 |
| Selma Ferreira Viana .....               | 855       |
| Sergio Campos .....                      | 933       |

|                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| Sérgio José Alves .....               | 400, 1222     |
| Silvane de Fátima Siqueira .....      | 549           |
| Silvânio Rodrigues dos Santos .....   | 439           |
| Silvino Guimarães Moreira .....       | 914           |
| Silvio Barge Bhering .....            | 334, 811, 874 |
| Simeón Aguayo Trinidad .....          | 95            |
| Simony Marta Bernardo Lugão .....     | 343           |
| Smaylla El Kadri Ceccatto .....       | 757           |
| Sonia Armbrust Rodrigues.....         | 426           |
| Sonia Carmela Falci Dechen .....      | 985, 1225     |
| Sonicley Silva Maia.....              | 646           |
| Stefan Nachtigall .....               | 436           |
| Stefano Francisco Pereira Duarte..... | 1067          |
| Steven Peter Figueiredo Ellice .....  | 654           |
| Sthéfanny Sanchez Frizzarim .....     | 822           |
| Suélen Mazon .....                    | 961           |

## T

|                                       |          |
|---------------------------------------|----------|
| Tafarel Rodrigues Paula .....         | 63       |
| Tales Tiecher .....                   | 263      |
| Tallys Henrique Bonfim da Silva ..... | 203      |
| Tâmara Claudia de Araújo Gomes.....   | 301      |
| Tamara Kubiszewski .....              | 215      |
| Tangriani Simioni Assmann .....       | 230, 866 |
| Tanya Schreiber Viana .....           | 132      |
| Tassio Dresch Rech.....               | 752      |
| Tatiane Chiapetti.....                | 584      |
| Tatiane Gorte .....                   | 948      |



|                                               |                                       |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------|
| Tatiane Melo de Lima .....                    | 69, 75, 134                           |
| Tatiane Ohland .....                          | 377                                   |
| Tatiane Priscila Chiapetti.....               | 577                                   |
| Taynan Aquilles Marinho Lessa .....           | 776                                   |
| Tedson Luis de Freitas Azevedo .....          | 1226                                  |
| Teodorico Alves Sobrinho .....                | 1045                                  |
| Teógenes Senna de Oliveira .....              | 1151                                  |
| Tercio Vaisnava Fehlauer.....                 | 426, 833, 839                         |
| Teresa Cristina Tarlé Pissarra .....          | 459, 554, 933, 1042, 1055, 1082, 1143 |
| Thadeu Rodrigues de Melo.....                 | 61, 431, 626                          |
| Thaine Evelyn Luchetti Lapere.....            | 540                                   |
| Thaís Antolini Veçozzi .....                  | 139, 284                              |
| Thais Cardoso de Castro.....                  | 47                                    |
| Thaís de Andrade Corrêa Neto .....            | 888                                   |
| Thais Guarda Prado Avancini .....             | 1013                                  |
| Thais Murias Jardim.....                      | 1161                                  |
| Thaís Murias Jardim .....                     | 1156                                  |
| Thais Palumbo Silva.....                      | 436                                   |
| Thais Rodrigues de Sousa.....                 | 988                                   |
| Thaís Tokashiki Tavares Rodrigues.....        | 507                                   |
| Thales de Costa Lima .....                    | 58                                    |
| Thiago Andrade Bernini .....                  | 517                                   |
| Thiago Henrique Ferreira Matos Castañon ..... | 105, 189                              |
| Thiago Ometto Zorzenoni.....                  | 957                                   |
| Tiago Baratto.....                            | 523, 791                              |
| Tiago Broetto .....                           | 785                                   |
| Tiago Madalosso .....                         | 296                                   |
| Tiago Stumpf da Silva .....                   | 408, 448, 702                         |
| Tonny José Araújo da Silva.....               | 105, 159, 185, 189, 203, 698          |

# U

Ubiratan Oliveira Souza.....221

# V

Vagner Picolo .....66

Vairton Radmann ..... 139

Valdemir Antonio Rodrigues.....325, 526, 587, 591, 595

Valdinar Ferreira Melo.....646, 1069

Valdir Koch.....999

Valdir Zarur Batista.....985

Vanderlei Bett .....343

Vanderlei Rodrigues da Silva.....830

Vanessa dos Santos Dias.....251

Vanessa Ramos dos Santos ..... 1058

Vanessa Sofia de Oliveira.....303

Vaneza Andrea Lima de Freitas .....336

Venâncio Rodrigues e Silva.....936

Verônica Godinho Ferreira .....439

Victor Adriel Silva Rodrigues .....971

Victor Hugo Alvarez V .....50

Victor Hugo Resende Antonangelo.....597

Victor Ramirez Peralta.....273

Victor Raul Cieza Tarrillo.....284

Viníciu Fagundes Bárbara..... 1087

Vinícius Augusto de Oliveira.....327

Vinicius de Oliveira Rezende ..... 142, 294

Vinícius Deotan Coletti.....999

|                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| Vinicius Martins Ferreira.....       | 788      |
| Vinicius Moribe Pereira.....         | 580      |
| Vinícius Soares de Oliveira .....    | 604      |
| Virginia Dominguez Castillo .....    | 470      |
| Vitor Araújo Alves.....              | 847      |
| Vitor Cauduro Girardello.....        | 498, 621 |
| Viviana Maria Cáceres Figueredo..... | 1129     |

## W

|                                            |                   |
|--------------------------------------------|-------------------|
| Wagner Sacomori.....                       | 84, 112, 234, 803 |
| Waldir de Carvalho Junior .....            | 472, 811, 874     |
| Walkyria Bueno Scivittaro.....             | 284, 782          |
| Walter dos Santos Borges Junior .....      | 803               |
| Walter Santos Borges Junior.....           | 77, 84, 198       |
| Wander Araujo Martins .....                | 806               |
| Wanderlei Bieluczyk .....                  | 574               |
| Wanderson Benerval de Lucena .....         | 651               |
| Wanderson Berneval de Lucena .....         | 689               |
| Wardsson Lustrino Borges.....              | 254               |
| Weden da Silva Lobo.....                   | 842               |
| Wellington da Silva Guimarães Júnnyor..... | 945               |
| Wellington de Lima.....                    | 774, 822          |
| Wellington Willian Rocha.....              | 1064              |
| Wendson de Moraes Silva.....               | 606, 608          |
| Wesley Machado.....                        | 61, 431, 626      |
| Wharley Pereira dos Santos .....           | 480               |
| Whelyton Eduardo Candido .....             | 282               |
| Wilbert Valkinir Cabreira .....            | 331               |

|                                         |               |
|-----------------------------------------|---------------|
| Wildson Benedito Mendes Brito .....     | 671           |
| Wiliana Júlia Ferreira de Medeiros..... | 1113          |
| Wilian da Silva Ricce .....             | 520           |
| Wilk Sampaio de Almeida .....           | 517, 814, 959 |
| Willer Fagundes de Oliveira .....       | 439           |
| William Fenner.....                     | 189           |
| William Hiroshi Suekane Takata .....    | 885           |
| William Paim Camargo de Souza .....     | 192           |
| William Saidelles Foggiato .....        | 403           |
| Willian Barros do Nascimento .....      | 855           |
| Willian Bosquette Rosa.....             | 951           |
| Willian Galdino Lunardi .....           | 752           |
| Wilson Henrique Tatto .....             | 144, 230      |
| Wilson Wagner Ribeiro Teixeira .....    | 56            |
| Witer Moreira Guimarães.....            | 536, 559, 615 |

## Z

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Zélio Resende de Souza .....   | 967 |
| Zigomar Menezes de Souza ..... | 945 |



## Promoção



**Sociedade Brasileira de  
Ciência do Solo**  
**Núcleo Estadual Paraná**

## Realização



## Patrocínio Diamante

**SISTEMA FAEP**



## Patrocínio Ouro



## Apoio



## Organização



ISBN 856914605-1

