



Alteração da Condutividade Hidráulica Saturada do Solo em Áreas com Diferentes Níveis de Tráfego de Máquinas e Prazos de Adoção do Sistema Plantio Direto

Vanderleia Trevisan da Rosa⁽¹⁾; David Peres da Rosa⁽²⁾; Arcenio Sattler⁽³⁾; Marcelo Ivan Mentges⁽⁴⁾; Davi Alexandre Vieira⁽⁴⁾; José Miguel Reichert⁽⁵⁾ & Dalvan José Reinert⁽⁵⁾

- (1) Engenheira Agrícola, Doutoranda em Ciência do Solo, PPG Ciência do Solo, Bolsista CAPES, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. R. Elpidio de Menezes, 195, 401, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, CEP 97105110, vandetrevisan@gmail.com (apresentadora do trabalho); (2) Doutorando do Curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), david.dpr@gmail.com; (3) Pesquisador EMBRAPA Trigo, arcenio@cnpt.embrapa.br; (4) Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), marcelomentges@gmail.com, agronomo.davi@gmail.com; (5) Eng. Agrônomo, Professor do Departamento de Solos, bolsista CNPq, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, reichert.jm@googlemail.com, dalvanreinert@gmail.com.

Apoio: EMBRAPA Trigo, CAPES.

RESUMO: O sistema de manejo plantio direto foi implantado no planalto gaúcho com o intuito de resolver problemas relativos à degradação do solo oriundos do sistema de manejo convencional, porém, com o passar do tempo, percebe-se que problemas relativos à compactação não foram resolvidos, mas sim, em muitos casos, agravados. Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da evolução no tempo de implantação do sistema plantio direto; o efeito do tráfego controlado e de cargas adicionais ao solo sobre a condutividade hidráulica saturada do solo. Os sistemas de manejo foram: PD₀ – plantio direto há 0 anos (2 meses); PD₂ – plantio direto há 2 anos; PD₄ – plantio direto há 4 anos; PD_{5,5} – plantio direto há 5,5 anos e PD₁₄ – plantio direto há 14 anos. Os níveis de tráfego foram com e sem tráfego, e as cargas aplicadas foram: 0, 25, 50 e 100 kPa. O manejo alterou a condutividade hidráulica saturada nas camadas superficiais do solo, 0,0-0,06 e 0,07-0,14m. A condutividade hidráulica saturada diminuiu após 4 anos de plantio direto nas camadas superficiais e voltou a aumentar após 14 anos na camada entre 0,07-0,14m se assemelhando a condição inicial. Ao aplicar cargas de 100 kPa ao solo a condutividade hidráulica diminuiu consideravelmente. O tráfego de máquinas de médio a grande porte provocam diminuição da condutividade hidráulica saturada.

Palavras-chave: compactação, água no solo, tráfego de máquinas.

INTRODUÇÃO

O uso intensivo do solo na região do planalto gaúcho, aliado a declividade natural do terreno, acarretou em grandes perdas de solo devido à erosão com conseqüente diminuição da produtividade. Para minimizar esses danos, no final da década de setenta e meados da década de oitenta, ações conservacionistas do solo, como a manutenção dos resíduos culturais na lavoura e redução da intensidade de preparo do solo foram implementadas, culminando no desenvolvimento do Plantio Direto no início da década de noventa (Denardin, 1998).

Nas regiões tropicais e subtropicais, onde existe o cultivo intensivo dos solos, o plantio direto tornou-se uma das tecnologias de cultivo de maior expressividade a partir da década de 80, devido à conscientização da necessidade de preservação dos recursos naturais e por este, ser um sistema de condução mais econômico a médio e longo prazo (Derpsch et al., 1991). Porém, com o passar do tempo, percebe-se que o plantio direto não está conseguindo reverter os danos provocados à estrutura física do solo. Outro fator contribuinte aos danos estruturais dá-se na condição de umidade do solo no período de implantação das culturas, onde normalmente apresentam umidade acima do ponto de friabilidade; assim ao sofrer tráfego de veículos moto-mecanizado, potencializa-se mais ainda o efeito



da compactação do solo (Rosa, 2007). Têm-se na condutividade hidráulica e na resistência à penetração do solo, as propriedades mais sensíveis ao efeito da compactação (Silva et al., 2006).

A condutividade hidráulica do solo é um parâmetro que representa a facilidade com que o solo transmite água (Mesquita & Moraes, 2004). O valor máximo de condutividade hidráulica é atingido quando o solo se encontra saturado, e é denominado de condutividade hidráulica saturada (Reichardt & Timm, 2004).

Os sistemas de plantio direto e preparo reduzido podem contribuir para uma melhor condição físico-hídrica do solo, pelo estabelecimento de porosidade contínua (bioporos), promovido pela atividade biológica da fauna edáfica e à ação das raízes (Salton & Mielniczuk, 1995).

A condutividade hidráulica pode revelar diferenças entre sistemas de manejo (Coquete et al., 2005). O incremento da pressão aplicada por máquinas agrícolas pode reduzir os valores de condutividade hidráulica de solo saturado (Horn et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes prazos de implantação do sistema plantio direto, bem como, o efeito do tráfego de máquinas agrícolas e de níveis de compactação adicional ao solo sobre a condutividade hidráulica saturada.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado utilizando-se amostras coletadas no dia 15 de dezembro de 2007, em área experimental pertencente à EMBRAPA Trigo (28°10'00"S, 52°22'00"W, altitude aproximada de 686m). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006). O local é caracterizado pela ocorrência de precipitação pluvial mínima de 0mm mensais, distribuídos ao longo de todos os meses do ano, sendo que o clima da região enquadra-se na classificação de Köppen nas zonas Cfa e Cfb (Moreno 1981).

Os tratamentos estão distribuídos em blocos ao acaso em esquema tri-fatorial 5x2x4, possuindo cinco sistemas de manejo, dois níveis de tráfego e quatro cargas aplicadas, totalizando 40 tratamentos. Os sistemas de manejo são: PD₀ – plantio direto há 0 anos (2 meses); PD₂ – plantio direto há 2 anos; PD₄ – plantio direto há 4 anos; PD_{5,5} – plantio direto há 5,5 anos e PD₁₄ – plantio direto há 14 anos. Os níveis de tráfego são com e sem tráfego e as cargas aplicadas (em laboratório) são: 0kPa, 25kPa, 50kPa e

100kPa. A área experimental encontrava-se sob plantio direto desde 1992 e desde o ano de 2001 o tráfego é controlado em toda área experimental.

Foram coletadas amostras com a estrutura preservada nas camadas de 0,00-0,06 m, 0,07-0,14 m e 0,15-0,22 m. As amostras foram inicialmente homogeneizadas quanto ao potencial matricial em câmara de pressão de Richards, com sucção de 33kPa. Posteriormente, as amostras foram submetidas às cargas, citadas anteriormente, através de um consolidômetro. A aplicação foi realizada por cinco minutos, pois, conforme Machado et al. (2000), mais de 90% da compactação é alcançada nesse intervalo de tempo. Em seguida as amostras foram saturadas por capilaridade por mais de 24h quando determinou-se a condutividade hidráulica saturada com permeâmetro de carga variável.

Posteriormente, as amostras foram secas em estufa (105°C) por mais de 24h, para determinar o peso seco da amostra.

A análise estatística constou de análise da variância e comparação de médias pelo teste de Tukey (5%), realizado pelo software SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de condutividade hidráulica saturada (K_{γ_s}) no perfil analisado, nas três camadas de solo e em diferentes sistemas de manejo encontram-se na Tabela 1.

O tráfego de máquinas agrícolas não gerou diferença significativa na K_{γ_s} nos tratamentos ao longo do perfil analisado.

Com a aplicação de cargas adicionais ao solo observa-se, nas camadas 0,0-0,06 m e 0,07-0,14 m, diferenças apenas entre as cargas de 0 e 100 kPa, já na camada de 0,15-0,22 m as cargas de 0 e 25 kPa apresentam diferença da carga de 100 kPa.

Em estudo realizado por Rosa (2007) na mesma área experimental, foi observado que a tensão de pré-consolidação máxima foi inferior a 100 kPa. A tensão de pré-consolidação representa o valor máximo que se pode aplicar ao solo sem que esse sofra compactação adicional significativa.

Realizando uma comparação da carga aplicada em laboratório de 100 kPa com a pressão de contato solo/pneu de uma máquina agrícola, podemos inferir que corresponderia a um trator de médio porte (75-150kW de potência), enquanto que a carga de 50 kPa equivaleria à pressão exercida ao solo de um trator de pequeno porte (menor que 75kW de potência). Dessa forma podemos inferir que ao se



aplicar cargas de até 50 kPa, o tráfego não altera a K_{7s} , porém quando há aplicação de cargas maiores ou iguais a 100 kPa, equivalente a pressão de contato solo/pneu de um trator de médio porte, ocorre diminuição considerável da K_{7s} . A carga de 100 kPa excede a capacidade de suporte de carga do solo, como observado por Rosa (2007), causando deformação plástica no solo.

Possível explicação para tal fato pode estar no tamanho das máquinas agrícolas utilizadas nas operações de semeadura, tratamento fitossanitário e colheita, que neste caso são de pequeno porte visto o tamanho da área experimental (parcelas 12x6 m) e o maquinário utilizado é de pequeno a médio porte, assim, transferindo pressões ao solo inferiores a capacidade de suporte do mesmo.

O manejo influenciou a K_{7s} na camada 0,00-0,06m, sendo que o PD₀ apresentou K_{7s} maior que os demais sistemas estudados. Atribui-se tal fato à ação de revolvimento na aração, o qual propicia aumento da macroporosidade na camada superficial do solo. Essa constatação é concordante a Silva et al. (2005).

Na camada de 0,07-0,14 m o PD₀ apresentou K_{7s} maior que nos sistemas PD₄ e PD_{5,5}, enquanto que os sistemas de manejo PD₁₄ e PD₂ não apresentaram diferença em relação aos demais, dessa forma, podemos inferir que, com o passar do tempo a K_{7s} diminui consideravelmente após 4 anos de plantio direto, porém após um período de 14 anos de plantio direto contínuo a K_{7s} aumentou indicando tendência a se assemelhar à condição inicial. O manejo não alterou a K_{7s} na camada de 0,15-0,22m.

CONCLUSÕES

O manejo alterou a condutividade hidráulica saturada nas camadas superficiais do solo.

Após 4 anos de plantio direto a condutividade hidráulica saturada reduziu nas camadas superficiais do solo e, voltou a aumentar após 14 anos na camada entre 0,07-0,14m se assemelhando a condição inicial. Aplicação de cargas até 50 kPa não afeta a condutividade hidráulica saturada do solo, já a pressão de 100 kPa reduz a condutividade hidráulica.

REFERÊNCIAS

COQUET, Y.; VACHIER, P. & LABAT, C. Vertical variation of near saturated hydraulic conductivity in three soil profiles. *Geoderma*, 126:181-191, 2005.

DENARDIN, J. E. Enfoque sistêmico em sistema plantio direto – fundamentos e implicações do plantio direto nos sistemas de produção agropecuária. In: NUERNBERG, N. J. Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto. Lages, SC: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 1998. p.7-14.

DERPSCH, R. et al. Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 1991. 272p.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA, 2006, 412 p.

HORN, R.; WAY, T. & ROSTEK, J. Effect of repeated tractor wheeling on stress/ strain properties and consequences on physical properties in structured arable soils. *Soil and Tillage Research*, 73:101-106. 2003.

MACHADO, A. L. T. Previsão do esforço de tração para ferramentas de hastes com ponteiros estreitas em dois solos do Rio Grande do Sul. 172f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MESQUITA, M. G. B. F. & MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. *Ciência Rural*, 34:963-969, 2004.

MORENO, J.A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonizações, Seção de Geografia, 1961,46p.

REICHARDT, K. & TIMM, L.C. Solo planta e atmosfera – conceitos, processos e aplicações. Barueri - SP: Manole, 2004. 478p.

ROSA, D. P. da. Comportamento dinâmico e mecânico do solo sob níveis diferenciados de escarificação e compactação. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SALTON, J.C. & MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho Escuro de Eldorado do Sul (RS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 19:313-319. 1995

SAS Institute. SAS software version 7.0. SAS Institute. Inc. Cary, NC. 1998.

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C. & MIELNICZUK, J. 2005. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um



Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de compactação do solo. Revista Brasileira de preparo. Ciência Rural, 35:544-552p. Engenharia Agrícola Ambiental, 10:842-847, 2006.

SILVA, S. R.; BARROS, N. F. & COSTA, L. M.

Atributos físicos de dois Latossolos afetados pela

Tabela 1. Condutividade hidráulica saturada ($k_{zs} - \text{mm.h}^{-1}$) nos tratamentos: plantio direto a 0 anos (PD_0), plantio direto a 2 anos (PD_2), plantio direto a 4 anos (PD_4), plantio direto a 5,5 anos ($\text{PD}_{5,5}$) e plantio direto a 14 anos (PD_{14}) e quatro cargas aplicadas, 0, 25, 50 e 100 kPa nas três camadas estudadas.

Manejo	PD_0		PD_2		PD_4		$\text{PD}_{5,5}$		PD_{14}	
Carga										
0,0 - 0,06m										
0	469.83	Aa [#]	77.52	Ba	137.50	Ba	135.33	Ba	72.00	Ba
25	303.60	Aab	191.78	Bab	145.25	Bab	86.49	Bab	99.17	Bab
50	310.95	Aab	53.43	Bab	93.40	Bab	137.96	Bab	111.81	Bab
100	210.19	Ab	12.64	Bb	36.13	Bb	80.74	Bb	7.36	Bb
0,07 - 0,14m										
0	332.51	Aa	162.44	ABa	79.91	Ba	28.72	Ba	153.90	Aba
25	223.58	Aab	188.12	ABab	61.00	Bab	79.35	Bab	76.88	ABab
50	180.55	Aab	133.37	ABab	68.38	Bab	75.34	Bab	105.50	ABab
100	110.90	Ab	14.91	ABb	6.66	Bb	3.92	Bb	8.91	ABb
0,15 - 0,22m										
0	106.26	a	49.49	a	25.86	a	47.76	a	10.97	A
25	85.11	a	201.93	a	104.78	a	61.53	a	110.94	A
50	116.34	ab	80.35	ab	92.72	ab	103.30	ab	161.76	Ab
100	100.49	b	19.67	b	12.51	b	9.04	b	8.57	B

[#] Médias seguidas pela mesma letra: maiúscula - não diferem entre si quanto ao manejo; minúscula - não diferem entre si quanto à carga aplicada, pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.