



## **Avaliação de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos de solo, após quatro anos**

Silvio Tulio Spera<sup>1</sup>, Henrique Pereira dos Santos<sup>2</sup>, Renato Serena Fontaneli<sup>3</sup>,  
Georgia Luiza Maldaner<sup>4</sup> e Cedenir Medeiros Scheer<sup>5</sup>

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

A degradação das propriedades físicas do solo é um dos principais processos responsáveis pela perda de qualidade estrutural do solo e aumento da erosão hídrica (Bertol et al., 2001). Algumas práticas de manejo do solo e das culturas provocam alterações nestas propriedades, afetando a estrutura que podem ser permanentes ou temporárias. Alterações das propriedades físicas do solo podem também influenciar o desenvolvimento das plantas. Assim, o solo submetido ao cultivo tende a perder a estrutura original, pelo fracionamento dos agregados em unidades menores, dispersão da argila e rearranjos na forma de camadas compactadas, como consequência da redução do volume de macroporos e aumento no volume de microporos e da densidade do solo (Tormena et al., 1998; Albuquerque et al., 2001; Beutler et al., 2001; Stone & Silveira, 2001; Bertol, et al., 2004; Spera, 2009). O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de rotação de culturas sobre alguns atributos físicos de solo.

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 m<sup>2</sup> (4 m de largura por 90 m de comprimento), e as subparcelas (sistemas de rotação de culturas), constituídas 40 m<sup>2</sup> (4 m de largura por 10 m de comprimento). Os tratamentos foram constituídos por quatro tipos de manejos de solo (MS) – 1) sistema plantio direto, 2) cultivo mínimo, 3) preparo convencional com arado de discos mais grade de discos e 4) preparo convencional de solo com aivecas mais grade de discos – e por três sistemas de rotações de culturas (SRC): 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 o mesmo número de repetições, e admitido como referencial do estado estrutural do solo em relação ao submetido às alterações antrópicas. No presente trabalho serão abordados somente os resultados dos SRC.

A adubação de manutenção foi baseada na média dos valores observados nas análises químicas da área experimental.



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 métodos do Manual de Métodos de Análise de Solo (Claessen, 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	CM	T/S	T/S	T/S	T/S
Sistema II	PD	PCD	PCA	CM	E/So	T/S	E/So	T/S
	PD	PCD	PCA	CM	T/S	E/So	T/S	E/So
Sistema III	PD	PCD	PCA	CM	E/So	Ab/S	T/S	E/So
	PD	PCD	PCA	CM	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S
	PD	PCD	PCA	CM	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. CM: cultivo mínimo marca. Ab: aveia branca, E: ervilhaca, M: milho, S: soja, So: sorgo, e T: trigo.

Cada atributo físico do solo dos SRC foi comparado, na mesma camada. Estas camadas foram comparadas no mesmo SRC. As médias dos sistemas de rotação de culturas foram comparadas pelo programa Sas, (2003) com o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Em 2008, na camada de 10-15 cm, o sistema I, mostrou menor valores de densidade de solo, em comparação aos verificados, após quatro anos de cultivo (Tabela 2). Na camada de 0-2 cm, isso foi observado no sistema II. Isso pode ser atribuído a diminuição da densidade de solo devido à melhoria na qualidade física do solo decorrente possivelmente do aumento da atividade microbiota edáfica e de raízes, as quais atuam na formação de canais (biopóros). Em 2008, nas camadas 0-2 e 10-15 cm, não houve diferença das densidades do solo entre os SRC e nem desses com a monocultura trigo/soja para densidade do solo,. Porém, o solo a FST, que preserva a condição estrutural original, mostrou menor valor de densidade do solo do que os SRC, em ambas as camadas estudadas. A densidade de solo tem sido um dos parâmetros usados para avaliação do estado estrutural do solo, assim, as condições de elevada densidade verificadas nos SRC permitem afirmar que não houve indícios de severa compactação do solo, embora o valor observado na camada subsuperficial seja próximo do valor considerado, como crítico para latossolos argilosos. No ano de 2008, a densidade de solo na camada superficial foi bem menor, em relação à camada subsuperficial.

Em 2008, os SRC, na camada de 0-2 cm, mostraram menor porosidade total, em relação aos observados em 2005 (Tabela 2). Porém, na camada, de 10-15 cm do sistema observou-se o



contrário. Em 2008, não houve diferença, nas camadas de 0-2 e 10-15 cm, de porosidade total, entre os SRC e a FST. Todavia, na camada 0-2 cm não houve diferença entre os SRC e a FST. Na camada de 10-15 cm, a FST mostrou maior valor de porosidade total do que os dos SRC, refletindo as condições naturais de estruturação dos latossolos. Nesse ano, a porosidade total foi maior na camada superficial em comparação à subsuperficial, indicando degradação da estrutura restrita a esta camada. Isso se evidenciou com a redução da microporosidade.

O sistema III, em 2008, mostrou em ambas as camadas menor valor de microporosidade, em comparação aos verificados, em 2005 (Tabela 2). Em 2008, na camada de 0-2 cm, não houve diferença entre os SRCs. Isso, evidenciou que os SRCs, não favoreceram alterações adicionais neste atributo de solo. Por sua vez, nessa mesma camada, a FST mostrou microporosidade menor do que os SRC. Isso decorre da maior proporção de macroporos sustentados pela maior agregação nos solos da FST. No presente trabalho, entretanto, na camada de 10-15 cm a FST mostrou menor microporosidade do que no sistema III e foi igual aos sistemas I e II. Nos sistema II e III a microporosidade foi maior na camada de 10-15 cm. No sistema I e na FST, não houve diferença de microporosidade entre as camadas.

**Tabela 2.** Valores de densidade de solo, porosidade total, microporosidade e macroporosidade, nas camadas 0-5 ou 02 cm e 10-15 cm de profundidade, determinado após as culturas de inverno, em três rotação de culturas, em 2005 e 2008.

Sistemas de rotação de culturas	2005		2008	
	Profundidade (cm)			
	0-2	10-15	0-2	10-15
	Densidade do solo ( $Mg\ m^{-3}$ )			
Sistema I	1,06 aB	1,30 aA	1,07 aB	1,28 aA
Sistema II	1,08 aB	1,23 aA	1,07 aB	1,24 aA
Sistema III	1,05 aB	1,25 aA	1,09 aB	1,29 aA
FST	0,88 aA	1,02 aA	0,77 bA	0,90 bA
	Porosidade total ( $m^3\ m^{-3}$ )			
Sistema I	0,570 aA	0,480 aB	0,560 aA	0,500 bB
Sistema II	0,560 aA	0,490 aB	0,550 aA	0,490 bB
Sistema III	0,560 aA	0,490 aB	0,550 aA	0,480 bB
FST	0,670 aA	0,620 aA	0,550 aA	0,530 aA
	Microporosidade ( $m^3\ m^{-3}$ )			
Sistema I	0,350 aB	0,370 aA	0,350 aA	0,350 abA
Sistema II	0,350 aA	0,350 aA	0,340 aB	0,360 abA
Sistema III	0,330 aB	0,360 aA	0,350 aB	0,370 aA
FST	0,340 aA	0,330 aA	0,310 bA	0,340 bA
	Macroporosidade ( $m^3\ m^{-3}$ )			
Sistema I	0,230 aA	0,110 aB	0,210 abA	0,150 bB
Sistema II	0,210 aA	0,130 aB	0,210 abA	0,140 bB
Sistema III	0,220 aA	0,120 aB	0,210 bA	0,110 bB
FST	0,330 aA	0,290 aA	0,240 aA	0,200 aA

Sistema I: trigo/soja; Sistema II: trigo/soja e ervilhaca/sorgo; e Sistema III: trigo/soja, ervilhaca/sorgo e aveia branca/soja. FST: floresta subtropical. Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, entre sistema rotação de culturas e a mesma letra maiúscula, na horizontal entre as camadas, em cada sistema de rotação de culturas, não mostram diferenças, pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Em 2008, o sistema III mostrou, em ambas as camadas, menores valor de macroporosidade, em relação aos observados, em 2005 (Tabela 1). Os volumes de microporos, macroporos e total de poros foram influenciados por esta rotação. Os macroporos estão relacionados com



processos vitais às raízes das plantas, tais como a respiração e a absorção de água e nutrientes em níveis adequados, devendo, portanto, serem preservados. Em 2008, a FST também mostrou, na camada de 0-2 cm, maior macroporosidade que o sistema III e foi igual aos sistemas I e II. Porém na camada de 10-15 cm, a FST mostrou maior microporosidade do que os SRC, mas esses não diferiram entre si. Isso indica que há maior volume de macroporos em ecossistema naturais. Também, neste ano, houve diferença dos valores de macroporosidade dos SRC entre as camadas. A macroporosidade foi menor na camada de 10-15 cm. Isso indica que a macroporosidade está mais sujeita a mudanças impostas pelos SRC.

A redução da macroporosidade tende a se refletir negativamente na porosidade total e na densidade de solo, principalmente, afetando negativamente a quantidade de água prontamente disponível e a aeração do solo.

Os sistemas de rotação de culturas afetam os atributos físicos de solo, principalmente, em relação à condição original, de solo de mata.

A densidade de solo foi menor na camada de 0-2 cm do que na camada de 10-15 cm, nas rotações de culturas, refletindo em maior porosidade total e macroporosidade e indicando presença de camada adensada em subsuperfície.

## Referências

ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 717-723, 2001.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL A. J.; ZONDAN 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.

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do Sol. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 555-560, 2001.

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.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1). Entrada era EMBRAPA.....

SPERA, S. T. **Atributos físicos e químicos de um latossolo e produtividade de culturas, em função de manejo de solo e de rotação de culturas**. 2009. 228 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

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. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul.** 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: EMATER-RS; 2008. 222 p.

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.