RPCS/SBSA

V Reunião Paranaense de Ciência do Solo
II Simpósio Brasileiro de Solos Arenosos

A visão sobre a atual situação da erosão do solo

Jean PG Minella

Universidade Federal de Santa Maria
SEDES SAPIENTIÆ
1960

Departamento de Solos
UFSM

Grupo de estudos em Conservação do Solo e Hidrossedimentologia

Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo - UFSM
PPGCS

Abordagens enfocam duas perspectivas

EFEITOS NO LOCAL

Degradação do solo no meio de produção

Redução da produtividade
Aumento dos custos de produção
Depauperamento de funções do solo

EFEITOS FORA DO LOCAL

Degradação dos corpos hídricos

Assoreamento
Enchentes
Contaminação dos rios

Manejo da água no ambiente de produção

Quais as imposições atuais do clima?

- **Eventos de chuvas de maior volume e intensidade**
- **Estiagens mais frequentes e severas**

Quais as adaptações necessárias?

- **Maximizar a infiltração e o armazenamento de água no solo**
- **Disciplinar a retirada do excesso de água**

A definição dos objetivos e o efeito “escala”

0,6 m² *upscaling* 3000 m² 6 ha

16,6 ha 1,2 km² 2000 km²

downscaling

O aumento de escala incorpora um número maior de processos!

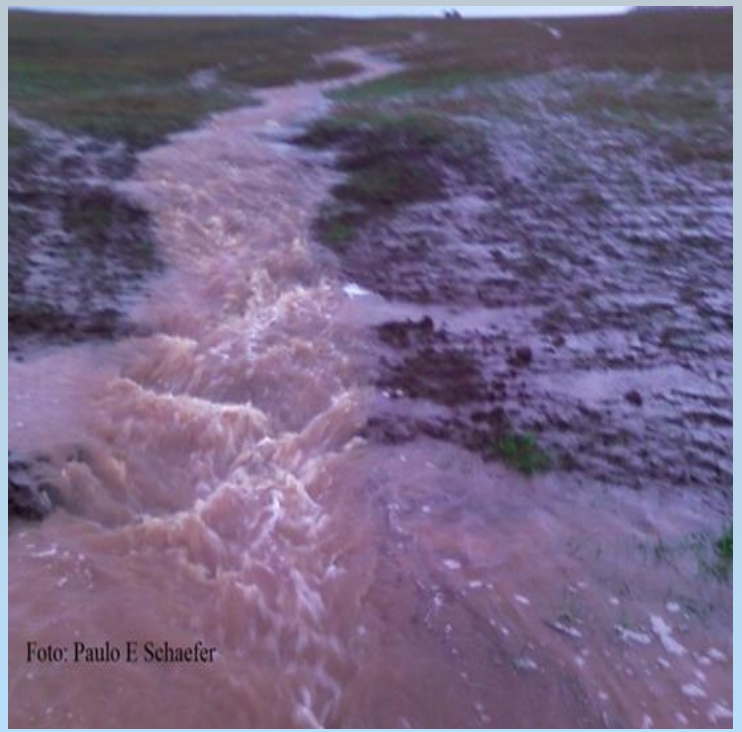
A água sai limpa da minha lavoura!?

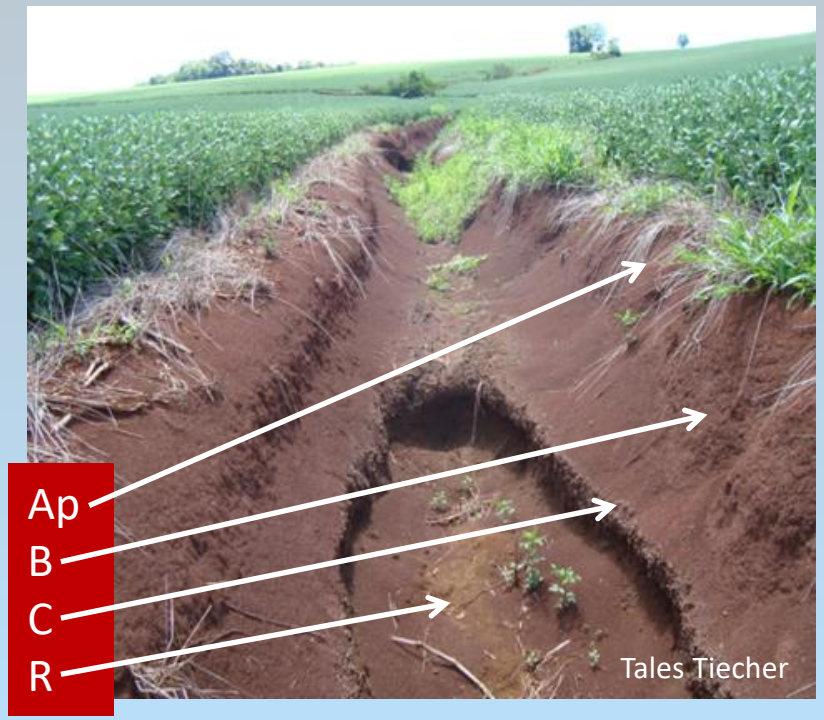
1. Escoamento rápido gerando enchentes e depois redução na vazão

2. Grandes volumes gerando erosão nas estradas e talvegues (vales)

3. Escoamento para rios carreando pesticidas e nutrientes

A escolha da escala para representar os processos em destaque





Qual o comportamento da água no atual sistema de produção e os seus processos associados?

Redução na produtividade?

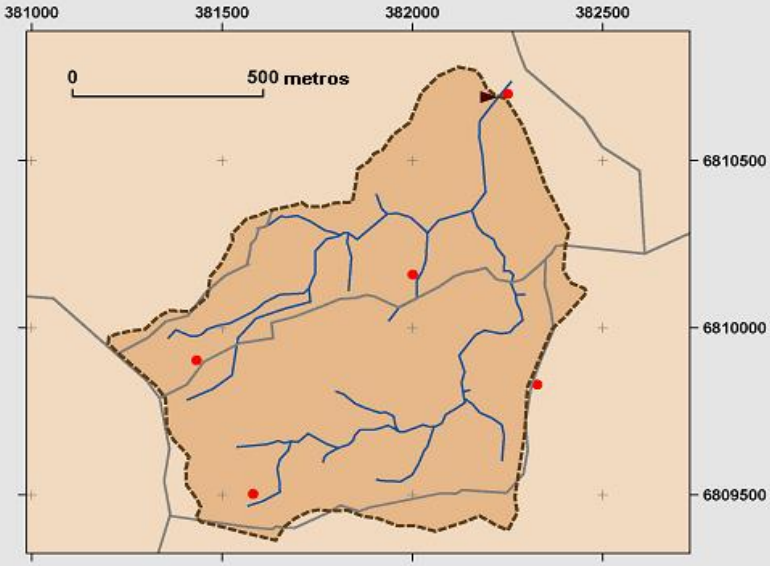
Quais as funções dos solos e dos diferentes tipos de manejo nesse contexto?

Cultivo Conservacionista não é Agricultura Conservacionista

Estudo na Escala de Bacia Hidrográfica

Bacia Experimental de Arvorezinha (120 ha)

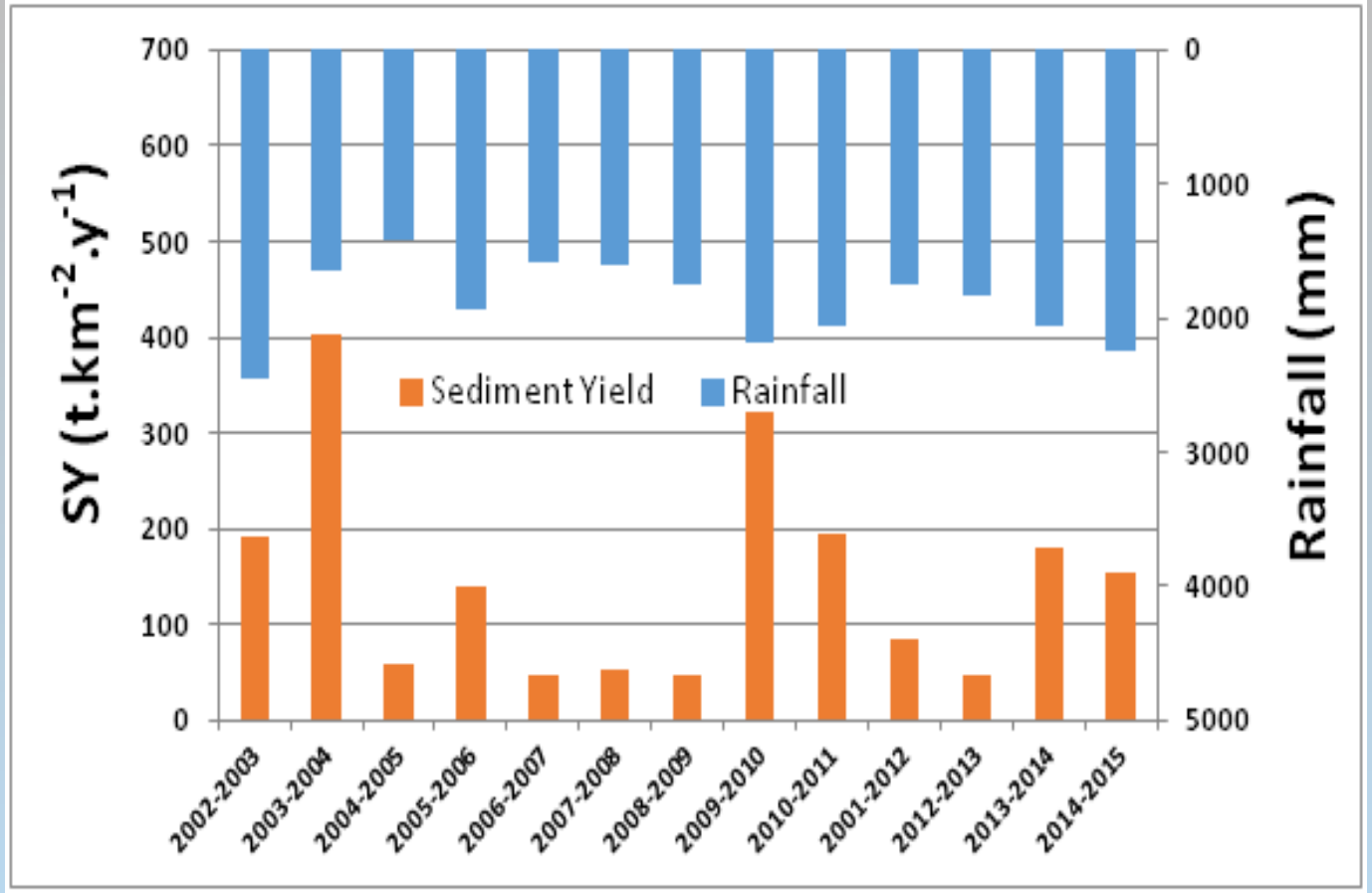
Característica da produção familiar na encosta do planalto



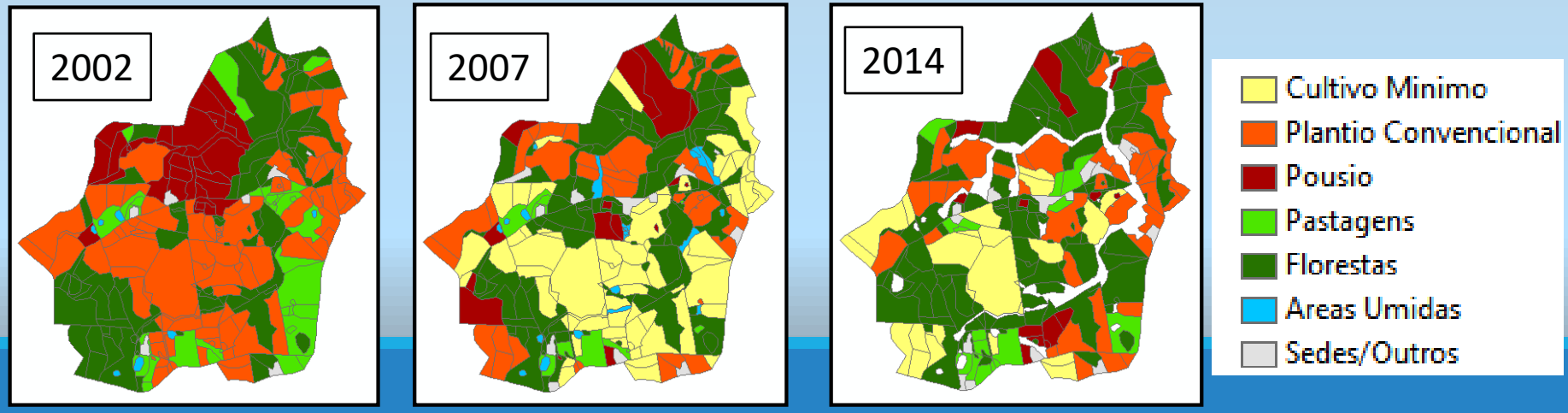
Estradas
Canais de Drenagem
Limite da Bacia
Monitoramento da Precipitação
Monitoramento da Vazão e de Sedimentos em Suspensão

Compreender e descrever o impacto do uso e manejo nos processo hidrológicos e erosivos na escala de bacia.

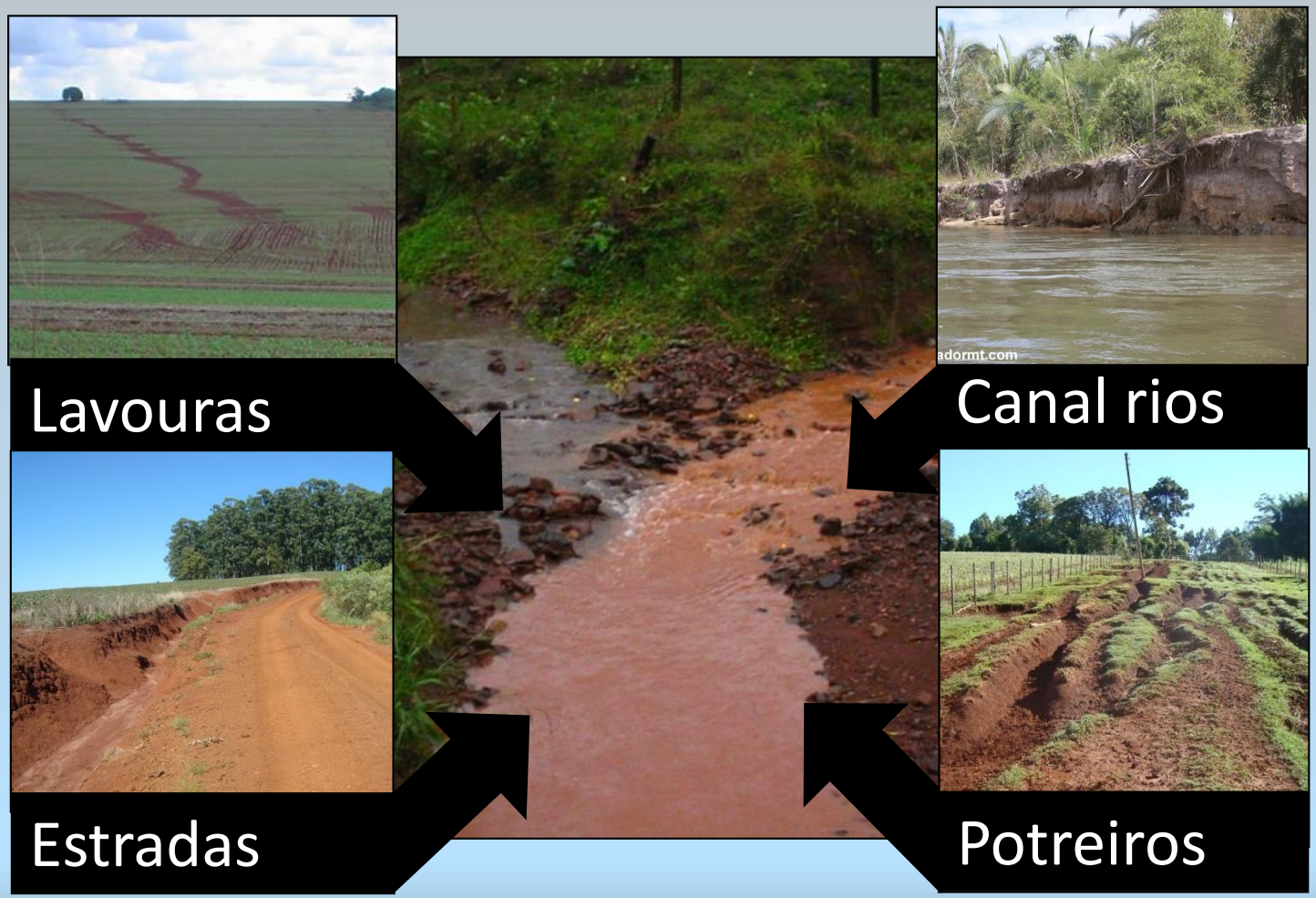
Produção de Sedimentos ao longo de 13 anos de monitoramento



Desafio: separar o efeito do clima das atividades antrópicas!

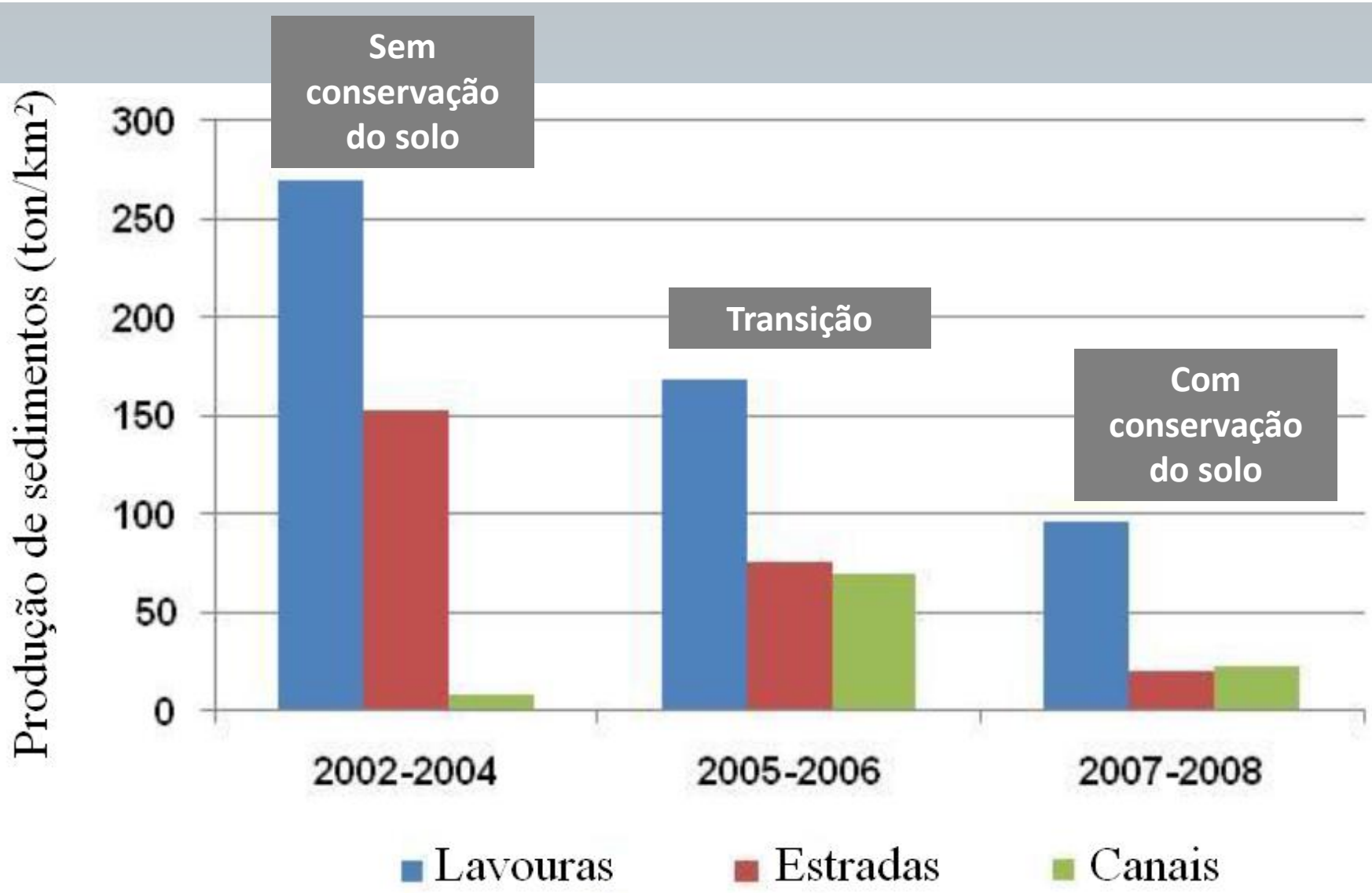


Identificação da origem dos sedimentos erodidos presentes na rede de drenagem



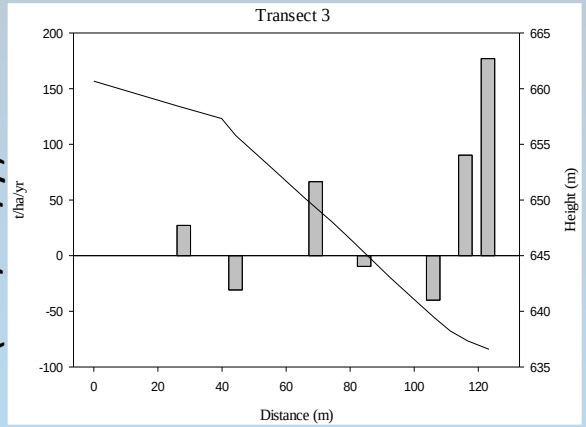
Minella (2007)
Tiecher (2015)
Legal (2016)

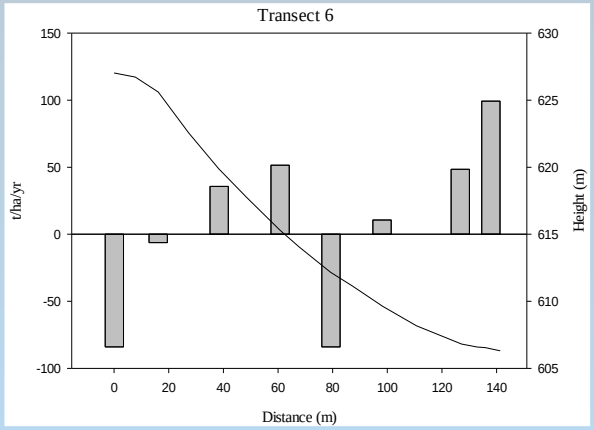
Impacto das medidas de conservação do solo nas fontes de sedimentos

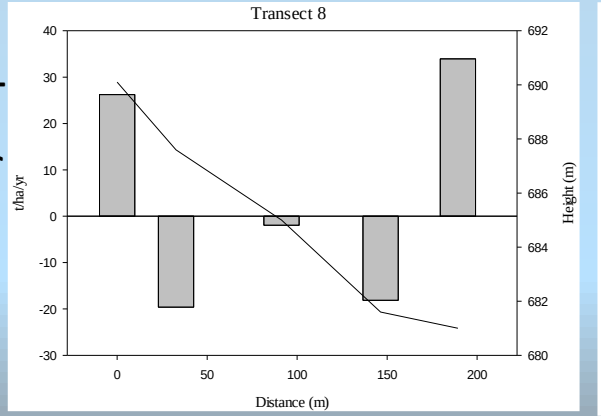


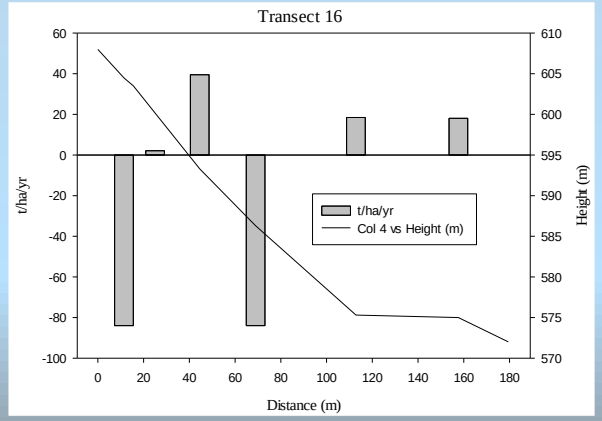
Taxas de erosão e deposição de longo prazo. Redistribuição de sedimentos nas encostas. Metodologia: radionuclídeos (^{137}Cs)

Erosion/Deposition (ton/ha/y)





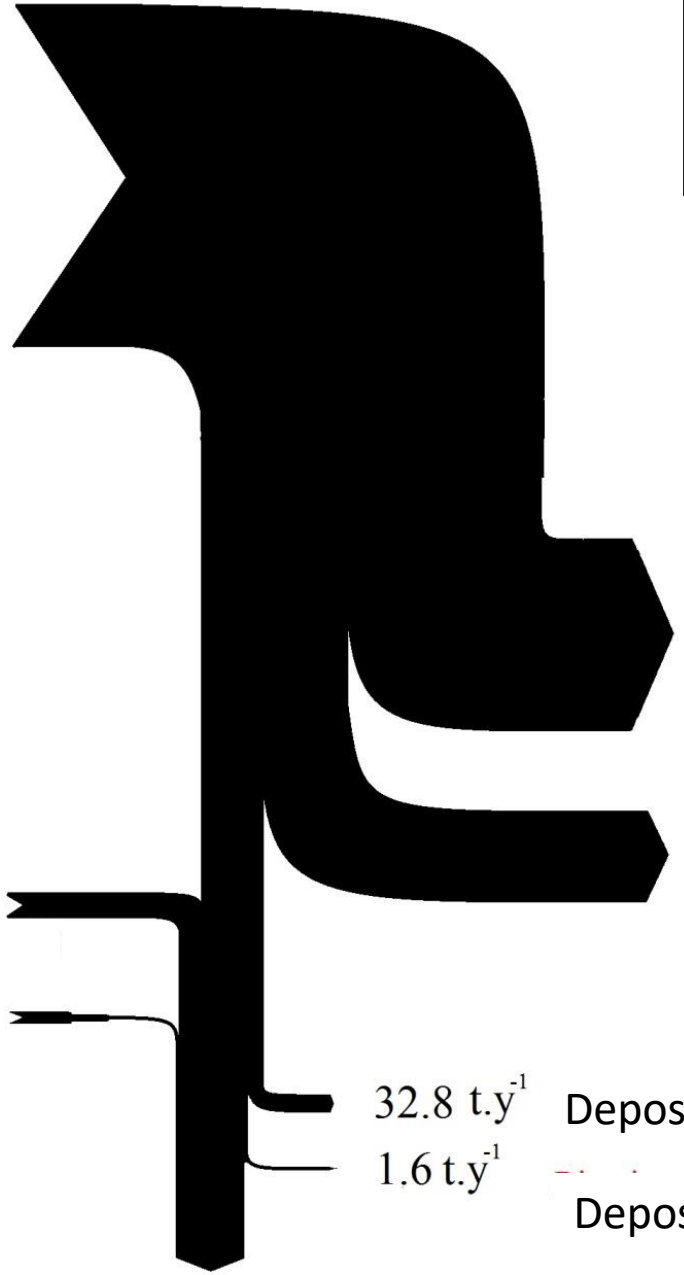




Distance from top (m)

Balanço dos sedimentos erodidos na bacia de Arvorezinha

Método para o Sediment Budget = FGP+ Cs^{137}+ Prod Sed



Erosão Bruta nas lavouras

Deposição nas encostas

Deposição na base das encostas

Erosão nas estradas

Erosão no canal

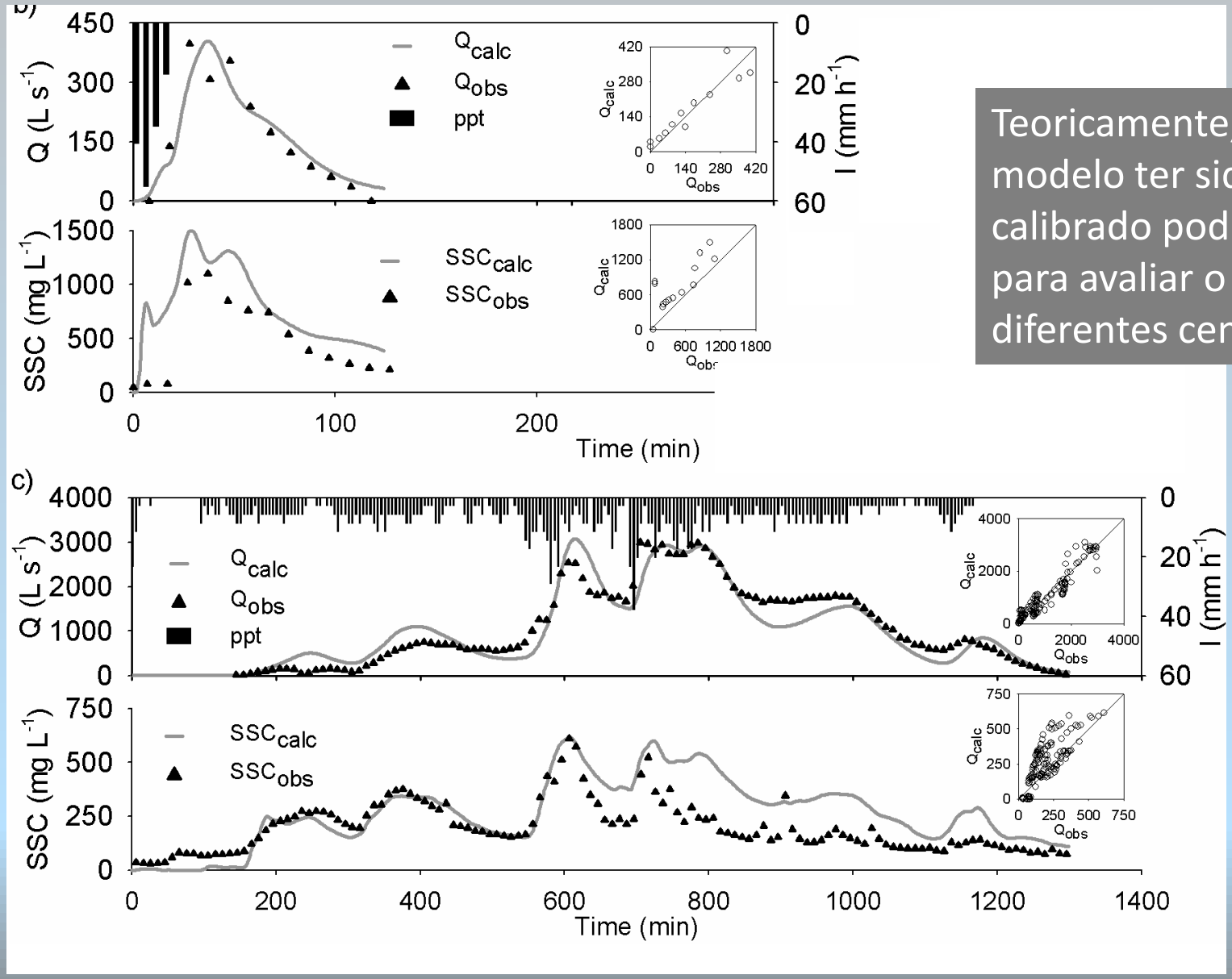
Deposição nas planícies fluviais

Deposição na rede de drenagem

Produção de Sedimentos

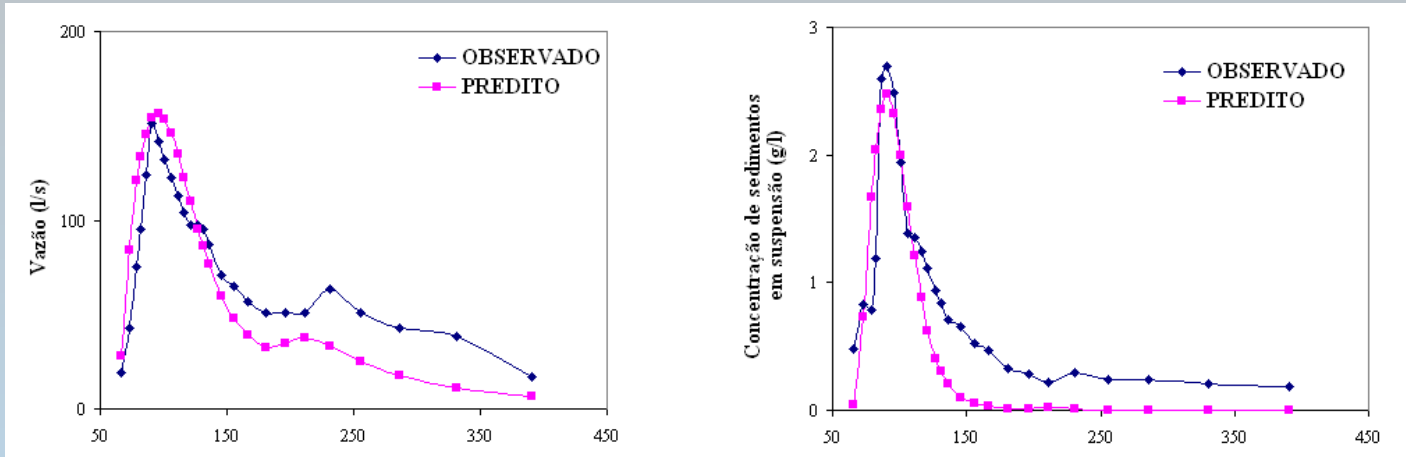
Minella et al. 2014

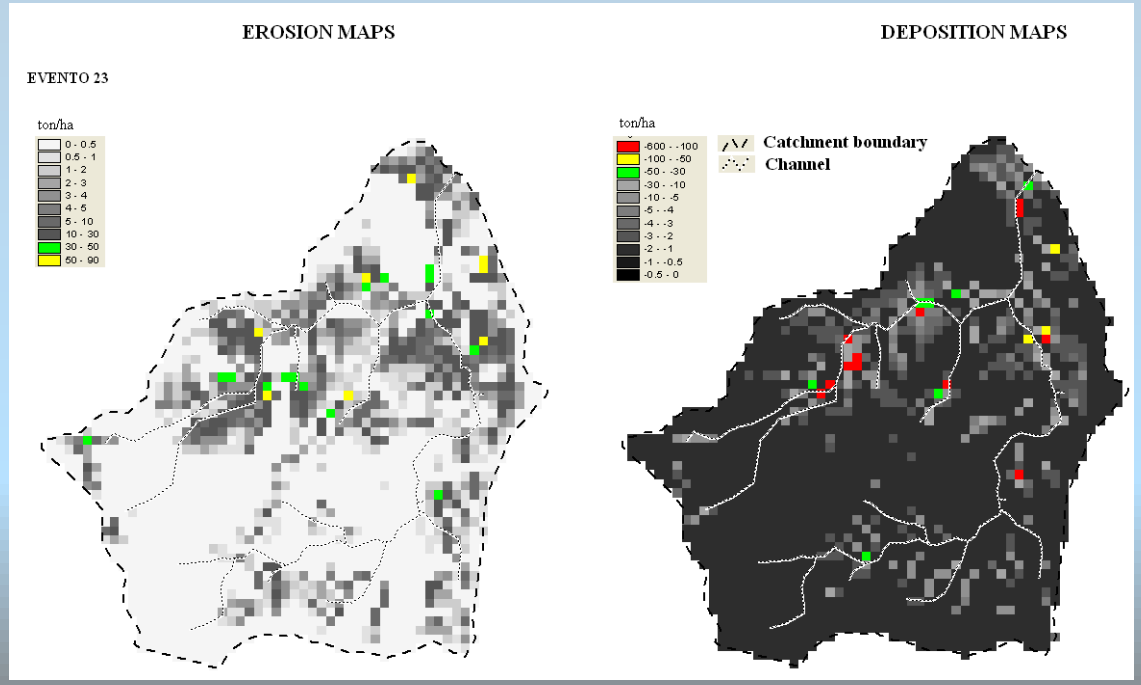
Calibração de modelo hidrológico e erosivo



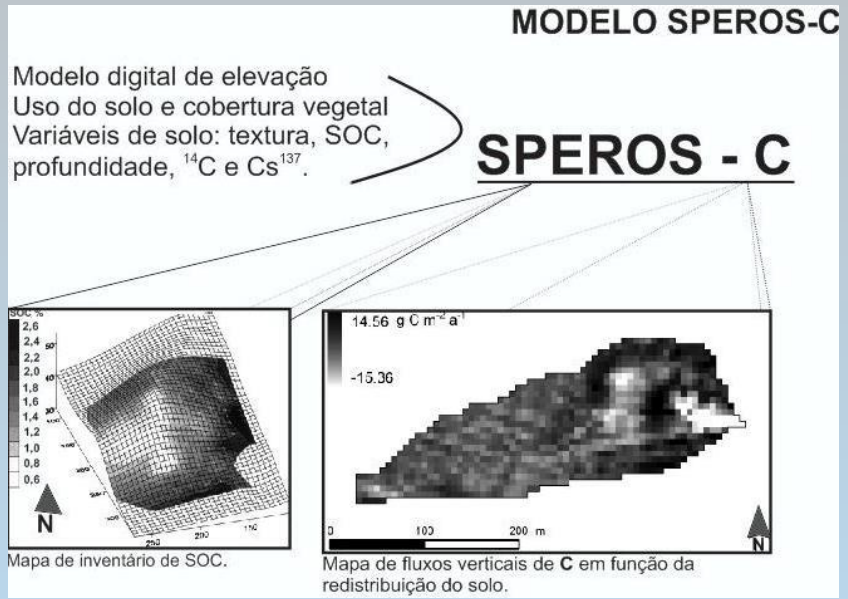
Teoricamente, após o modelo ter sido testado e calibrado podemos usá-los para avaliar o impacto de diferentes cenários

Simulação da vazão e da concentração de sedimentos em suspensão usando o modelo LISEM model



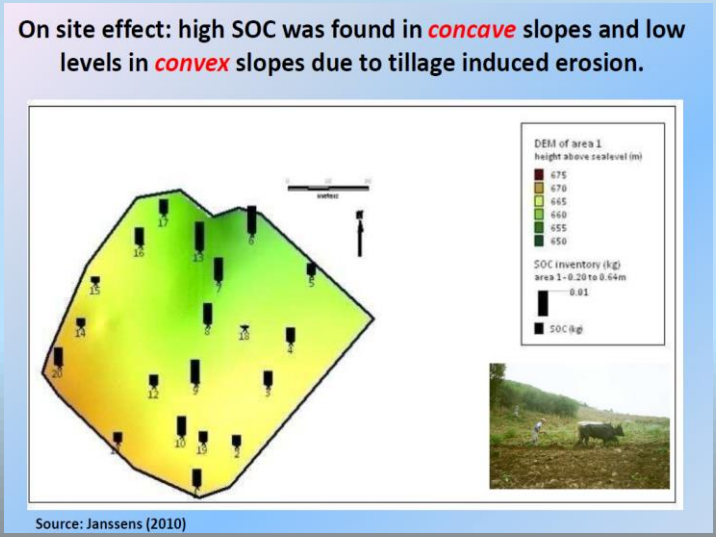


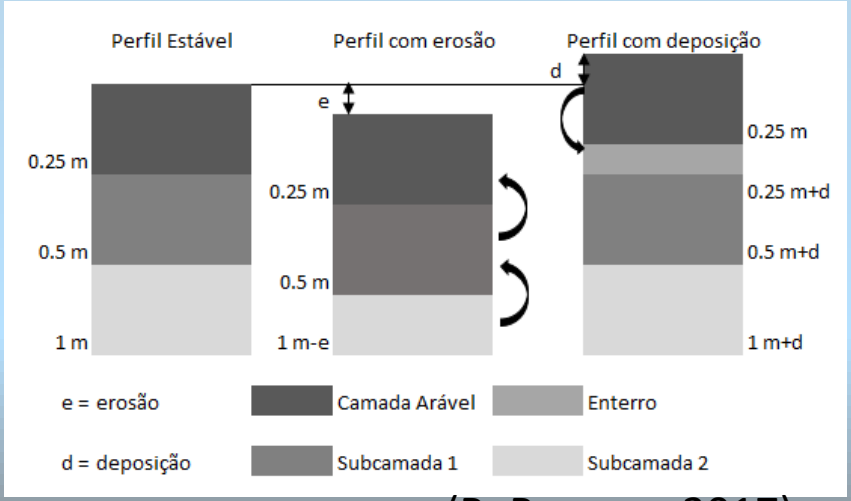
O padrão espacial dos processos erosivos na bacia permite compreender a dinâmica de outros elementos, p.ex. o C



Mapa de inventário de SOC.

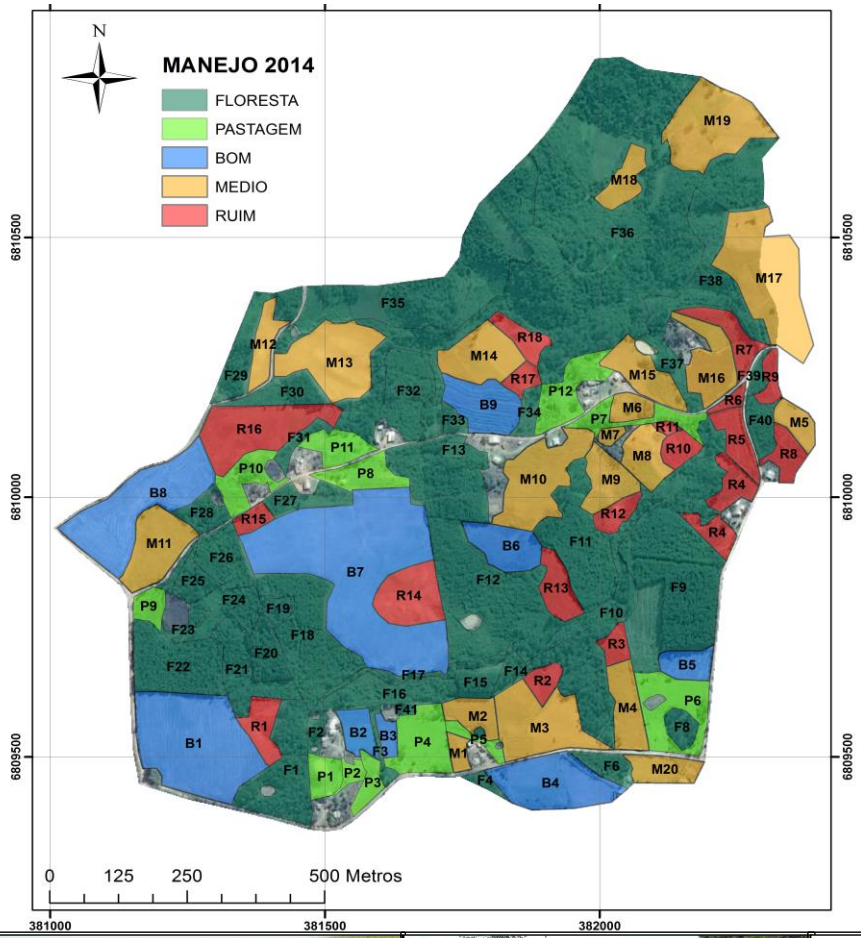
Mapa de fluxos verticais de **C** em função da redistribuição do solo.

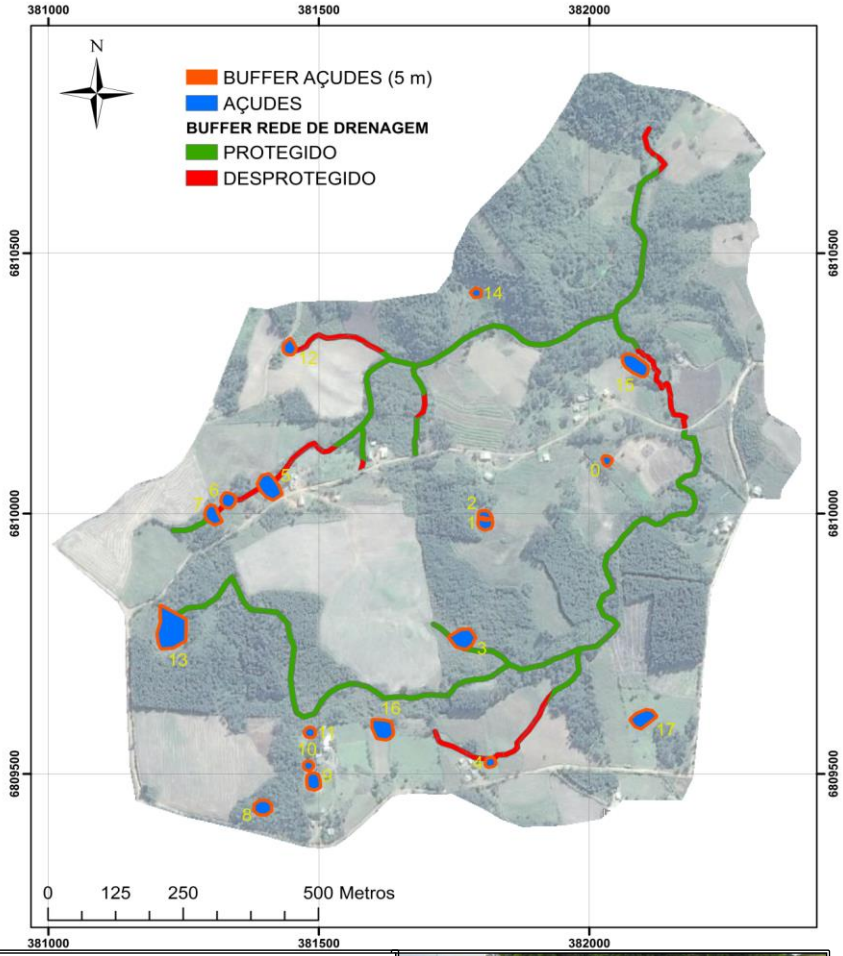




(R. Ramon., 2017)

Planejamento conservacionista





Estudo na Escala de Bacia Hidrográfica

Rio Conceição (800km^2)

Característica da produção de grãos do planalto Meridional

<u>Objetivo</u>: Compreender a influência da agricultura (PD) nos recursos hídricos

Durante a chuva

Na falta de chuva

Didoné (2013)
Kochem (2014)
Tiecher (2015)

Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo - UFSM

PPGCS

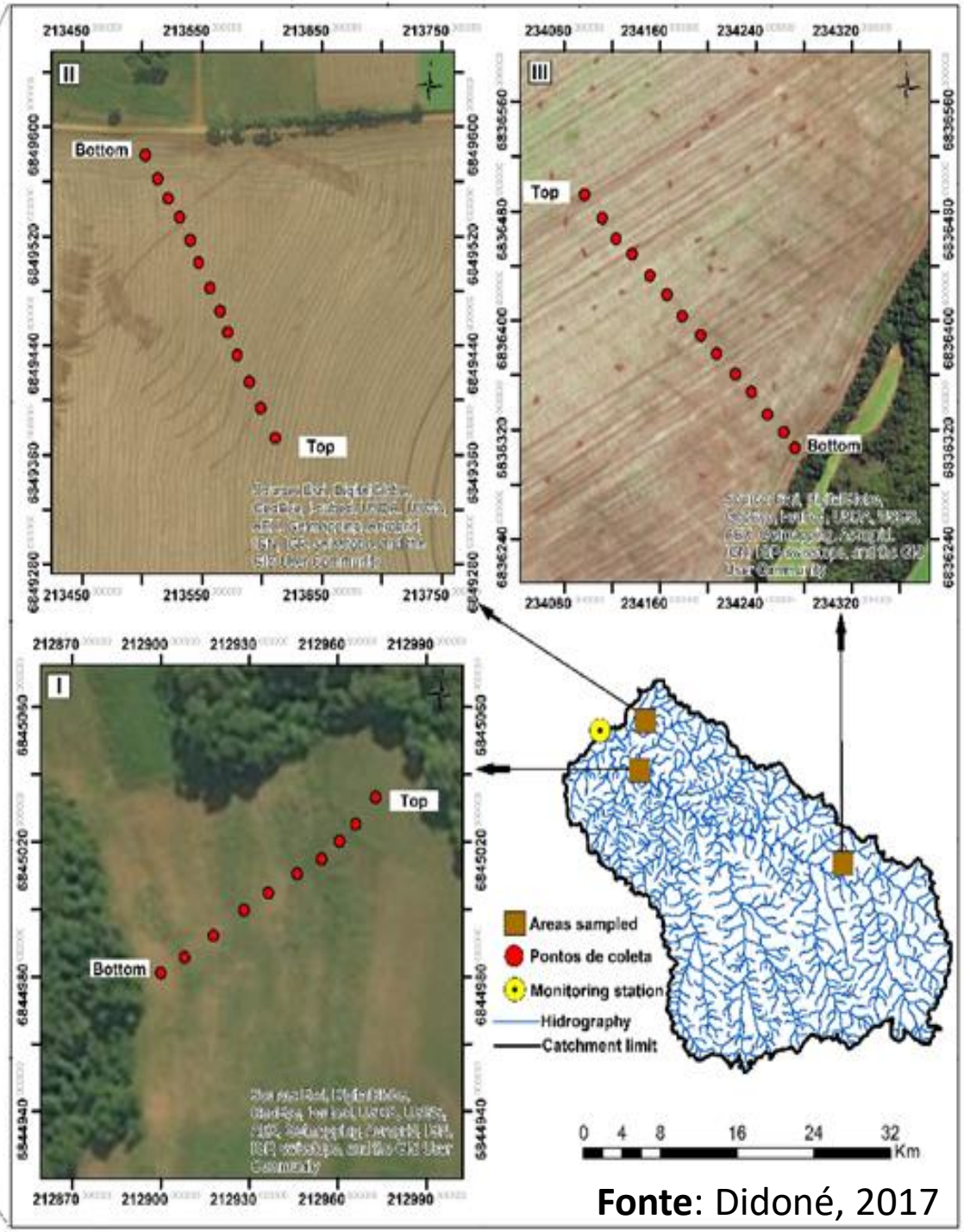
Dados monitorados na bacia do Rio Conceição

- **90% com plantio direto**
- **Latossolos, Nitossolos, Argissolos**
- **Relevo suave ondulado**

Ano	Precipitação	Vazão ($m^3 s^{-1}$)		Perda de solo
	(mm)	Máxima	Mínima	(t. km^{-2})
2011	2135	998	165	119
2012	1633	541	80	74
2013	1459	488	143	37
2014	2252	1443	187	154
2015	2470	1052	229	259

As repostas observadas no rio indicam que a atividade agrícola (nessa bacia) não é capaz de amortizar (atenuar) os efeitos negativos dos anos secos e dos anos muito úmidos.

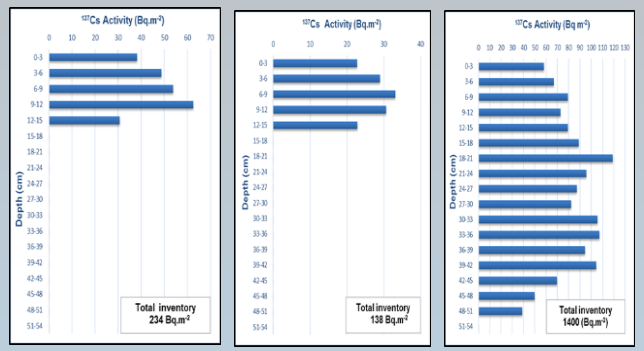
Qual foi a redução média anual da erosão nos últimos 60 anos do PD?



Fonte: Didoné, 2017

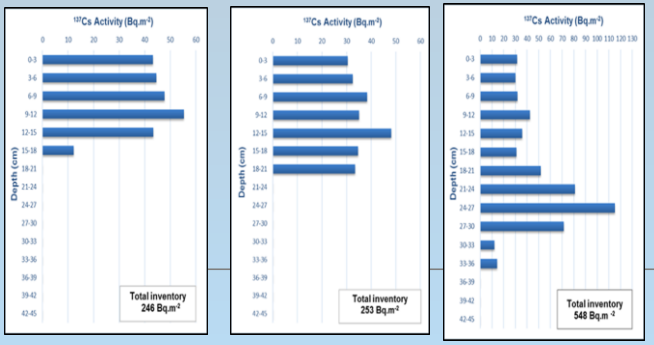
Técnica: Cs^{137} para determinação das taxas de erosão e de deposição

Cultivo convencional



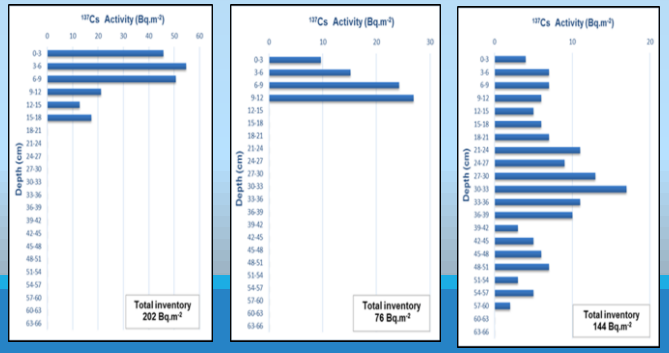
Erosão 3,4 $t.ha^{-1}$ ano^{-1} e depósito 10,8 $t.ha^{-1}$ ano^{-1}

Cultivo em plantio direto



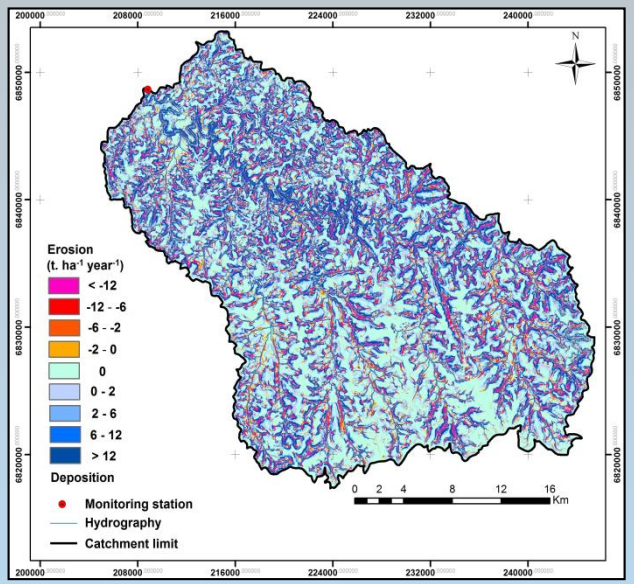
Erosão 1,4 $t.ha^{-1}$ ano^{-1} e depósito 2,2 $t.ha^{-1}$ ano^{-1}

Cultivo em SPD (Sistema Plantio Direto)

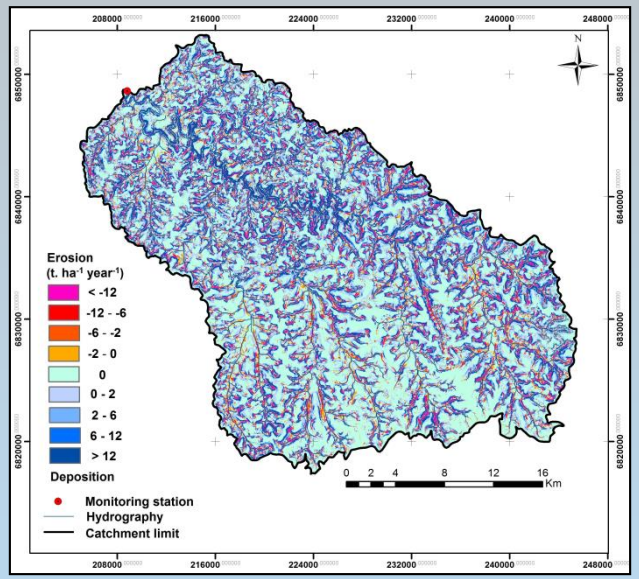


Erosão 4,3 $t.ha^{-1}$ ano^{-1} e erosão na base de 3,4 $t.ha^{-1}$

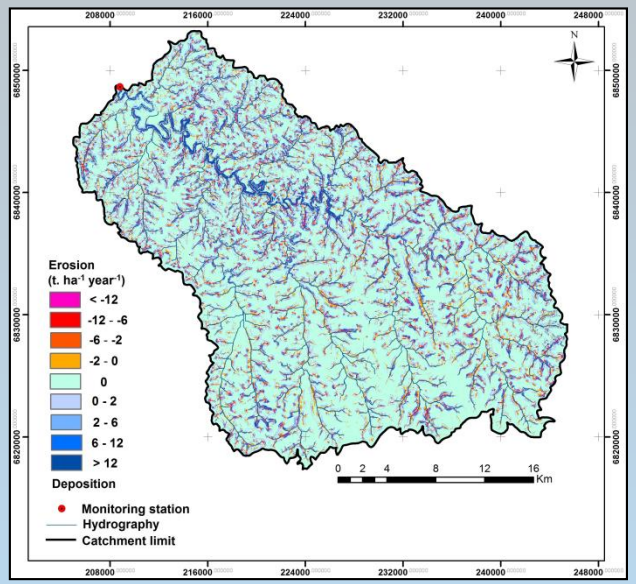
Modelagem de cenários conservacionistas



Atual



+ Plantio em nível



+ Controle do escoamento

Redução da erosão bruta

3,56 t. ha^{-1} ano^{-1} **2,98 t. ha^{-1} ano^{-1}** **0,82 t. ha^{-1} ano^{-1}**

Qual é a perda de solo, nutrientes, durante eventos de precipitação elevada?

Rio Conceição (800 km²)

Evento	Prec.	Prod. Sed.	P_{tot}	C_{tot}	N_{tot}
	mm	toneladas			
06-08 jul 2012	84	414	0,6	35	9
19-20 set 2012	125	4.316	11,0	246	39
02-04 out 2012	121	6.896	14,7	426	64
22-24 out 2012	47	859	2,1	52	6
22-26 ago 2013	124	723	1,7	49	8
20-22 set 2013	73	386	1,0	22	3
24-25 out 2013	122	160	0,3	7	1

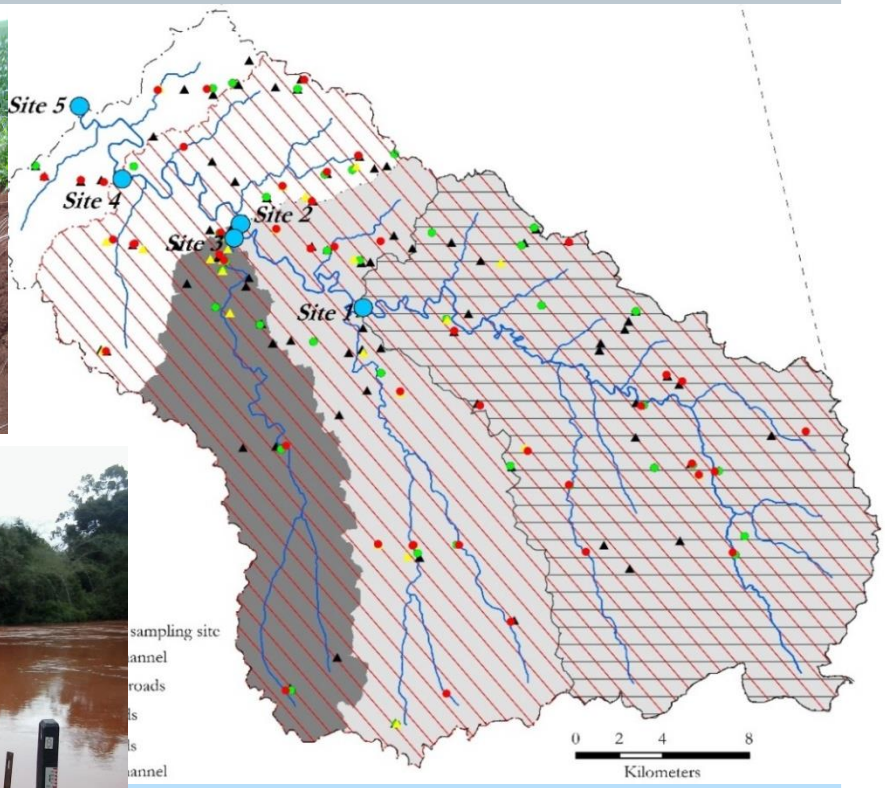
Impacto ao agricultor

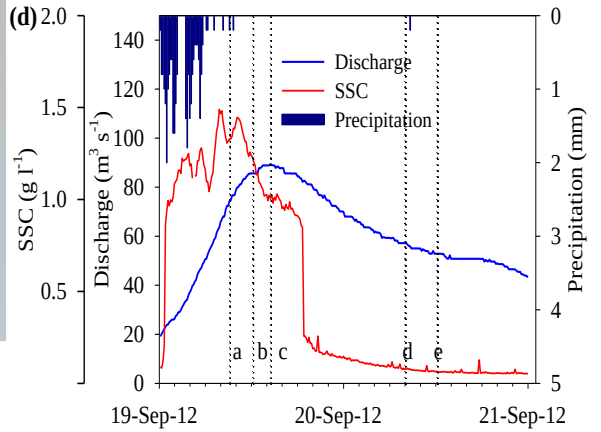
Impacto à sociedade (**~ 4x >**)

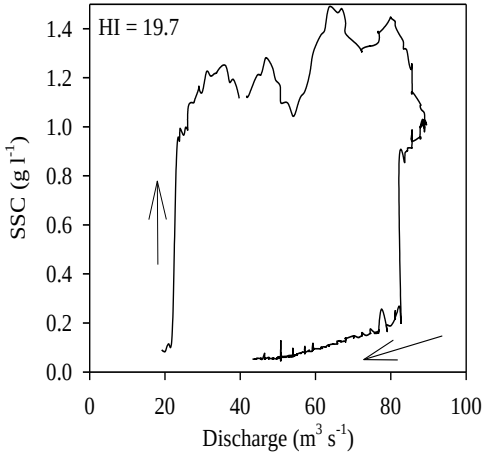
Kochen (2015)

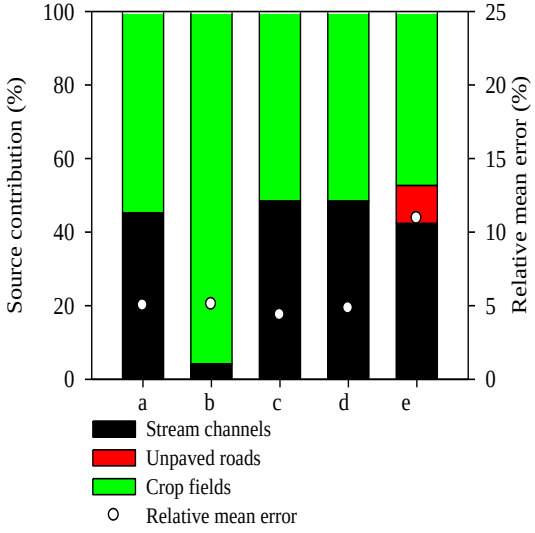
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo - UFSM PPGCS

Qual a origem dos sedimentos nos rios?





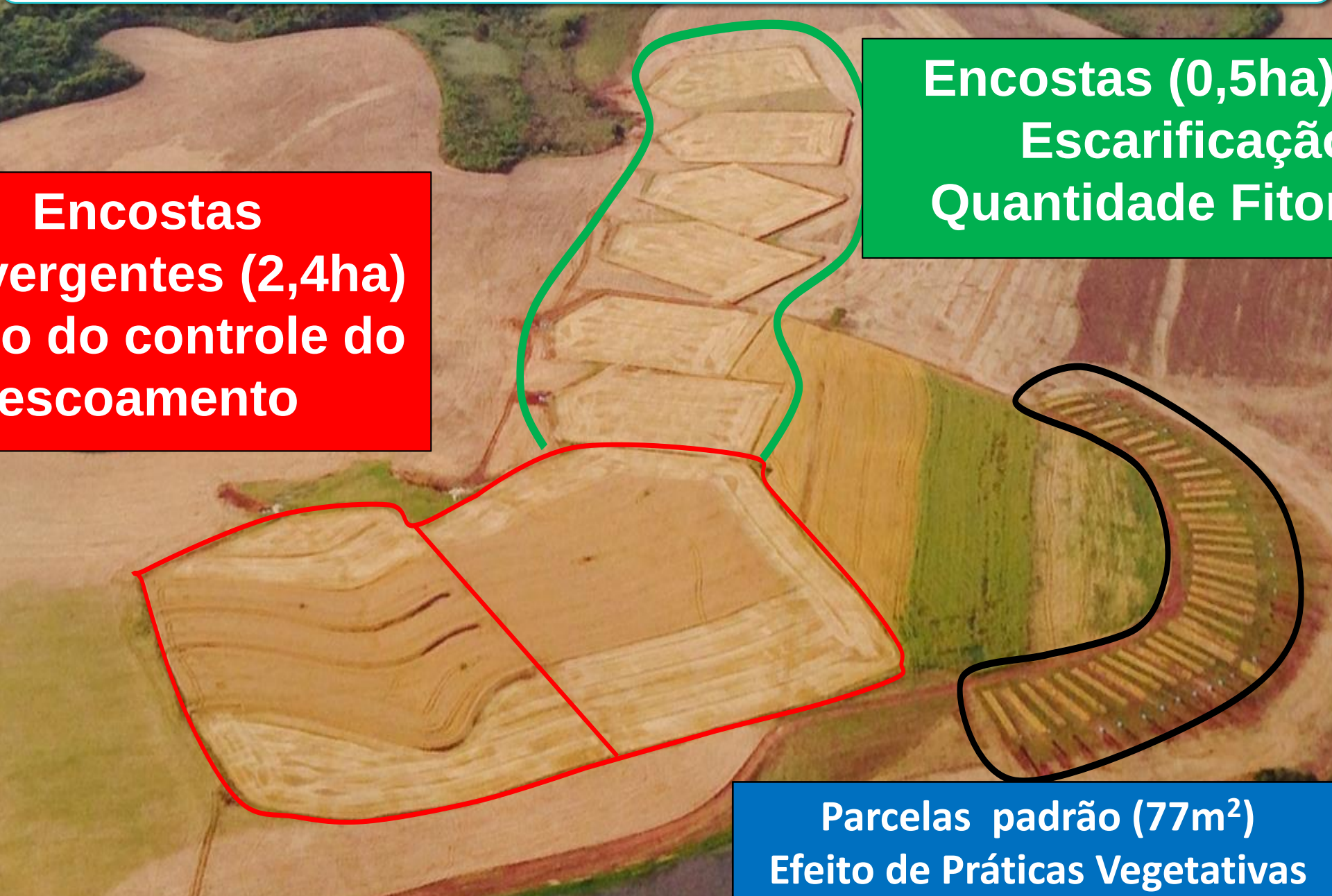




Tiecher (2015)

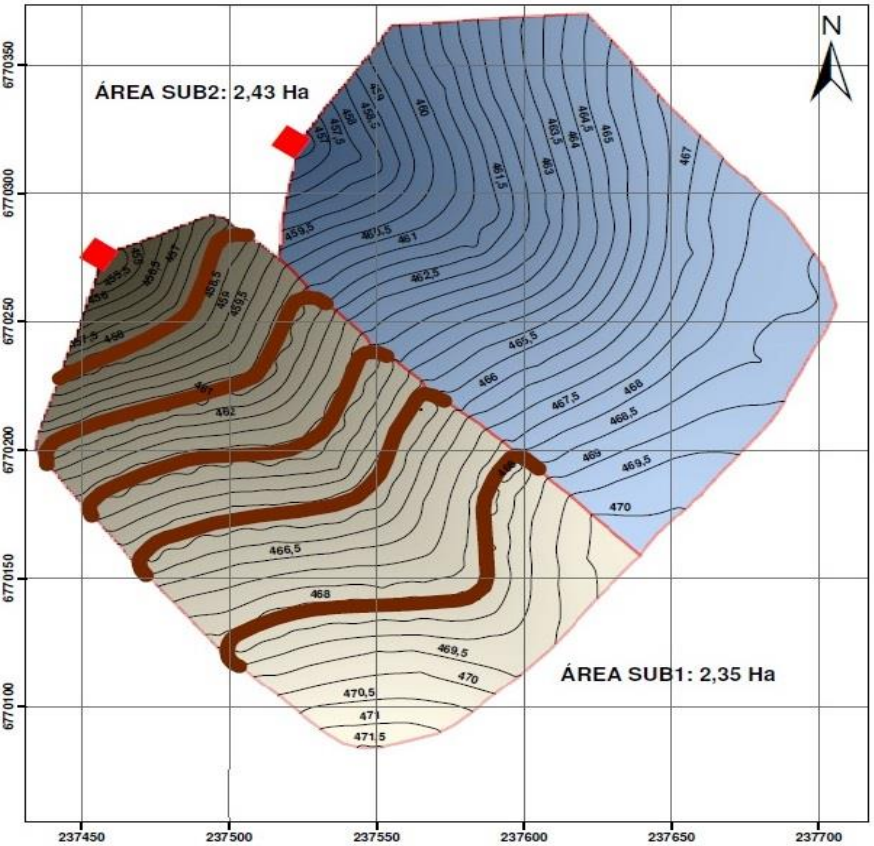
PPGCS

Monitoramento na escala de lavoura



Estudo na escala de lavoura

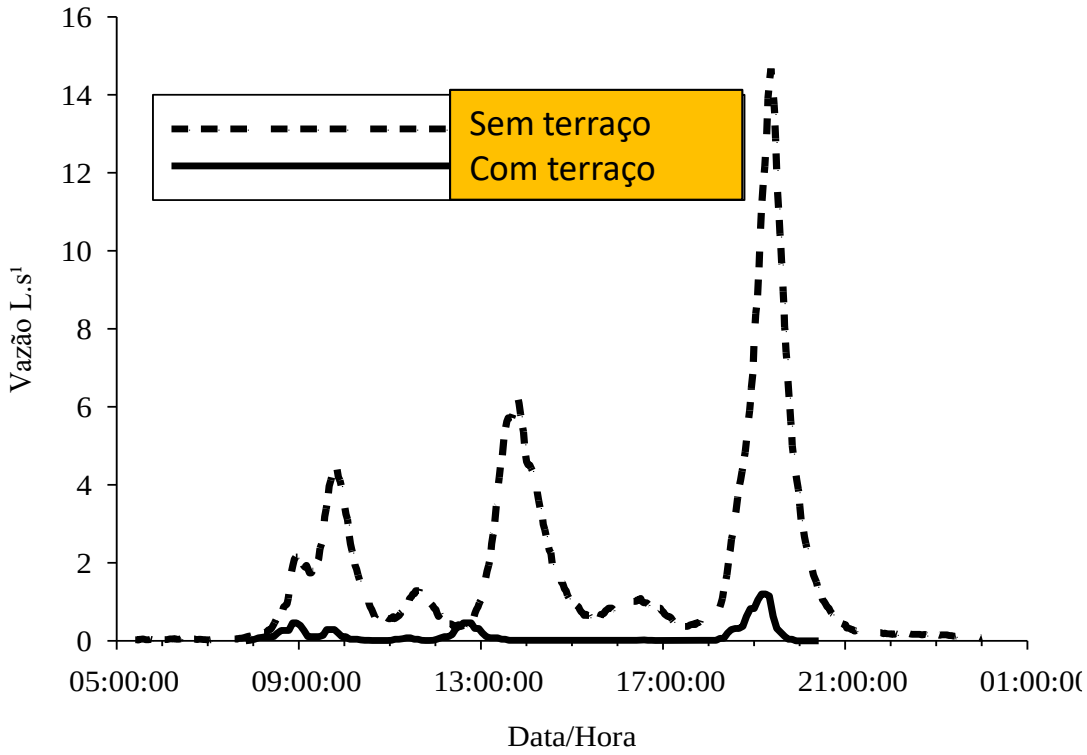
<u>Objetivo</u>: Compreender a influência da ausência de controle de escoamento superficial no plantio direto



Londero (2015, 2018)

PPGCS

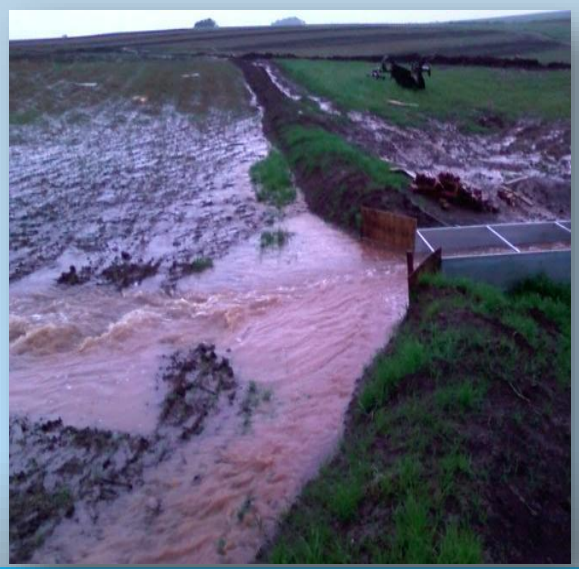
Evento de Setembro de 2014 - 45mm

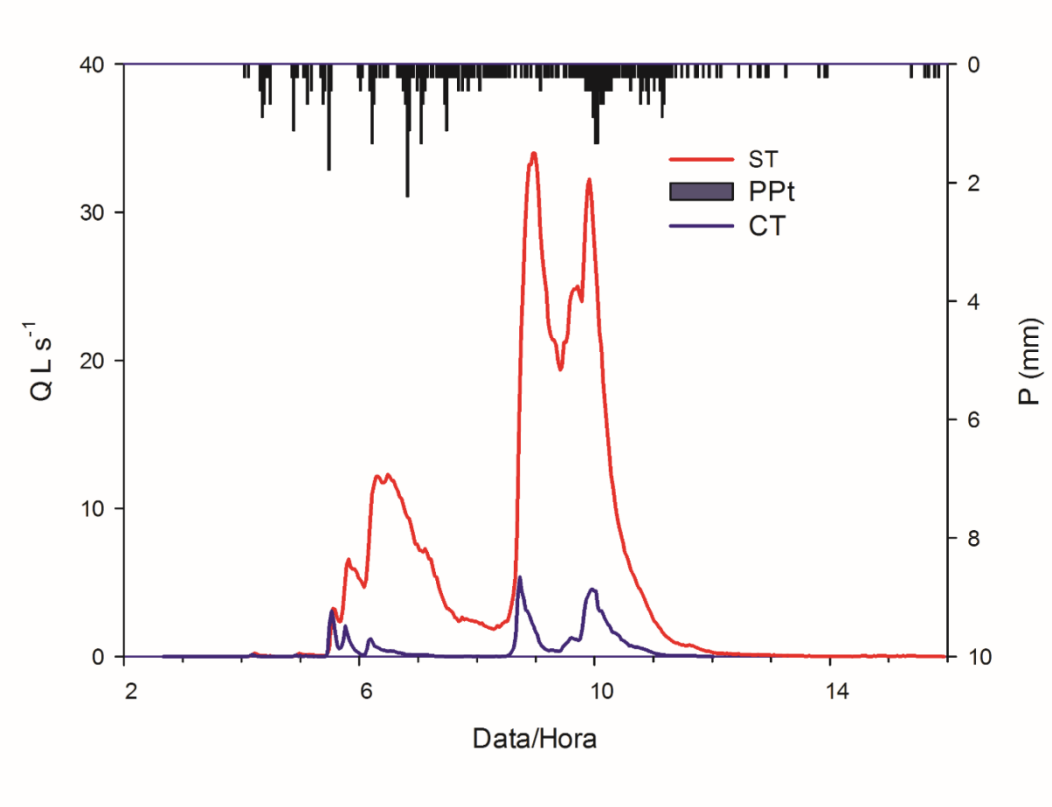


Bacias	Perda de água m³	Vazão máxima (l/s)	Coef. Esc. (%)
Sem Terraço	**97**	**14,6**	**9**
Com Terraço	**6**	**0,4**	**0,5**

Londero (2015)

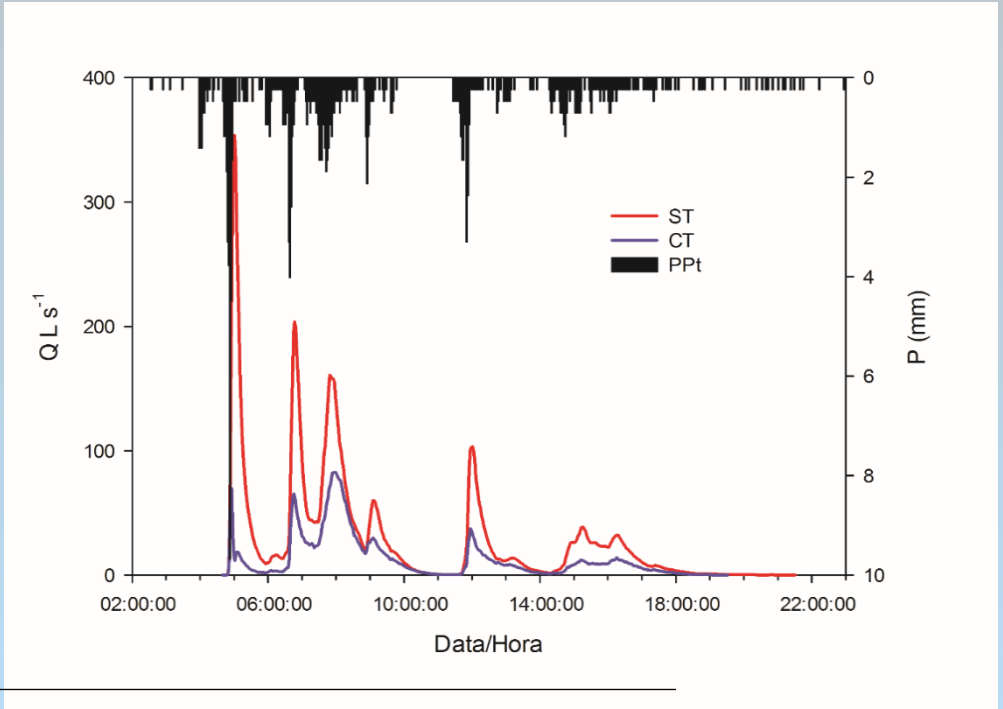
Evento 20/07/2015 – 65 mm





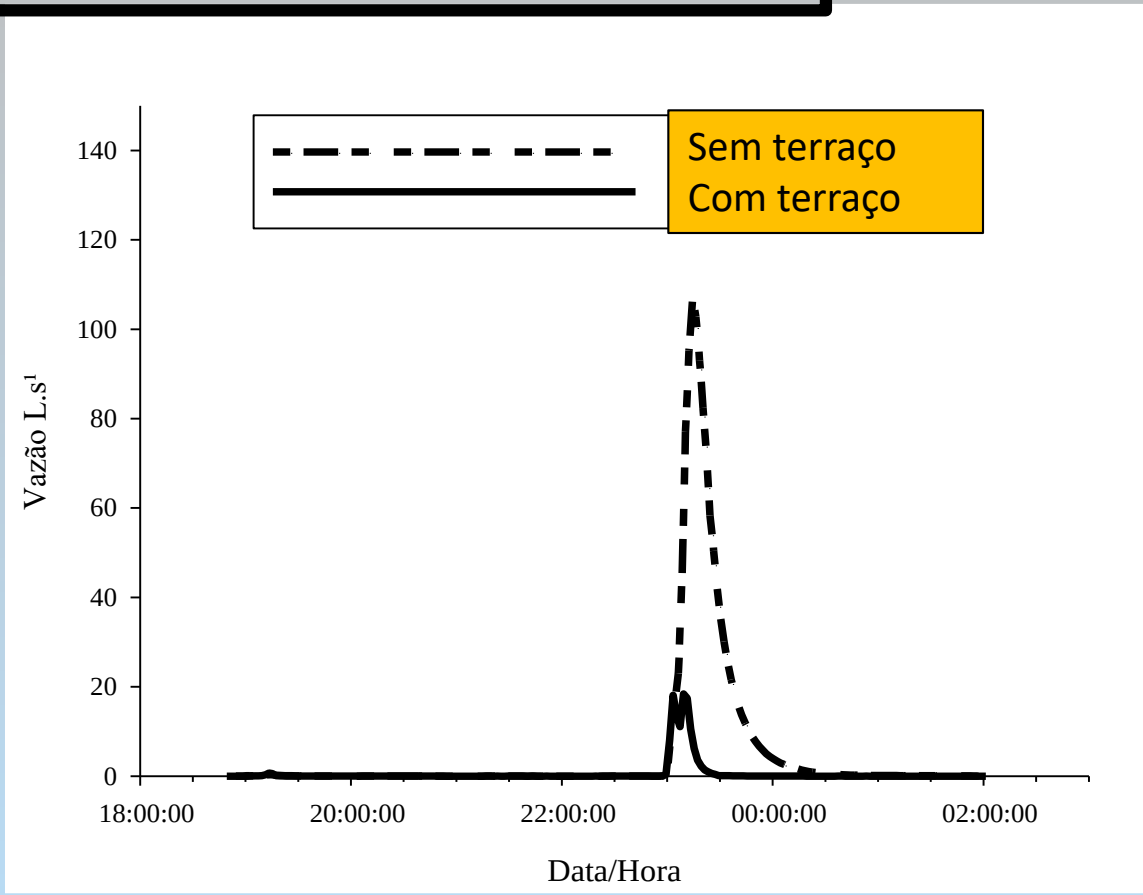
Bacias	VT (m^3)	% ES
ST	226,5	15
CT	18,5	1,2

Evento extremo 08/10/2015 – 165 mm



Bacias	VT (m³)	% ES
ST	1722	44
CT	686	18

Evento de Novembro de 2014 - 51mm

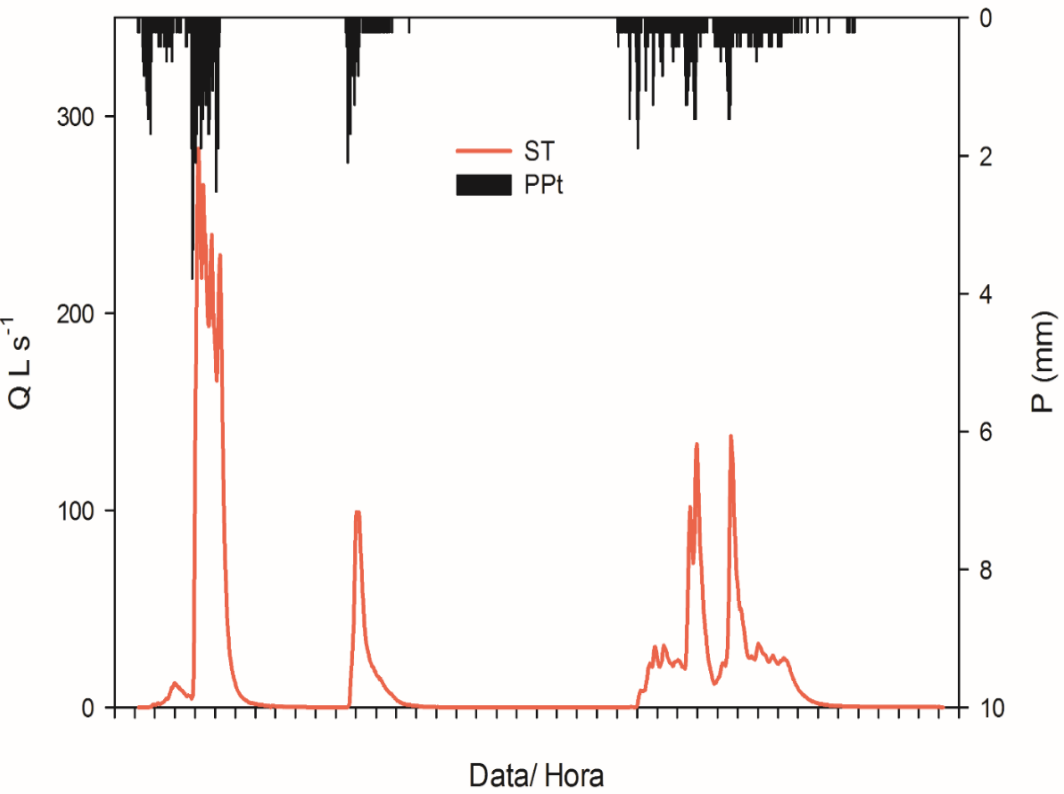


	Volume total	Vazão máxima	Coef. Esc.
	m³	(l/s)	(%)
Sem Terraço	**136**	**107**	**11**
Com Terraço	**14**	**18**	**1,1**

(Londero, 2015)

Evento de dezembro de 2015 - 188mm

Semeadura da Soja
Resíduo do trigo



Data	P(mm)	Perda de água (m³)	Prod Sed (kg)
23/12/2015	79	1245	458
23/12/2015	24	264	45
24/12/2015	85	1023,2	26
Total	188	2532	529

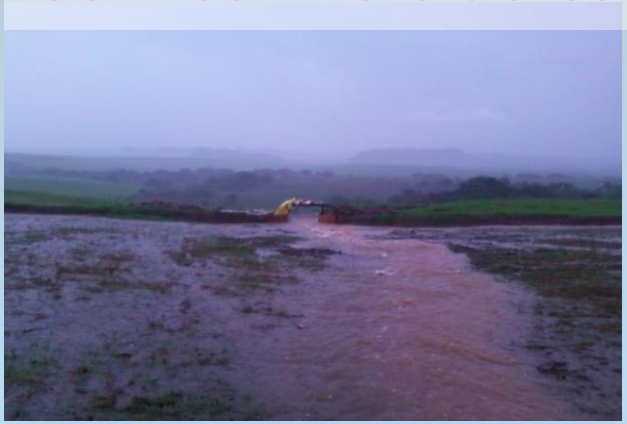
Resumo:

1 – As perdas de água sem práticas mecânicas são significativas;

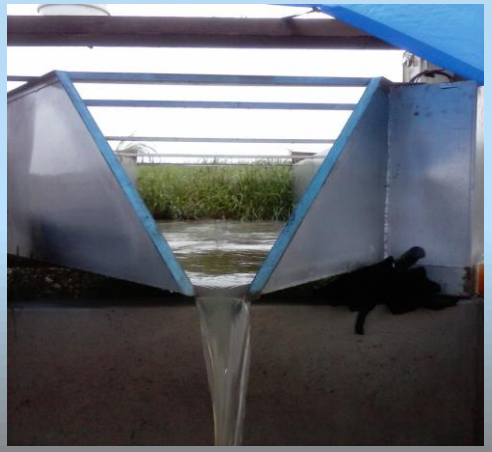
2 – As vazões máximas e a forma dos hidrogramas indicam elevada energia que pode ser convertida em erosão nos talvegues;

3 – O controle de escoamento reduziu as perdas de água em 90%

Sem controle do escoamento



Com controle do escoamento

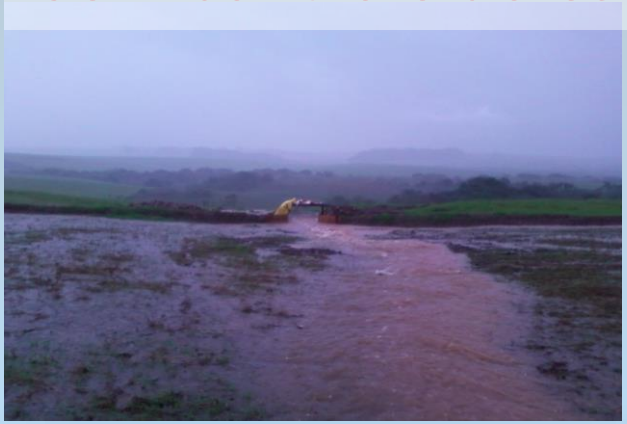


Resumo:

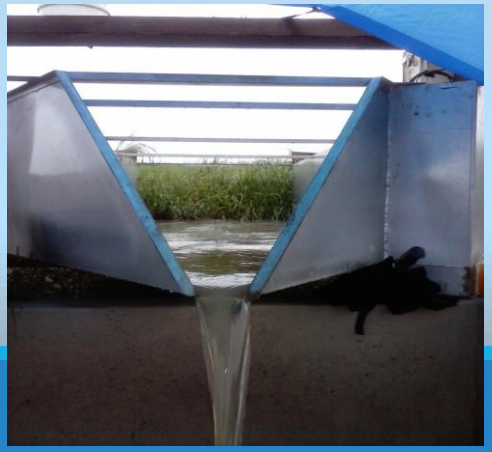
4 – Redistribuição da água (água disponível) na encosta

5 – Aumento na produtividade

Sem controle do escoamento



Com controle do escoamento



Estudo na escala de lavoura
Rampa retilínea com comprimento de 70m

<u>Objetivo</u>: Compreender a influência da adição de <u>fitomassa</u> e da <u>escarificação</u> no controle do escoamento superficial.

KNA Aviation & Nativa

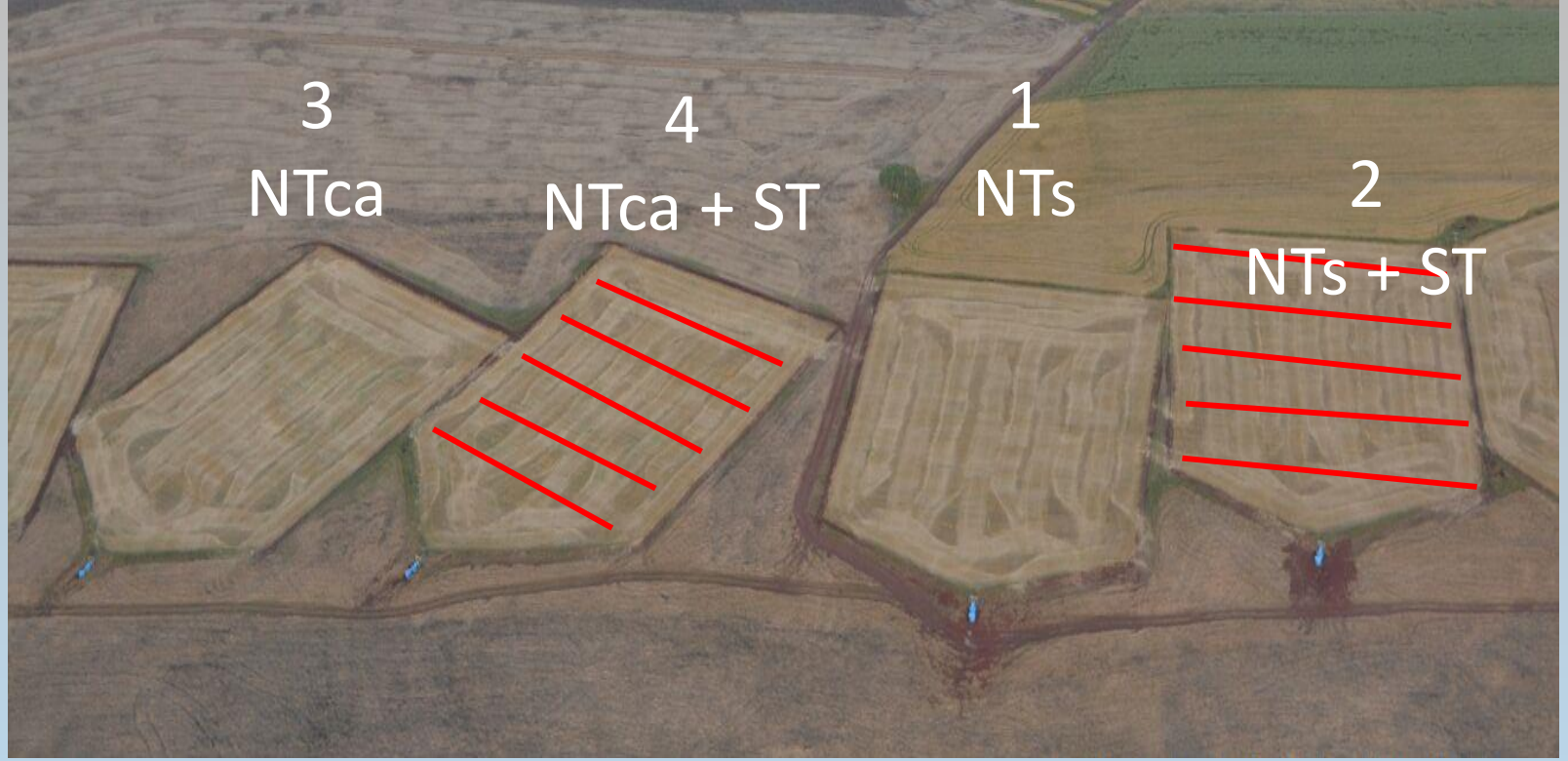
D. Deuschle (2016)
F. Schneider (2017)

Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo - UFSM

PPGCS

Evento dia 08/10/2015

Evento dia 23 e 24/12/2015

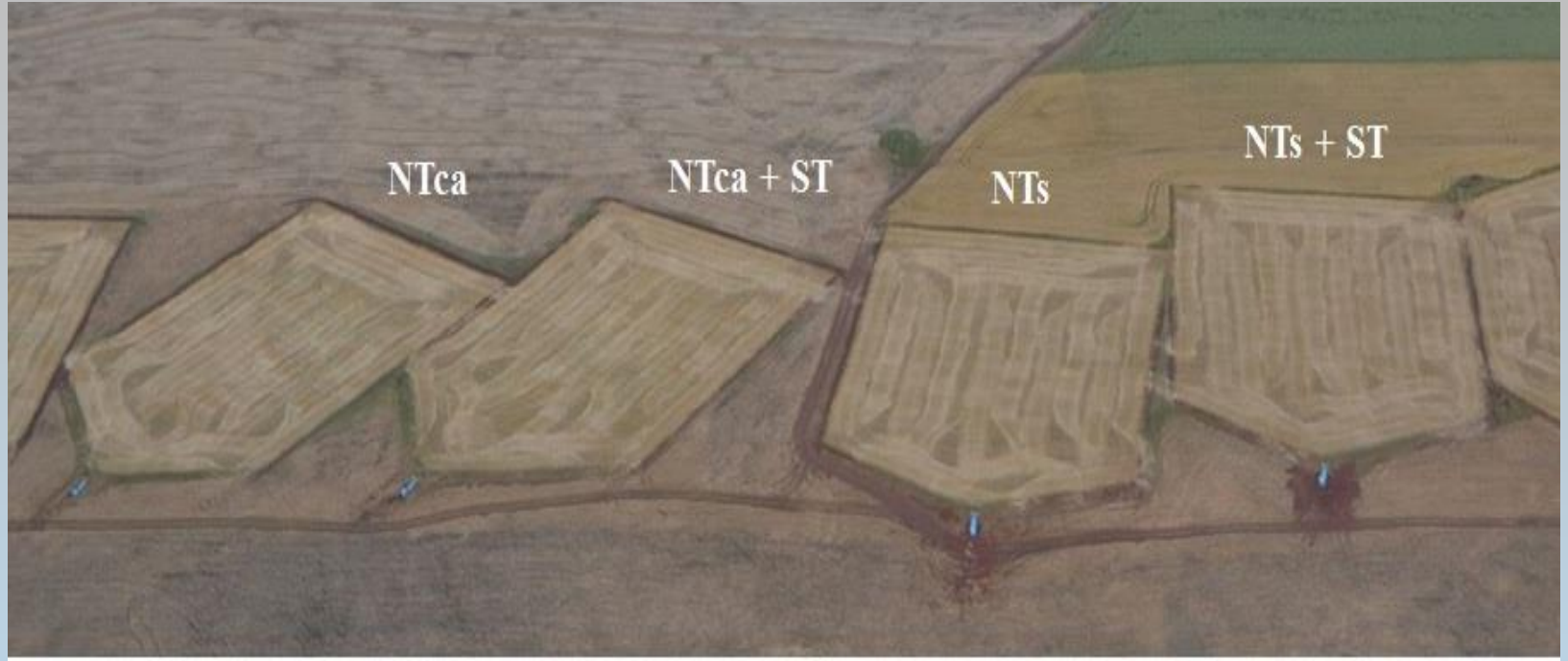


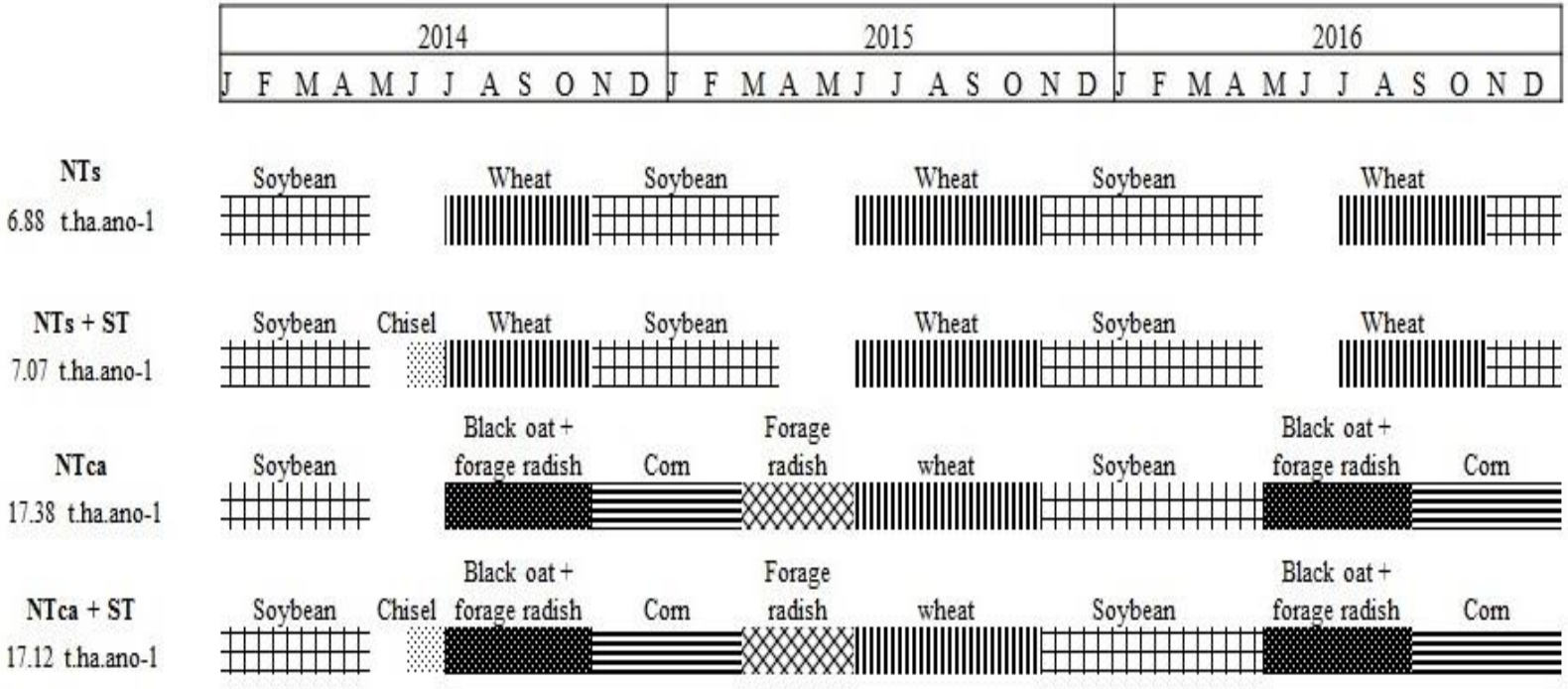
1 - NTs = Plantio Direto simplificado

2 - NTs + ST = Plantio Direto simplificado + Escarificação

3 - NTca = Plantio Direto seguindo as premissas da Agricultura Conservacionista

4 - NTca + ST = Plantio Direto seguindo as premissas da Agricultura Conservacionista + Escarificação

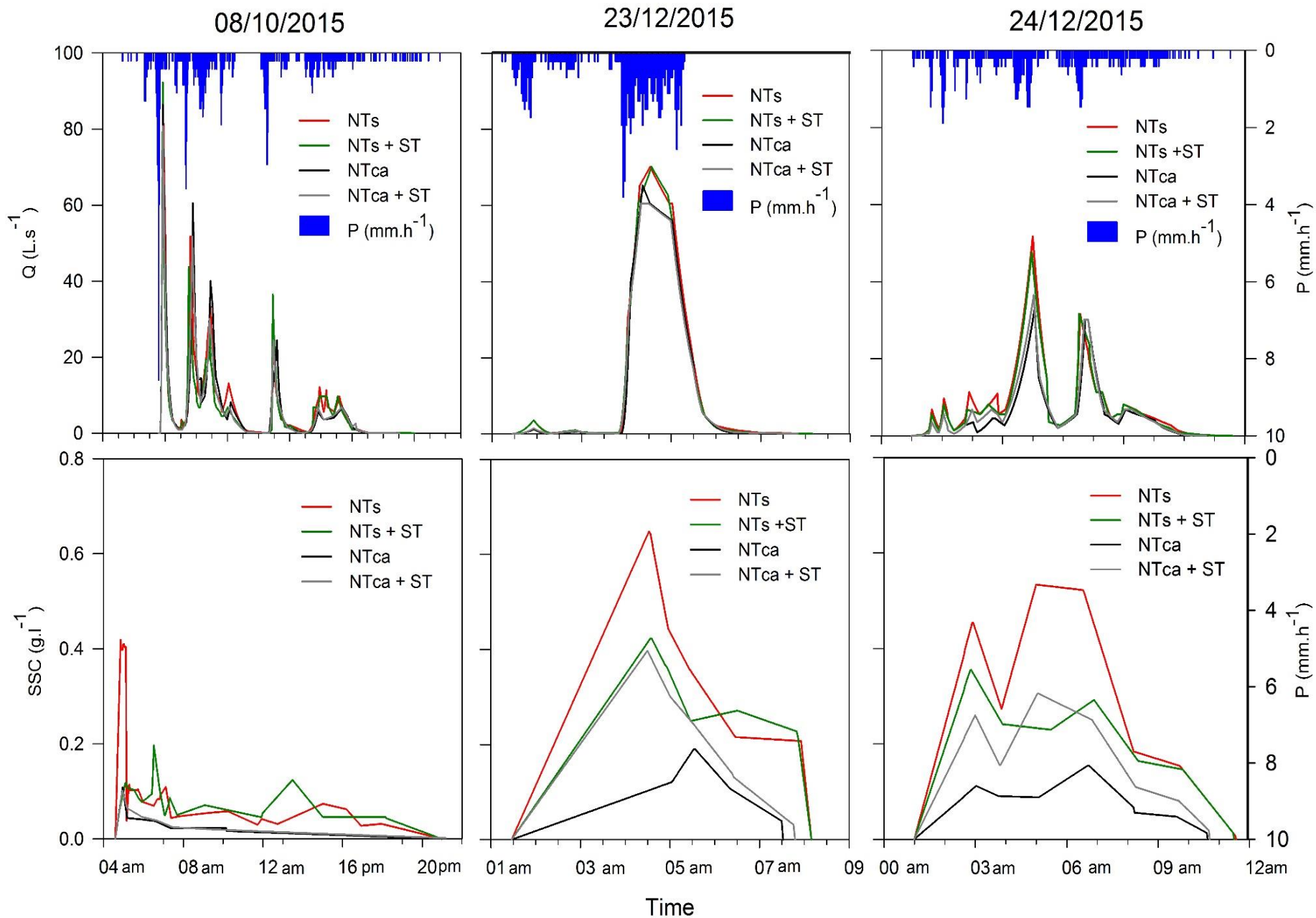

NTca
NTca + ST
NTs
NTs + ST


2014
2015
2016
J F M A M J J A S O N D
NTs
6.88 t.ha.ano-1
Soybean
Wheat
Soybean
Wheat
Soybean
Wheat
NTs + ST
7.07 t.ha.ano-1
Soybean
Chisel
Wheat
Soybean
Wheat
Soybean
Wheat
NTca
17.38 t.ha.ano-1
Soybean
Black oat + forage radish
Corn
Forage radish
wheat
Soybean
Black oat + forage radish
Corn
NTca + ST
17.12 t.ha.ano-1
Soybean
Chisel
Black oat + forage radish
Corn
Forage radish
wheat
Soybean
Black oat + forage radish
Corn

Total das perdas nos eventos monitorados

Tratamentos	Escoamento mm	Solo kg/ha
NTs	181	659
NTs +ST	160	388
NTca	149	115
NTca + ST	148	271

Precipitação total 550 mm



Precipitação: 08/10/2015 = 165 mm 23/12/2015 = 90 mm 24/12/2015 = 85 mm

Finalizando:

Princípios conservacionistas

1. Proteger o solo do impacto das gotas da chuva;
2. Aumentar o conteúdo de matéria orgânica do solo;
3. Maximizar a taxa de infiltração de água no solo;
4. Controlar o volume e a velocidade do escoamento superficial.

Muito obrigado

RPCS/SBSA

V Reunião Paranaense de Ciência do Solo

II Simpósio Brasileiro de Solos Arenosos

jminella@gmail.com