

Efeito de Sistemas de Produção com Cereais de Inverno nos Atributos Físicos do Solo, Sob Plantio Direto

Silvio Tulio Spera, Henrique Pereira dos Santos e Renato Serena Fontaneli

Capítulo 5

Introdução

As mobilizações de solo para incorporação de corretivos e fertilizantes, com intuito de condicioná-lo ao estabelecimento de culturas, desencadeiam reações integradas e em série no seu complexo de processos biológicos, químicos e físicos. Dependendo da intensidade e da forma como essas interferências, nas reações integradas poderão redefinir novos padrões de fertilidade, de maior ou menor qualidade (DENARDIN et al., 2001). A intensidade e forma com esse conjunto de interferências foram praticadas a partir da década de 1960 nos solos do sul do Brasil, promoveram evolução positiva na qualidade química do solo, entretanto afetaram negativamente as qualidades físicas. Nesse sentido, tem-se observado intensa alteração estrutural da camada arável, percebida pelo aumento na resistência à penetração e na

densidade do solo, redução na macroporosidade e na porosidade total, diminuição da taxa de infiltração de água, bem como indução de alterações morfológicas no sistema radicular de plantas cultivadas (TORMENA et al., 1998; BERTOL et al., 2004).

Os Latossolos pertencem a uma classe de solos de suma importância, tendo em vista o seu potencial de produção e a extensão de área que ocupam no planalto riograndense (SECCO et al., 2005). Estabelecer sistemas de manejos conservacionistas que objetivem a sustentabilidade desses solos é de grande interesse para a região. Do ponto de vista técnico, o sistema de manejo deve contribuir para a manutenção ou melhoria da qualidade do solo e do ambiente, bem como para a obtenção de adequados rendimentos de grãos das culturas ao longo prazo (COSTA et al., 2003; SECCO et al., 2005). O sistema plantio direto, quando conduzido adequadamente, pode possibilitar a recuperação e a preservação da estrutura do solo. De acordo com Albuquerque et al. (1995), a recuperação de solos degradados por meio de plantas de cobertura foi mais efetiva quando estas foram associadas ao preparo reduzido, evidenciando a importância de sistemas de manejo de solo com baixo revolvimento e alto aporte de resíduos vegetais para aumentar o carbono do solo. Segundo Marcolan & Anghinoni (2006), o uso do solo no sistema plantio direto por um período de quatro anos após o revolvimento foi suficiente para o retorno dos atributos físicos do solo próximo à condição original, uma vez que eles não se diferenciaram dos do sistema plantio direto de oito e 12 anos.

A utilização de sistemas de manejo com menor revolvimento do solo, que proporcione acúmulo de resíduos vegetais na

superfície, em áreas anteriormente degradadas pelo preparo inadequado do solo, está possibilitando a recuperação das características físicas (MARCOLAN & ANGHINONI, 2006). Trabalhos com emprego de sistema plantio direto têm demonstrado diminuição da erosão e aumento da taxa de infiltração de água, do diâmetro dos agregados, da atividade microbiana e do rendimento de grãos das culturas (DA ROS et al., 1997; COSTA et al, 2003).

A rotação de culturas ou sistemas de produção de grãos, pela introdução de espécies com sistema radicular agressivo, tais como: aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro e pelo acúmulo de resíduos orgânicos de diferentes natureza e quantidade, podem também alterar as propriedades físicas do solo. Assim, sistemas de rotação de culturas ou de produção de grãos em plantio direto podem determinar essas mudanças nas propriedades físicas do solo. A seguir são apresentados resultados de estudos sobre sistemas de rotação de culturas ou de sistemas de produção grãos, ou ainda sobre sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas, envolvendo cereais de inverno quanto aos aspectos físicos e estruturais do solo.

Efeito de sistemas de manejo e de rotação de culturas nos atributos físicos do solo

A relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo efeito nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (DA ROS et al., 1997; COSTA et al., 2003; SAN-

TOS et al., 2001, 2006). O efeito do manejo sobre os atributos físicos do solo é dependente da textura e mineralogia, as quais influenciam a resistência e a resiliência do solo à determinada prática agrícola (COSTA et al., 2003; Spera et al., 2006b). A resistência mecânica do solo à penetração aumenta com a compactação do solo, sendo restritiva ao crescimento radicular quando acima de certos valores que variam de 1,5 a 3,0 kgf/cm² (BEUTLER et al., 2001).

A rotação de culturas ou sistemas de produção de grãos, sob plantio direto deixa na superfície do solo, após a colheita, resíduos vegetais das diferentes espécies usadas nos referidos sistemas. Esta cobertura vegetal de solo pode alterar, favoravelmente, os atributos físicos do solo.

Entre os sistemas de manejo de solo praticados no sul do Brasil, o sistema plantio direto destaca-se como o mais conservacionista, devido à mínima mobilização de solo, a rotação de culturas requerida e a manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo que promove. A crescente conscientização da eficiência técnica, econômica e ambiental promovida por esse sistema tem proporcionado sua adoção em quatro milhões de hectares no Rio Grande do Sul (FEDE-RAÇÃO..., 2003). A continuidade do plantio direto em sistemas agrícolas anuais tem despertado atenção, por parte dos produtores, para uma aparente degradação estrutural do solo, constatada por dados de pesquisa que demonstram elevação da densidade do solo e redução da porosidade total. Tem sido sugerido que esse problema pode ser oriundo do pé-de-arado remanescente do preparo convencional, que persiste por vários anos após a adoção do sistema plantio direto (BERTOL et al., 2004).

Stone & Silveira (2001), conduziram trabalhos com sistemas de manejo de solo (plantio direto; preparo convencional de solo com arado de discos; preparo convencional de solo com arado e grade de discos; e preparo convencional com grade de discos) e rotação de culturas (Sistema I: soja/trigo; Sistema II: soja/trigo/soja/feijão/arroz/feijão; Sistema III: arroz/feijão; Sistema IV: milho/feijão; Sistema V: arroz consorciado com calopogônio/feijão; e Sistema VI: milho/feijão/milho/feijão/arroz/feijão), envolvendo cereais de inverno, em Latossolo Vermelho distroférico, no município de Santo Antônio de Goiás, GO. O sistema plantio direto mostrou na camada de 0 a 10 cm densidade do solo ($1,39 \text{ Mg/m}^3$) e microporosidade ($0,372 \text{ m}^3/\text{m}^3$) maiores do que o preparo convencional de solo com arado de discos ($1,31 \text{ Mg/m}^3$ e $0,336 \text{ m}^3/\text{m}^3$) e preparo convencional de solo com arado e grade de discos ($1,28 \text{ Mg/m}^3$ e $0,348 \text{ m}^3/\text{m}^3$). Com a porosidade total e a macroporosidade ocorreu o inverso. Por outro lado, maior densidade de solo foi observada nos sistemas I ($1,33 \text{ Mg/m}^3$), II ($1,32 \text{ Mg/m}^3$) e III ($1,31 \text{ Mg/m}^3$), enquanto que a menor densidade do solo foi verificada no sistema VI ($1,27 \text{ Mg/m}^3$), na camada de 0 a 10 cm. Os maiores valores de microporosidade ocorreram nos sistemas I ($0,368 \text{ m}^3/\text{m}^3$), II ($0,366 \text{ m}^3/\text{m}^3$) e III ($0,355 \text{ m}^3/\text{m}^3$) e IV ($0,361 \text{ m}^3/\text{m}^3$) e o menor, no sistema V ($0,331 \text{ m}^3/\text{m}^3$). O efeito dos sistemas de rotação de culturas sobre os atributos físicos do solo, ao longo dos anos, foi mais destacado do que os dos sistemas de manejos de solo.

Costa et al. (2003), avaliaram distintos sistemas de manejo de solo (plantio direto e preparo convencional de solo com arado de discos e grade niveladora) e as seguintes culturas: aveia branca, trigo, cevada, ervilhaca, nabo forrageiro, soja e milho, em rotação, em Latossolo Bruno aluminoférico, no município de Guarapuava, PR, e não encontraram, após 21 anos de

cultivo, diferenças de densidade de solo, macroporosidade, microporosidade e resistência à penetração entre preparo convencional de solo e sistema plantio direto. Porém, os cereais de inverno, sob sistema plantio direto, no período, mostraram acréscimos nos rendimentos: aveia branca, 9%, cevada, 7% e trigo, 6%, em comparação ao preparo convencional com arados de discos, o que, possivelmente, foi reflexo da melhoria na qualidade física do solo.

Secco et al. (2005) conduziram estudo com diferentes sistemas de manejo de solo (Sistema I: plantio direto; Sistema II: plantio direto, com escarificação a cada três anos; Sistema III: plantio direto no verão com escarificação no outono/inverno; Sistema IV: preparo de solo com grande niveladora; e Sistema V: preparo convencional de solo com arado de discos e grade niveladora) e as seguintes culturas: aveia preta, feijão, milho, soja e trigo, em rotação, em Latossolo Vermelho Distrófico típico textura argilosa, no município de Cruz Alta, RS. Os autores observaram que, após cinco anos, a densidade do solo, nas três camadas avaliadas (0 a 7 cm, 7 a 14 cm e 14 a 21 cm) foi maior nos tratamentos com menor mobilização de solo (sistemas I e II), enquanto que com porosidade total e a macroporosidade ocorreu o inverso. A cultura de trigo mostrou-se sensível ao estado estrutural do solo, com os sistemas de manejos do solo com maiores mobilizações (Sistema V) proporcionando condições mais adequadas a esta cultura.

Spera et al. (2007) observaram, em sistemas de manejo de solo (plantio direto, cultivo mínimo, preparo convencional de solo com arado de discos e com arado de aiveca) e de rotação de culturas para cereais de inverno (I: trigo/soja, II: trigosoja e ervilhaca/milho, e III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja), em Latossolo Vermelho distrófico típico, no município de Passo Fun-

do, RS, que o sistema plantio direto mostrou maior densidade de solo do que os demais sistemas de manejo de solo e a floresta subtropical, na camada de 0 a 5 cm (Fig. 1). A floresta subtropical, referência para o estado de alteração pelo uso agrícola, mostrou nas camadas de 0 a 5 cm e 10 a 15 cm maiores porosidade total (Fig. 2) e macroporosidade (Fig. 3) e menores densidade do solo e microporosidade (Fig. 4) que os sistemas de manejo de solo e os de rotação de culturas. A densidade do solo foi menor na camada de 0 a 5 cm do que na camada de 10 a 15 cm na maioria dos sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas, enquanto que com a porosidade total e macroporosidade ocorreu o inverso. A densidade do solo sob rotação de culturas (sistemas II e III) foi menor que sob monocultura (sistema I) (Fig. 5), indicando efeito benéfico dessa prática agrícola sobre a estruturação das camadas superficiais do solo.

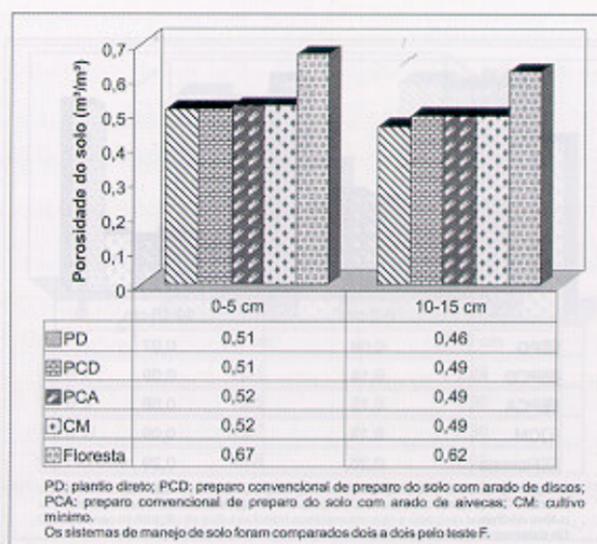


Fig. 1. Valores de densidade de solo, em diferentes camadas e sistemas de manejo de solo, em 2001.

Fonte: Spera et al., 2007.

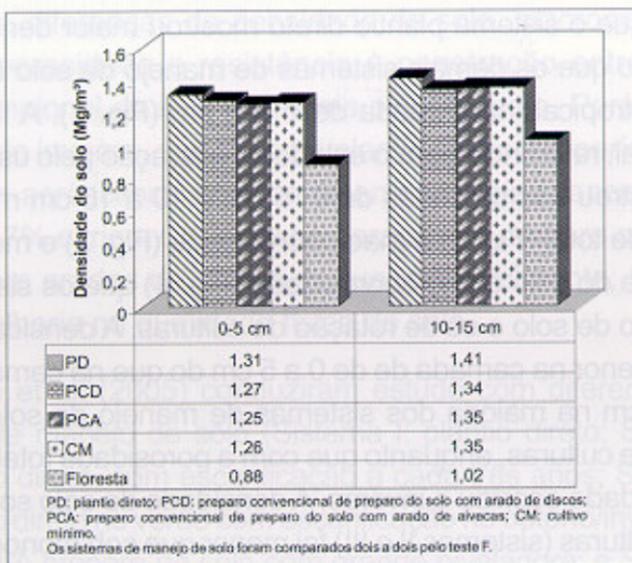


Fig. 2. Valores de porosidade total, em diferentes camadas e sistemas de manejo de solo, em 2001.

Fonte: Spera et al., 2007.

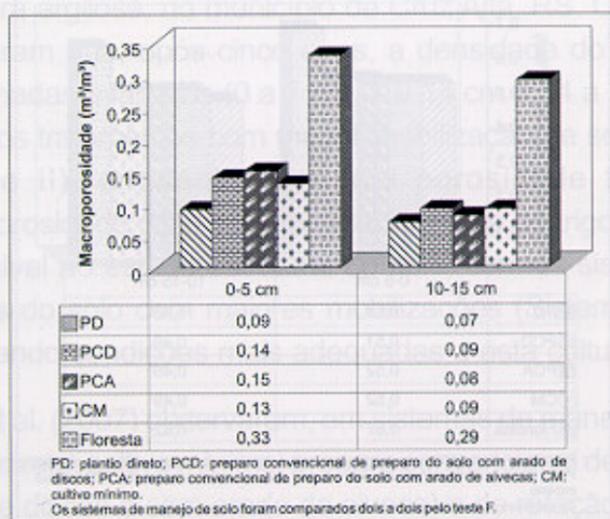


Fig. 3. Valores de macroporosidade, em diferentes camadas e sistemas de manejo de solo, em 2001.

Fonte: Spera et al., 2007.

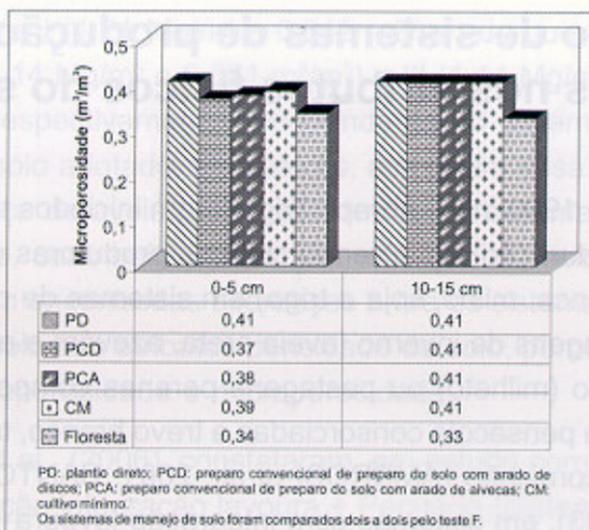


Fig. 4. Valores de microporosidade, em diferentes camadas e sistemas de manejo de solo, em 2001.

Fonte: Spera et al., 2007.

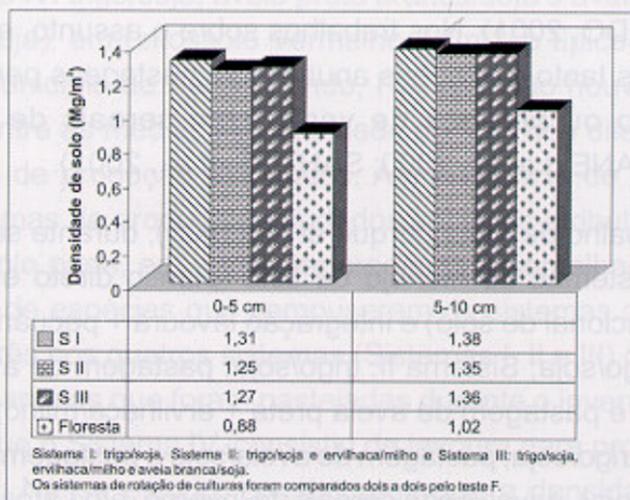


Fig. 5. Valores de densidade de solo, em diferentes camadas e sistemas de rotação de culturas, em 2005.

Fonte: Spera et al., 2007.

Efeito de sistemas de produção de grãos nos atributos físicos do solo

A partir de 1990, na Embrapa Trigo foram iniciados trabalhos de longa duração, envolvendo culturas produtoras de grãos (aveia branca, milho, soja e trigo) em sistemas de produção com pastagens de inverno (aveia preta, azevém e ervilhaca) e de verão (milheto) ou pastagens perenes compostas por festuca ou pensacola consorciadas a trevo branco, trevo vermelho e cornichão (AMBROSI et al., 2001; SANTOS et al., 2001, 2003), em sistemas com integração lavoura + pecuária.

É importante salientar que a integração lavoura-pecuária (sistemas de produção mistos) não se constitui em tecnologia nova, sendo praticada há muitos anos e em vários países (MACEDO, 2001). Nos trabalhos sobre o assunto, estão envolvidas tanto pastagens anuais com pastagens perenes de inverno ou perenes de verão com cereais de inverno (FONTANELI et al., 2000; SANTOS et al., 2001).

No trabalho de Albuquerque et al. (1995), durante seis anos, com sistemas de manejo de solo (plantio direto e preparo convencional de solo) e integração lavoura + pecuária (Sistema: trigo/soja; Sistema II: trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; e Sistema III: trigo/soja, pastagem de aveia/soja e pastagem de aveia preta/soja), envolvendo cereais de inverno, em Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, no município de Cruz Alta, RS, foi observado por estes autores que a densidade do solo na camada de 1,0 a 8,6 cm foi maior e a porosidade total menor

no sistema I ($1,21 \text{ Mg/m}^3$ e $0,542 \text{ m}^3/\text{m}^3$) do que nos sistemas II ($1,14 \text{ Mg/m}^3$ e $0,571 \text{ m}^3/\text{m}^3$) e III ($1,14 \text{ Mg/m}^3$ e $0,569 \text{ m}^3/\text{m}^3$), respectivamente, independente do sistema de manejo de solo adotado. Os autores, atribuíram essa diferença à presença de aveia preta, que devido ao sistema radicular agressivo, contribuiu para a reestruturação do solo. Porém, não foram encontradas diferenças entre os sistemas de manejo de solo nos atributos densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade.

Santos et al., (2006), constataram, em estudo com sistemas de produção integração lavoura + Pecuária (Sistema I: trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta/soja; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema III: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; e Sistema IV: trigo/soja, aveia preta branca/soja e aveia preta branca/soja), em Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, no município de Passo Fundo, RS, que não houve diferenças entre as médias de densidade do solo dos diferentes sistemas de produção estudados. A inexistência de efeitos dos sistemas de produção estudados sobre os atributos físicos do solo pode, em parte, ser creditada à semelhança do conjunto de espécies que compuseram os sistemas de produção. Três dos quatro sistemas (Sistemas I, II e III) consistiam de parcelas que foram pastejadas durante o inverno, enquanto que o Sistema IV, consistiu de lavoura para produção de grãos. Nesse estudo, constatou-se que a densidade do solo foi maior na camada de 0 a 5 cm ($1,50\text{-}1,53 \text{ Mg/m}^3$) do que na camada de 10 a 30 cm ($1,34\text{-}1,38 \text{ Mg/m}^3$), indicando, possivelmente, efeito do pisoteio animal.

Spera et al. (2006a) conduziram estudos com sistemas de produção integração lavoura + pecuária com cereais de inverno (Sistema I: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milho; Sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milheto; Sistema IV: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milheto; Sistema V: trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milheto e; Sistema VI: trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milheto), em Latossolo Vermelho distrófico, no município de Coxilha, RS. Os autores, constatam, na avaliação de 2003, que não houve diferenças do valor de densidade de solo entre os sistemas de produção, em ambas as camadas estudadas. Por outro lado, os sistemas I (1,21 Mg/m³) e III (1,21 Mg/m³), mostraram, na camada de 0 a 5 cm e em todos os sistemas de produção mistos, na camada de 10 a 15 cm, valores muito mais elevados de densidade de solo (1,28 a 1,34 Mg/m³), quando comparados à floresta subtropical (1,08 Mg/m³ e 1,09 Mg/m³, respectivamente). A floresta subtropical mostrou maior porosidade total (0,580 e 0,540 m³/m³) e microporosidade (0,440 e 0,420 m³/m³), em relação a todos os sistemas de produção mistos, em ambas as camadas estudadas, indicando que as condições de estruturação do solo em sistemas naturais são melhores que as de solos sob uso agropecuário. Considerando-se que a densidade de solo tem sido um dos parâmetros usados para avaliação do estado estrutural de solo, as condições verificadas nos sistemas de produção mistos permitem afirmar que não houve indícios de severa compactação de solo, apesar dos valores observados na superfície situarem-se próximos dos valores conside-

rados como críticos para latossolos argilosos ($< 1,40 \text{ Mg/m}^3$) (KLEIN & CÂMARA, 2007). Nessa avaliação, 10 a 15 bovinos foram colocados para pastar durante o dia e em solo relativamente seco, consumindo toda a forragem ofertada em um ou dois dias. Nas variáveis porosidade total, microporosidade e macroporosidade, não foram observadas diferenças entre os sistemas de produção mistos, em ambas as camadas estudadas. A densidade de solo foi maior na camada de 10 a 15 cm do que na de 0 a 5 cm, na maioria dos sistemas de produção integração lavoura + pecuária. Neste caso, a menor intensidade de pisoteio não produziu aumento na densidade do solo.

Spera et al. (2008) conduziram estudo com sistemas de produção integração lavoura + pecuária (Sistema I: trigo/ soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; Sistema II: trigo/ soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema III: trigo/ soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho, após pastagem perene de inverno; Sistema IV: trigo/ soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho, após pastagem perene de verão e; Sistema V: trigo/ soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho, após alfafa), em Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, no município de Passo Fundo, RS. Na avaliação de 2005, não houve diferenças entre os sistemas estudados de densidade do solo, porosidade total e macroporosidade. Por sua vez, os valores de densidade do solo da floresta subtropical, que representa a condição estrutural original do solo, nessa avaliação foi menor, em relação a todos os sistemas estudados nas camadas de 0 a 2 cm e 10 a 15 cm. Porém, a densidade do solo foi menor na camada de 0 a 2 cm, em relação à camada de 10 a 15 cm, enquanto que, para porosidade total e macroporosidade, ocorreu o contrário. Isso,

indica uma provável compactação do solo nesta camada, resultante de histórico anterior de operações de preparo de solo com aração e gradagem. Devemos ressaltar que o sistema I foi destinado exclusivamente à produção de grãos, desde 1993, e não mostrou diferença entre as médias de densidade de solo, quando comparado com o sistema II, que consistia de pastagens e lavoura de produção de grãos desde aquela data.

Ainda, no trabalho de Spera et al. (2008), houve diferença entre as médias de microporosidade dos sistemas de produção mistos. O sistema V ($0,398 \text{ Mg/m}^3$) mostrou maior valor de microporosidade do que os sistemas II ($0,349 \text{ Mg/m}^3$) e IV ($0,349 \text{ Mg/m}^3$), na camada de 10 a 15 cm. Porém, na camada superficial, não houve diferenças entre os valores de microporosidade nos sistemas de culturas anuais e de pastagens perenes, evidenciando que, em sistemas de integração lavoura-pecuária, o pisoteio animal, em lotação adequada, não promove alterações adicionais neste atributo do solo, além daquelas advindas do trânsito de máquinas. Não houve, também, diferenças de microporosidade entre as camadas.

Sumarizando o conteúdo deste capítulo, conclui-se que o sistema plantio direto tende a mostrar maior densidade do solo nas camadas mais profundas e menor porosidade total em comparação aos demais tipos de preparo convencional de solo, embora isso não ocorra em níveis prejudiciais ao rendimento de grãos. Os sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas ou sistemas de produção integração lavoura + pecuária, quando comparados com a floresta subtropical nativa induziram certo grau de degradação estrutural do solo. Na comparação entre sistemas integração lavoura + pecuária

ria, não houve diferenças entre os atributos físicos nos sistemas com e sem integração lavoura-pecuária.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 115-119, 1995.

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.

AMBROSI, I.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; ZOLDAN, S. M. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 10, p. 1.213-1.219, 2001.

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

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.

COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 527-535, 2003.

DA ROS, C. O.; SECCO, D.; FIORIN, J. E.; PETRERE, C.; CADORE, M. A.; PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 241-247, 1997.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, N. D. Calagem compacta solos? Fatos e hipóteses. In: SIMPÓSIO ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, 2., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. 9 p. 1 CD-ROM.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. 2003. **Expansão da área cultivada em plantio direto no Brasil**. Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/pd_area_estados.htm>. Acesso em: dia ago. 2003.

FONTANELI, R. S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H. P. dos; IGNACZAK, J. C.; ZOLDAN, S. M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens de inverno,

em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 11, p. 2129-2137, nov. 2000.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 221-227, 2007.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001, p. 257-283.

MARCOLAN, A. L.; ANGHINONI, I. Atributos físicos de um argissolo e rendimento de culturas de acordo com o revolvimento do solo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 163-170, 2006.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; AMBROSI, I. Análise econômica de culturas de inverno e verão em sistemas de produção mistos sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 9, n. 1/2, p. 121-128, 2003.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 645-653, 2001.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O.; DENARDIN, J. E. Atributos físicos e químicos de solo em sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens anuais sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 12, n. 1/2, p. 73-81, 2006.

SECCO, D.; DA ROS, C. O.; SECCO, J. K.; FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um Latossolo Vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 407-414, 2005.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; KOCHHANN, R. A. Efeito de sistemas de manejo em atributos físicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 13, n. 1/2, p. 61-68, 2007.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; MENTZ, D. A. Efeito de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto após dez anos em alguns atributos físicos do solo. In REUNIÃO DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28.; REUNIÃO BRASILEIRA DE MICORRIZAS, 11.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 10.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BOLOGIA DO SOLO, 7., 2008, Londrina. **Fertbio 2008**: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambientais. Anais. Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR: UEL, 2008. 1 CD-ROM.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Atributos físicos do solo em sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto após dez anos. In: Embrapa Trigo. **Soja**: resultados de pesquisa 2005/2006. Passo Fundo, 2006a. p. 142-164. (Embrapa Trigo. Documentos, 68).

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeito de pastagens de inverno e de verão em características físicas do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1193-1200, 2006b.

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. 2, p. 395-401, 2001.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, 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.

Introdução

A tecnologia desenvolvida pelas instituições brasileiras de pesquisa agrícola que se dedicam ao cultivo de cereais de inverno tem evoluído constantemente, obtendo cultivares com potencial produtivo acima de 5,0 t/ha.

Hoje, os estudos dos efeitos de práticas culturais sobre as doenças, o desenvolvimento de cultivares resistentes aos parasitas biotróficos e o estabelecimento dos limites de dano econômico para muitas doenças permitem administrar, com segurança, as indicações para o controle químico das doenças dos órgãos aéreos (MAIN, 1977). Nesse sentido, acúdes fungicidas, com princípios ativos mais eficazes e menos agressivos ao ambiente estão sendo pesquisados e empregados por um grande número de produtores.

STONENBERG, E. J.; VIEIRA, S. M. Efeitos dos sistemas de preparo do solo e da rotação de culturas na produtividade e fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Winkler, v. 25, n. 3, p. 592-601, 2001.

TORMENA, C. A.; ROJOFF, G.; SA, J. C. M. Propriedades físicas e químicas do solo em sistemas de produção de grãos em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 1, p. 61-68, 2007.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; MENTZ, D. A. Efeito de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto após dez anos em alguns atributos físicos do solo. In: REUNIÃO DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28.; REUNIÃO BRASILEIRA DE MICORRIZAS, 11.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 10.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BOLOGIA DO SOLO, 7., 2008, Londrina. *Fertbio 2008: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambientais*. Anais. Londrina: Embrapa Soja; SBCS; IAPAR; UEL, 2008. 1 CD-ROM.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Atributos físicos do solo em sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto após dez anos. In: Embrapa Trigo. *Soja: resultados de pesquisa 2005/2006*. Passo Fundo, 2006a. p. 142-164. (Embrapa Trigo. Documentos, 68).

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeito de pastagens de inverno e de verão em características físicas do solo, sob plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1193-1200, 2006b.