



Avaliação do efeito de tipos de manejos de solo nos atributos físicos de solo, após seis safras

Silvio Tulio Spera¹, Henrique Pereira dos Santos², Renato Serena Fontaneli³,
Georgia Luiza Maldaner⁴ e Cedenir Medeiros Scheer⁵

¹Eng. Agrôn., Embrapa Agrossilvipastoril. Av. das Itaúbas, 3257 - Setor Comercial, 78550-194 Sinop, MT, Brasil E-mail: E-mail: silvio.spera@embrapa.br. ²Eng. Agrôn., Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS, Brasil. Bolsista CNPq-PQ. E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br. ³Eng. Agrôn., Embrapa Trigo e Professor Titular da FAMV/UPF. E-mail: renatof@cnpt.embrapa.br. ⁴Acadêmica de Agronomia da UPF/FAMV, Passo Fundo, RS. Bolsista de Iniciação Científica - CNPq, na Embrapa Trigo. E-mail: gemaldanerltc@hotmail.com. ⁵Téc. Agric., Embrapa Trigo. E-mail: cedenir@cnpt.embrapa.br.

O aumento da densidade do solo devido ao tipo de manejo pode reduzir o rendimento de grãos das culturas, especialmente em caso de déficit hídrico prolongado, ocorrido durante o ciclo de desenvolvimento da planta. O tipo de manejo do solo afeta a estrutura, alterando a densidade e, conseqüentemente, a porosidade, a distribuição dos poros por tamanho e a resistência do solo à penetração de raízes (Suzuki & Alves, 2004). De modo geral, os solos manejados sob plantio direto mostram densidade do solo mais elevada do que os manejados sob outro tipo de manejo com mobilização (CUNHA et al., 2009). De acordo com alguns autores, isso pode ocorrer devido ao trânsito de máquinas em solos argilosos com elevada umidade (Stone & Silveira, 2001; Oliveira et al. 2004). Porém, Tormena et al. (1998) e Beutler et al. (2001), observaram que, com o passar dos anos, a densidade de solo no sistema plantio direto tendeu a diminuir em virtude do aumento do teor de matéria orgânica na camada superficial.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de tipos de manejo de solo sobre os atributos físicos do solo densidade, porosidade total, microporosidade e macroporosidade.

O experimento vem sendo conduzido na área experimental da Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, desde 1985, em Latossolo Vermelho Distrófico típico (STRECK et al., 2008). Foi usado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos tipos de manejo de solo. A dimensão de cada parcela foi de 360 m² (4 m de largura por 90 m de comprimento), e das subparcelas (sistemas de rotação de culturas), foi 40 m² (4 m de largura por 10 m de comprimento). Os tratamentos se constituíram de quatro tipos de manejos de solo (TMS) – 1) plantio direto (PD), 2) cultivo mínimo (CM), 3) preparo convencional com arado de discos mais grade de discos (PCD) e 4) preparo convencional de solo com arados aivecas mais grade de discos (PCA) – e por três rotações de culturas (RC): I) trigo/soja, II) trigo/soja e ervilhaca/sorgo e III) trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo (Tabela 1). Como testemunha da condição original do solo, um fragmento de floresta subtropical com araucárias, adjacente ao experimento, também foi amostrado, com três repetições e camadas (0-2 e 10-15 cm), e admitido como referencial do estado estrutural do solo em relação ao submetido às alterações antrópicas. No presente trabalho serão apresentados os dados sobre os TMS.

A adubação de manutenção foi baseada na média dos valores observados nas análises químicas do solo da área experimental, seguindo a indicação oficial (Sociedade, 2004). Em agosto de 2005 e abril de 2008, foram coletadas amostras indeformadas de solo, com anéis



cilíndricos nas camadas de 0-2 e 10-15 cm. A determinação da densidade de solo e da porosidade total foi feita com o método do anel volumétrico. A microporosidade foi considerada como conteúdo volumétrico de água no solo contido dentro de cada anel, equilibrada na mesa de tensão a 60 cm de coluna de água, e a macroporosidade calculada por diferença entre a porosidade total e a microporosidade, conforme Embrapa (1997).

Tabela 1. Tipos de manejo do solo e de rotação de culturas para rendimento de grãos de trigo. Passo Fundo, RS.

Rotação de Culturas	Manejo do solo (Parcela principal)				Subparcela			
					2005	2006	2007	2008
Sistema I	PD	PCD	PCA	PM	T/S	T/S	T/S	T/S
Sistema II	PD	PCD	PCA	PM	E/So	T/S	E/So	T/S
	PD	PCD	PCA	PM	T/S	E/So	T/S	E/So
Sistema III	PD	PCD	PCA	PM	E/So	Ab/S	T/S	E/So
	PD	PCD	PCA	PM	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S
	PD	PCD	PCA	PM	T/S	E/So	Ab/S	T/S

PD: plantio direto. PCD: preparo convencional de solo com arado de discos. PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas. PM: cultivo mínimo marca Jan. Ab: aveia branca, E: ervilhaca, M: milho, S: soja, So: sorgo, e T: trigo.

Cada variável dos atributos físicos do solo nos TMS foram comparadas na mesma camada amostrada (0-2 e 10-15 cm) por ano (SAS, 2003). Estas camadas foram comparadas no mesmo TMS por ano. As médias dos TMS foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O sistema plantio direto (PD), em 2008, mostrou menor valor de densidade de solo, em comparação aos observados, em 2005, em ambas as camadas estudadas, após seis safras (Tabela 2), enquanto que nos tipos de preparo convencional de solo com arado de discos (PCD) e com arados de aivecas (PCA) e cultivo mínimo (CM) observou-se o contrário. Em 2008, a densidade do solo, na camada de 0-2 cm, foi menor no PD quando comparada ao PCD. Na camada de 10-15 cm, não houve diferença de densidade do solo entre os TMS. A floresta subtropical (FST), em 2008, mostrou menor densidade de solo, em relação a todos os TMS estudados, na camada de 10-15 cm. Isso demonstrou que o uso do solo para fins agrícolas, independentemente do TMS adotado, promove alterações, como por exemplo, na densidade do solo, às vezes expressivas, nos atributos físicos do solo.

Foram observadas diferenças de densidade de solo, entre as camadas avaliadas em todos os TMS (Tabela 2). O valor da densidade de solo foi maior na camada de 10-15 cm, em todos os TMS, indicando que houve formação de camada adensada (compactada) na camada de 10 cm, mesmo nos solos manejados com revolvimento. Entretanto, a diferença de densidade entre a camada superficial e a subsuperficial foi maior no PD. Como a densidade de solo é um atributo considerado na avaliação do estado estrutural do solo, e os dados sugerem presença de



compactação de solo, constatada nos TMS, ainda que os valores foram abaixo daquele considerado como limitante para os latossolos argilosos de Passo Fundo, que, de acordo com KLEIN & CÂMARA (2007), é cerca de $1,40 \text{ Mg m}^{-3}$, valor que indica o intervalo hídrico ótimo dos solos da região, ou seja, a faixa de umidade e aeração do solo não limitante em condições da resistência à penetração variando de 2 a 3 MPa.

Tabela 2. Valores de densidade de solo, porosidade total, microporosidade e macroporosidade, nas camadas de 0-2 cm e 10-15 cm de profundidade, determinado após as culturas de inverno, em quatro tipos de manejos de solo, em 2005 e 2008.

Tipos de manejo De solo	2005		2008	
	Camada (cm)			
	0-2	10-15	0-2	10-15
Densidade do solo (Mg m^{-3})				
PD	1,05 aB	1,34 aA	1,02 bB	1,30 aA
PCD	1,10 aB	1,25 bA	1,13 aB	1,28 aA
PCA	1,06 aB	1,23 bA	1,11 abB	1,25 aA
CM	1,03 aB	1,19 bA	1,07 abB	1,26 aA
FST	0,88 aA	1,02 cA	0,77 bA	0,90 bA
Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)				
PD	0,500 aA	0,460 cB	0,566 aA	0,473 bB
PCD	0,550 aA	0,490 bB	0,547 aA	0,485 bB
PCA	0,560 aA	0,490 bB	0,547 aA	0,502 bB
CM	0,570 aA	0,500 bB	0,561 aA	0,495 bB
FST	0,670 aA	0,620 aA	0,547 aA	0,533 aA
Microporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)				
PD	0,300 aA	0,370 aA	0,362 aA	0,369 aA
PCD	0,330 aB	0,360 aA	0,337 abB	0,361 abA
PCA	0,330 aB	0,370 aA	0,338 abB	0,364 abA
CM	0,330 aA	0,350 abA	0,348 aA	0,359 abA
FST	0,340 aA	0,330 bA	0,307 bA	0,337 bA
Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)				
PD	0,190 cA	0,090 cB	0,203 bA	0,113 bB
PCD	0,220 bA	0,130 bcB	0,211 abA	0,123 bB
PCA	0,230 bA	0,130 bcB	0,209 abA	0,139 bB
CM	0,240 bA	0,150 bB	0,214 abA	0,136 bB
FST	0,330 aA	0,290 aA	0,237 aA	0,197 aA

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas; e CM: cultivo mínimo. FST: floresta subtropical. Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, entre tipo de manejo de solo e a mesma letra maiúscula, na horizontal entre as camadas amostradas para cada ano, em cada tipo de manejo do solo, não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Em 2008, o PD mostrou, em ambas as camadas estudadas, maior valor de porosidade total, em relação ao verificado em 2005, após seis safras, enquanto que no PCD e no CM, observou-se o inverso (Tabela 2). Esse atributo, em 2008, não mostrou diferença, na camada de 0-2 cm, para porosidade total entre os TMS, bem como com a FST. Porém, na camada de 10-15 cm, o solo da FST mostrou maior porosidade total do que os dos tipos de manejo, permitindo constatar que a qualidade do solo foi afetada pelo uso.



Em todos os TMS estudados, a porosidade total, diferiu entre as duas camadas. A porosidade total foi maior na camada de 0-2 cm do que na camada de 10-15 cm, provavelmente em razão da deposição de resíduos culturais na superfície e da maior atividade de raízes. Ademais, a menor porosidade total na camada subsuperficial, indica degradação da estrutura do solo, nesta camada, pela formação de “pé-de-arado” (ou “pé-de-grade”). Na camada de 10-15 cm, foi encontrado, na maioria dos TMS, menor volume de macroporos e maior volume de microporos.

O PCD e o CM, mostraram, em 2008, em ambas camadas, maiores valores de microporosidade, em comparação àqueles observados em 2005 (Tabela 2). Em 2008, o PD e o CM mostraram, na camada de 10-15 cm, maior microporosidade do que da FST.

Houve diferenças de microporosidade, entre as camadas de solo, de alguns TMS estudados. No PCD e PCA a microporosidade também foi menor, na camada de 0-2 cm em relação à camada de 10-15 cm. Isso pode ser resultante do efeito descompactante do revolvimento do solo com arado, que determina uma reorganização estrutural do solo bem diferente daquela em que não há revolvimento.

Em 2008, o PD mostrou maior valor de macroporosidade, em relação aos verificados, em 2005, em ambas as camadas estudadas (Tabela 2), enquanto que o PCD e o CM mostraram o contrário. Em 2008, o PD mostrou, na camada de 0-2 cm, menor valor de macroporosidade do que a da FST. Porém, na camada de 10-15 cm, a FST mostrou maior macroporosidade, em comparação aos TMS. A floresta subtropical, em razão das condições naturais favoráveis à agregação de solo, tem volume de macroporos maior do que os TMS estudados.

Houve diferenças de macroporosidade entre as camadas dos TMS. Em todos os TMS, o valor da macroporosidade foi menor na camada de 0-2 cm em relação à de 10-15 cm, em ambos os anos. A redução da macroporosidade, na camada logo abaixo da superfície pode ser consequência da menor quantidade de matéria orgânica aportada e, portanto, de menor atividade biológica, principalmente de raízes. O valor de macroporosidade das camadas solo da FST foi mais elevado devido à maior acumulação de matéria orgânica. A FST não mostrou diferença de macroporosidade entre as camadas estudadas. Maiores valores de macroporosidade nas camadas superficiais dos TMS pode ser reflexo do efeito estruturador da maior quantidade de matéria orgânica acumulada.

Os tipos de manejo de solo afetam os atributos físicos de solo, principalmente, em relação à condição original, de solo de mata.

Os valores de porosidade total e de macroporosidade são maiores na camada superficial em comparação à subsuperficial, independentemente do tipo de manejo de solo.

A densidade de solo é menor e a macroporosidade é maior na camada superficial do sistema plantio direto, em relação à maioria dos tipos de manejo de solo.

Referências

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.1, p.167-177, 2001.



CUNHA, J.P.A.R.; CASCÃO, V.N.; REIS, E.F. Compactação causada pelo tráfego de trator em diferentes manejos de solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.31, n.3, p.371-376, 2009.

EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. SPI, Brasília, 1997. 212p. (Embrapa Solos. Documentos, 1)

KLEIN, V.A.; CÂMARA, R.K. Rendimento de soja e intervalo hídrico ótimo em latossolo vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.2, p.221-227, 2007.

OLIVEIRA, G.C.; DIAS JÚNIOR, M.S.; RESCK, D.V.S.; CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.2, p.327-336, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS/CQFS, 2004. 394p.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeitos 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.1, p.395-401, 2001.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. **SAS system for Microsoft Windows, version 8.2**. Cary, 2003.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.

SUZUKI, L.E.A.S. & ALVES, M.C. Produtividade do milho (*Zea mays* L.) influenciado pelo preparo do solo e por plantas de cobertura em um Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.26, n.1, p.61-65, 2004.

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G.; SA, J.C.M. Propriedades físicas de solos sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.2, p.301-309, 1998.