



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

TEMPO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA PLANTIO DIRETO E PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DE UM LATOSSOLO ARGILOSO TRAFEGADO

Vanderleia Trevisan da Rosa⁽¹⁾; David Peres da Rosa⁽²⁾; José Miguel Reichert⁽³⁾

⁽¹⁾ Professora Titular; Curso de Agronomia; Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai - IDEAU, Rua Jacob Gremmelmaier, 215 Bairro Centro Getúlio Vargas - RS - CEP: 99.900-000 vandetrevisan@gmail.com; ⁽²⁾ Professor de ensino básico, técnico e tecnológico; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão, Rodovia RS 135, Km 25 | Distrito Eng. Luiz Englert | CEP: 99170-000 | Sertão/RS, david.darosa@sertao.ifrs.edu.br; ⁽³⁾ Professor titular; departamento de Solos/CCR; Universidade Federal de Santa Maria; Av. Roraima nº 1000, cidade universitário-bairro Camobi, Santa Maria-RS 97105-900

Resumo – O uso do sistema plantio direto no Brasil está amplamente difundido como o sistema que preserva o solo promovendo melhorias no mesmo com o tempo de uso do sistema. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do sistema de plantio direto ao longo do tempo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho, analisando se o uso contínuo desse sistema de manejo gera melhorias a estrutura física do solo. Os tempos de implantação do sistema plantio direto usados foram: SC – sistema convencional; SD1,5 – sistema plantio direto há 1,5 anos; SD3,5 – sistema plantio direto há 3,5 anos; SD5 – sistema plantio direto há 5 anos e SD14 – sistema plantio direto há 14 anos. Os níveis de tráfego são sem e com tráfego, sendo que o sistema plantio direto há 14 anos tem o tráfego controlado desde 2001. Foram avaliadas: porosidade, condutividade hidráulica em solo saturado, densidade do solo e carbono orgânico. Com o aumento do tempo de implantação do sistema plantio direto ocorreu aumento da microporosidade e do teor de carbono orgânico, na camada 0,0 – 0,06 m.

Palavras-Chave: Condutividade hidráulica; matéria orgânica; porosidade.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto tornou-se o sistema de manejo mais difundido no Brasil, cada vez mais as pesquisas vêm buscando expandir esse sistema para culturas que ainda empregam o revolvimento intensivo do solo. No ano de 2009, havia mais de 32 milhões de hectares do território nacional manejados com este sistema (Cultivar, 2009). Porém, nos dias atuais, as dúvidas que surgem dizem a respeito à compactação do solo, se ela existe ou não, e se o sistema está melhorando as propriedades físicas do solo.

Várias pesquisas apontam para efeitos nocivos da compactação em solos sob sistema plantio direto. Klein e Boller (1995) encontraram na camada superficial (0,0 -0,05 m) de um Latossolo Vermelho escuro, densidade maior no sistema plantio direto do que no preparo convencional. Em Latossolo Vermelho com sistema plantio direto contínuo e descontínuo no Estado de Goiás, Silveira et al. (2008) analisando comportamento da densidade e da porosidade ao longo do tempo,

encontraram na camada 0,0-0,1 m, maiores valores de densidade no tratamento sistema plantio direto contínuo há 14 anos ($D_s=1,39 \text{ Mg.m}^{-3}$), já o solo que passou pela aração a cada três anos apresentou $1,36 \text{ Mg.m}^{-3}$, contra $1,33 \text{ Mg m}^{-3}$ do solo arado a cada dois anos e $1,30 \text{ Mg m}^{-3}$ do solo que sofreu aração anual, os pesquisadores atribuíram este comportamento ao efeito do tráfego acumulado.

Após 6 anos de cultivo com sistema plantio direto Silva et al., (2008), não observaram melhorias na qualidade física de um Latossolo, expressa pela condutividade hidráulica do solo saturado, macroporosidade e conteúdo de matéria orgânica, tendo efeitos da compactação manifestos pela redução da porosidade de aeração, que afeta a disponibilidade de água, sendo que tal efeito foi atribuído ao tráfego (Tormena e Sá, 1998).

No Brasil poucas pesquisas se detiveram na quantificação e/ou qualificação do efeito ao longo do tempo do uso do sistema plantio direto, desde que seja empregado com os pressupostos básicos de sua condução.

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do sistema de plantio direto ao longo do tempo nas propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho, analisando se o uso contínuo desse sistema de manejo gera melhorias a estrutura do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado utilizando-se amostras de solo coletadas no dia 15 de dezembro de 2006, em área experimental da EMBRAPA Trigo, no município de Coxilha, próximo à cidade de Passo Fundo ($28^{\circ}10'00''\text{S}$, $52^{\circ}22'00''\text{O}$, altitude aproximada de 686m). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006).

O experimento foi implantado em maio de 2001, tendo o tráfego controlado, ou seja, o maquinário utilizado para as tarefas agrícolas percorria sempre o mesmo trajeto, assim, as parcelas possuíam regiões com tráfego e regiões sem tráfego, conforme pode ser visualizar na Figura 1.

A determinação do teor de carbono orgânico (Co) foi realizada utilizando o método de combustão de Walkley-Black, descrito por Tedesco et al. (1995), a análise granulométrica seguiu o método da pipeta (EMBRAPA, 1997).

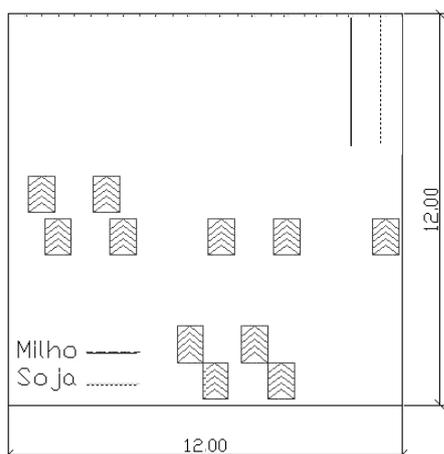


Figura 1. Regiões de tráfego das máquinas e linha de semeadura.

Para as determinações de condutividade hidráulica em solo saturado, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo foram utilizadas as mesmas amostras de solo coletadas em cilindros de 5,8 cm de diâmetro e 3,0 cm de altura. O método utilizado foi o da mesa de tensão segundo EMBRAPA (1997).

A análise estatística foi feita pelo teste F e comparação de médias pelo teste de Tukey com 5% de significância através do programa computacional ESTAT (1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observarmos os diferentes tempos de adoção do sistema plantio direto, percebe-se que na camada superficial o sistema convencional (SC) o qual apresenta revolvimento do solo recente, apresenta a maior condutividade hidráulica do solo saturado (K_{θ}), o que pode ser explicado pelo fato de que com a mobilização do solo, inicialmente, há aumento da porosidade total com predominância de macroporos (Tabela 1) o que facilita a infiltração e redistribuição de água no solo, essa constatação é concordante a Silva et al. (2005b). No solo sob plantio direto, ocorreu um decréscimo acentuado da K_{θ} .

O tráfego de máquinas afetou a densidade do solo e o teor de carbono orgânico na camada superficial, sendo que as áreas sob tráfego apresentaram maior densidade e menor teor de carbono orgânico enquanto que a interação manejo x tráfego foi significativa apenas sobre o teor de carbono orgânico. O solo sob SD5 apresentou o maior teor de carbono com relação aos demais tempos.

Na camada intermediária, de 0,07 - 0,14 m, (Tabela 1) também pode ser observado maior valor de condutividade hidráulica em solo saturado no sistema SC, contudo, o mesmo não diferiu dos sistemas em uso há um ano e meio (SD1,5) e há quatorze anos (SD14), demonstrando que o efeito do revolvimento do solo no SC, perdura por 1,5 anos.

Os valores da K_{θ} diminuíram progressivamente até os 5 anos de adoção do sistema e depois aumenta, demonstrando ação da agregação física em função do elevado tempo sem revolvimento.

Nessa camada observa-se ainda, que o manejo apresentou diferenças significativas em todos os parâmetros observados. O sistema SC apresentou os maiores Pt, Ma e K_{θ} e a menor Ds em comparação aos sistemas SD3,5 e SD5.5. Com o aumento do tempo de implantação do sistema a Ds vai aumentando até atingir a estabilidade por volta dos 4 a 5 anos, porém 14 anos após a implantação do sistema, a mesma decresce, apontando para uma melhoria nessa condição devido principalmente a descompactação biológica do solo, ou seja, ação do sistema radicular das culturas. O uso contínuo do sistema plantio direto gerou redução da densidade do solo, sendo que a origem desse benefício deve estar relacionado à melhoria da agregação, maior teor de carbono orgânico e maior continuidade e estabilidade de poros, como ressaltado por Stone et al. (2002) e Oliveira et al. (2004).

Até os 0,14m de solo percebe-se um decréscimo do teor de carbono orgânico (Co) com o passar do tempo, e posterior aumento, sendo que na primeira camada esse aumento começa no 5º ano, já na segunda camada ocorre com mais de 5 anos de adoção do sistema. Isso é devido principalmente ao grande aporte de resíduos favorecendo o acúmulo de Co fato também constatado por Lal (2004) e Costa et al. (2008), onde no sistema plantio direto manejado com a rotação de culturas de alta adição de resíduos vegetais ricos em C e N resultou num balanço positivo de C no solo. O teor elevado de Co no SC pode ser explicado pelo fato de que anteriormente a área estava sob sistema plantio direto há 14 anos, como o revolvimento ocorreu a cerca de 2 meses os restos culturais deixados em superfície ainda não foram mineralizados.

O efeito do revolvimento do solo também foi observado na camada de 0,15 – 0,22 m onde o SC apresentou a maior K_{θ} enquanto o SD14 apresentou os menores valores. O teor de carbono não foi afetado pelo tempo de implantação do sistema nesta camada.

Comparando os sistemas sem e com tráfego dentro de um mesmo sistema de manejo os sistemas SD1,5, SD3,5 e SD5 apresentaram maior teor de carbono orgânico nas áreas sem tráfego com relação às áreas trafegadas.

Na tabela 2 estão as propriedades físicas da interação existente entre o manejo e o tráfego. Esta interação foi significativa na porosidade total, macroporosidade e carbono orgânico sendo que os tratamentos sem tráfego apresentaram os maiores valores. Comparando-se os diferentes sistemas, a porosidade total no SC apresentou os valores maiores. Comparando-se áreas sem e com tráfego os sistemas SC, SD1,5 e SD5 apresentaram maior Pt nas áreas sem tráfego. Essas alterações são esperadas quando na aplicação de tráfego, que segundo Streck et al. (2004) e Tormena & Roloff (1996) resulta no aumento da densidade do solo, e redução da porosidade total e da macroporosidade.

A macroporosidade foi maior no SC que nos demais sistemas sendo que o SD1,5 também diferiu dos restantes com valor superior, já na área trafegada o SC foi maior que todos os demais. Esse efeito é devido ao revolvimento, o qual aumenta inicialmente a porosidade total e principalmente a macroporosidade, com diminuição dos mesmos com o passar do tempo. Estudos apontam para maior nível de compactação originado pelo rearranjo das partículas e alterações na estrutura do

solo devido ao efeito acumulativo do tráfego de máquinas e acomodação natural das partículas ocorridas com uso do sistema plantio direto (KLEIN; BOLLER, 1995).

Comparando-se áreas trafegadas e não trafegadas, o SC e SD1,5 apresentaram maior macroporosidade em áreas não trafegadas, nos demais sistemas não foi observada diferença.

Quanto ao carbono orgânico nas áreas sem tráfego o sistema SD1,5 foi superior seguido do SD3,5 sendo que o SD14 foi o tratamento que apresentou o menor teor de carbono orgânico, enquanto que na área trafegada não houve diferença entre os tratamentos. Com relação ao tráfego, os tratamentos que apresentaram maior teor de Co foram os tratamentos SD1,5 e SD3,5 com valores superiores em áreas não trafegadas.

Na camada de 0,15 – 0,22 m (Tabela 2), as propriedades Pt, Ds e Co não apresentaram diferença quanto ao manejo. Nos sistemas SC e SD1,5 foram observados os maiores valores de Ma em comparação ao SD14. Quanto a Mi o SD14 apresentou os maiores valores em comparação aos demais tratamentos observados, sendo que o menor valor de Mi foi observado no SC, o que demonstra que há uma alteração física do solo, com a implantação do sistema plantio direto, tendo suas propriedades físicas inicialmente pioradas. Enquanto que a K_θ no SC apresentou maior valor com relação aos demais, já o SD14 apresentou o menor valor, o que já era esperado devido à maior Ma observada neste sistema. A área sem tráfego apresentou maior Mi e Co e menor K_θ com reação a área trafegada. Analisando a interação manejo x tráfego, observa-se que houve interação nos parâmetros Ma, Mi, Ds e K_θ.

A Ma na área sem tráfego não apresentou diferenças decorrentes do manejo, enquanto na área trafegada o SC apresentou o maior valor em relação ao SD14; comparando-se áreas trafegadas e não trafegadas dentro de um mesmo sistema de manejo o SD1,5 apresentou maior Ma na área sob tráfego, comportamento inverso ao SD3,5. Quanto a Mi na área sem tráfego o SD14 não diferiu do SD5, sendo superior aos demais tratamentos.

Na área trafegada também o SD14 apresentou maiores valores de Mi não diferindo do SD3,5 o qual foi superior ao SC e SD5. O solo sob SD5 proporcionou a maior Mi na área sem tráfego.

A Ds dentre os sistemas de manejo não apresentou diferença, porém a diferença foi proporcionada pelo tráfego, onde os sistemas SD1,5 e SD5 apresentaram a maior densidade em áreas sem tráfego enquanto o SD3,5 apresentou maior densidade na área trafegada.

Na área sem tráfego o SC apresentou o maior valor de K_θ diferindo somente do SD14, já na área trafegada o SC também apresentou o maior valor de K_θ diferindo de todos os demais tratamentos.

CONCLUSÕES

1. No cultivo convencional o solo apresenta elevada macroporosidade o que resulta em elevada

condutividade hidráulica em solo saturado, em todas as camadas de solo estudadas.

2. Com o aumento do tempo de implantação do sistema plantio direto ocorre aumento na microporosidade e no teor de carbono orgânico, na camada 0,0 – 0,06 m

AGRADECIMENTOS

A EMBRAPA Trigo pela possibilidade de utilização da área experimental.

REFERÊNCIAS

- CULTIVAR. Plantio direto ocupa 70% das áreas de lavoura de grãos. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/noticias/noticia.asp?id=36373>>. Acesso em: 26 nov. 2009.
- COSTA, F. S. et al. Estoque de carbono orgânico e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **R. Bras.Ci. Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 323-332, jan./fev. 2008.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: 2. ed. ver. atual. [S.l.], 1997. 212 p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA. 2006, 412 p.
- ESTAT 2.0 Sistema de análise estatística. Jaboticabal: Pólo Computacional - Departamento de Ciências Exatas – UNESP, 1992.
- KLEIN, V. A.; BOLLER, W. Avaliação de diferentes manejos de solo e métodos de semeadura em áreas sob sistema plantio direto. **Ci. Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 395-398, 1995.
- LAL, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. **Geoderma**, Amsterdam, v. 123, n. 1-2, p.1-22, Nov. 2004.
- OLIVEIRA, C. Q. et al. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **R. Bras.Ci. Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 327-336, mar./abr. 2004.
- SILVA, M. A. S. et al. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ci. Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 544-552, maio./junho 2005.
- SILVA, F. de F. da. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho cultivado no sistema plantio direto. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 191-204, abr./junho. 2008.
- SILVEIRA, P. M. da et al. Efeitos do manejo do solo sob plantio direto e de culturas na densidade e porosidade de um Latossolo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 53-59, julho/set. 2008.
- STONE, L. F.; GUIMARAES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **R. Bras. Eng. Agríc. e Amb.**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 207-212, 2002.
- STRECK, C. A. et al. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ci. Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 755-760, maio/jun. 2004.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul : UFRGS, 1995. 174 p.
- TORMENA, C. A.; ROLLOF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **R. Bras.Ci. Solo**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 333-339, 1996.
- TORMENA, C. A.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **R. Bras.Ci. Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 301-309, 1998.

Tabela 2. Porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), densidade do solo (Ds), carbono orgânico (Co) e condutividade hidráulica em solo saturado (K_θ) médios nas camadas estudadas.

Manejo*	Pt	Ma	Mi	Ds	Co	K _θ
	-----%			(Mg m ⁻³)	%	(mm h ⁻¹)
Camada 0,00 – 0,06 m						
SC	69,17 a	35,98 a	33,19 c	1,17 Ns	1,98 b	469,82 a
SD1,5	51,74 b	16,00 b	35,74 bc	1,32	1,72 c	77,52 b
SD3,5	52,56 b	18,46 b	34,10 bc	1,23	1,74 c	137,5 b
SD5	54,56 b	17,52 b	37,04 b	1,24	2,24 a	135,33 b
SD14	53,85 b	11,97 b	41,88 a	1,27	2,13 ab	71,99 b
Tráfego						
Sem	57,00 ns	21,29 ns	35,08 ns	1,20 B	2,03 a	192,98 ns
Com	55,76	18,67	35,70	1,29 A	1,89 b	163,89
Camada 0,07 – 0,14 m						
SC	60,08 a	26,87 a	33,21 b	1,27 B	1,63 bc	328,83 a
SD1,5	51,43 b	16,21 b	35,23 ab	1,34 Ab	1,84 a	162,44 ab
SD3,5	46,83 c	11,35 c	35,49 a	1,41 A	1,77 ab	79,91 b
SD5	48,57 b	12,15 bc	36,42 a	1,41 A	1,58 c	50,05 b
SD14	47,96 bc	10,65 c	37,32 a	1,36 Ab	1,63 bc	153,90 ab
Tráfego						
Sem	53,43 a	17,61 a	35,82	1,34	1,75 a	187,35
Com	48,52 b	13,27 b	35,24	1,38	1,63 b	114,17
Camada 0,15 – 0,22 m						
SC	50,30 ns	14,83 a	35,47 c	1,45 Ns	1,60 ns	106,26 a
SD1,5	50,12	13,94 a	36,18 bc	1,35	1,54	49,49 b
SD3,5	49,32	11,79 ab	37,54 b	1,39	1,66	25,85 bc
SD5	49,21	12,65 ab	36,57 bc	1,38	1,50	47,76 bc
SD14	49,21	9,27 b	39,94 a	1,39	1,51	10,96 c
Tráfego						
Sem	49,77 ns	12,08 a	37,69 a	1,40 Ns	1,62 a	38,97 B
Com	49,50	12,91 a	36,58 b	1,38	1,50 b	57,15 A

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% () ou 1% (**) de probabilidade. SC – sistema convencional; SD1,5 – sistema plantio direto há 1,5 anos; SD3,5 – sistema plantio direto há 3,5 anos; SD5 – sistema plantio direto há 5 anos e SD14 – sistema plantio direto há 14 anos; DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variação; ns – não significativo.

Tabela 2. Porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), densidade do solo (Ds), carbono orgânico (Co) e condutividade hidráulica em solo saturado (K_θ) médios nas camadas estudadas.

		SC	SD1,5	SD3,5	SD5	SD14
Camada 0,0 – 0,06 m						
Co	Sem T	1,92 a BC	1,87 a C	1,86 a C	2,33 a A	2,16 A AB
	Com T	2,05 a A	1,57 b B	1,61 b B	2,14 b A	2,10 A A
Camada 0,07 – 0,14 m						
Pt (%)	Sem T	65,97 a A	56,05 a B	46,96 a C	50,71 a BC	47,48 A C
	Com T	54,19 b A	46,82 b B	46,71 a B	46,43 b B	48,44 A B
Ma (%)	Sem T	31,52 a A	20,80 a B	12,04 a C	13,33 a C	10,38 A C
	Com T	22,22 b A	11,62 b B	10,65 a B	10,96 a B	10,92 A B
Co (%)	Sem T	1,65 a BC	1,99 a A	1,90 a AB	1,64 a BC	1,60 A C
	Com T	1,61 a A	1,69 b A	1,65 b A	1,52 a A	1,66 A A
Camada 0,15 – 0,22 m						
Ma (%)	Sem T	13,02 a	13,00 b	14,35 a	9,63 a	10,39 a
	Com T	16,64 a A	14,89 a AB	9,22 b BC	15,66 a AB	8,16 a C
Mi (%)	Sem T	36,34 a B	36,15 B	37,23 a B	38,30 a AB	40,43 a A
	Com T	34,60 a C	36,21 BC	37,84 a AB	34,83 b C	39,44 a A
Ds (Mg m ⁻³)	Sem T	1,46 a	1,41 a	1,32 b	1,44 a	1,39 a
	Com T	1,45 a	1,29 b	1,45 a	1,32 b	1,40 a
K _θ (mm h ⁻¹)	Sem T	70,45 b A	45,34 a AB	37,10 a AB	32,26 a AB	9,72 A B
	Com T	142,06 a A	53,64 a B	14,61 a B	63,26 a B	12,21 A B

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% () ou 1% (**) de probabilidade.