

EFEITOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS ENVOLVENDO PASTAGENS SOB PLANTIO DIRETO APÓS DOZE ANOS EM ALGUNS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

EFFECTS OF GRAIN PRODUCTION SYSTEMS INCLUDING PASTURES UNDER NO-TILLAGE ON SOIL PHYSICAL PROPERTIES TWELVE YEARS

SPERA, S.T.^{1,2}; SANTOS, H.P. dos¹; FONTANELI, R.S.^{1,3}; MENTZ, D.A.⁴

¹ Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS; ² Doutorado do curso de pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal na UPF-FAMV.; ³ Bolsista do CNPq e-mail: spera@cnpq.embrapa.br; hpsantos @; renatof@; ⁴ Acadêmico de agronomia da FAMV/UPF.

Resumo

Os atributos físicos de solo foram avaliados num Latossolo Vermelho Distrófico típico, em Passo Fundo, RS, em ensaio, doze anos após o estabelecimento (2000, 2002 e 2005) em cinco sistemas de produção que integravam culturas produtoras de grãos, pastagens de inverno e pastagens perenes – 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 [pastagens perenes da estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; sistema IV [pastagens perenes da estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; e sistema V (alfafa para feno) que foi acrescentado como tratamento adicional, com repetições em áreas contíguas ao experimento, em 1994. Porém, no verão de 2002, nos sistemas III, IV e V, o que era lavoura retornou a pastagem e o que era pastagem retornou a lavoura. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições. Nos sistemas III e IV não foram verificadas alterações nos atributos físicos sugerindo que pisoteio animal não agravou a compactação do solo já existente. A densidade de solo aumentou da camada 0-5 cm ou 0-2 cm para a camada 10-15 cm em todos os sistemas estudados, enquanto que para porosidade total aconteceu o inverso. O pisoteio com bovinos não agravou a compactação, entretanto, a presença de pastagens perenes ou anuais de inverno, não promoveu redução da compactação de solo.

Abstract

Soil physical was evaluated on a typical dystrophic Red Latosol (Typic Haplorthox) located in Passo Fundo, State of Rio Grande do Sul, Brazil, after twelve years under mixed production systems (1993, 2000, 2002 and 2005). The effects of production systems integrating grain production with winter annual and perennial pastures under no-tillage were assessed. Four production systems were evaluated: system I (wheat/soybean, whiteoat/soybean, and common vetch/corn); system II (wheat/soybean, white oat/soybean, and grazed black oat + grazed common vetch/corn); system III [perennial cool season pastures (fescue + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; and system IV [perennial warmseason pastures (bahiagrass + black oat + rye grass + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; and system V (alfalfa as hay crop), which was established in an adjacent area in 1994. But, in the summer of 2002, in the systems III, IV and V of what was cropp returned of pasture and what of was pasture returned of cropp. The treatments were arranged in a randomized complete block design, with four replications. In the systems III and IV, alterations in the soil physical attributes were not observed, suggesting that animal weight load did not increase pre-existing soil compaction. In the systems studied soil dry bulk density increased from the top layer (0-5 cm) to deeper layers (10-15 cm), while the reverse was observed with total porosity. Animal weight load did not increase soil compaction, but, perennial and winter annual pastures did not mitigate soil compaction.

Introdução

As propriedades físicas de solo têm influência direta no desenvolvimento de culturas e conseqüentemente no rendimento de grãos das espécies. A densidade de solo é parâmetro que serve como índice de compactação e é muito usado na avaliação do estado estrutural de

solos (Albuquerque et al., 2001). Há indicações da existência de limites críticos de densidade de solo ao crescimento radical, variável para tipos de solos e de plantas (Resende, 1995).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens anuais de inverno e pastagens perenes, em sistema plantio direto, após doze anos de cultivo, sobre alguns atributos físicos do solo.

Material e Métodos

Os tratamentos consistiram de quatro sistemas de produção integrando produção de grãos (aveia branca, milho, soja e trigo), pastagens anuais de inverno (aveia preta, azevém e ervilhaca) e pastagens perenes (alfafa, cornichão, festuca, pensacola, trevo branco e trevo vermelho), sendo eles definidos: 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 [pastagens perenes da estação fria (festuca + trevo branco + cornichão)]; sistema IV [pastagens perenes da estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão)]; e sistema V (alfafa para feno), acrescentado como tratamento adicional, com repetições em parcelas contíguas ao experimento, estabelecido em 1994. Porém, no verão de 2002, nos sistemas III, IV e V, o que era lavoura retornou a pastagem e o que era pastagem retornou a lavoura. As pastagens anuais de inverno e as pastagens perenes foram pastejadas por bovinos mestiços, duas e cinco vezes por ano, respectivamente, com carga animal equivalente a 15 a 20 UA ha⁻¹ por 12 h cada pastejo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Em 2002 e 2005, um fragmento de floresta subtropical com araucárias, adjacente ao experimento, também foi amostrado, com o mesmo número de repetições. Em maio de 2000, foram coletadas amostras indeformadas de solo, em duplicata, com anéis de 5 cm de altura e volume de 207 cm³, nas profundidades de 0-5 cm e 10-15 cm, enquanto que, em maio de 2002 e setembro 2005 foram nas profundidades de 0-2 cm e 10-15. A amostragem foi efetuada uma semana após chuva de 40 mm, em condições adequadas para coleta, e destinada às análises físicas de solo. Na análise de densidade do solo, foi usado o método do anel volumétrico. A porosidade total foi obtida pela percentagem de saturação em volume. A microporosidade foi considerada como o conteúdo do volume de água equilibrada na mesa de tensão a 0,60 m de coluna de água, enquanto a macroporosidade foi calculada por diferença de volume entre a porosidade total e a microporosidade, conforme Embrapa (1997).

Resultados e Discussão

Nas avaliações de 2002 e de 2005, o valor da densidade do solo, na maioria dos sistemas e camadas, apresentou valor menor do que o verificado nos sistemas e camadas estudadas, em 2000. Em 2000, os sistemas I, II e IV apresentaram valores para densidade do solo maior que os do sistema V, nas camadas de 0-5 e 10-15 cm. O sistema III mostrou valor para densidade do solo maior que o do sistema V apenas na camada 0-5 cm. O sistema II apresentou valor para densidade do solo, em comparação ao sistema III, na camada 10-15 cm. O sistema I foi destinado exclusivamente à produção de grãos, desde 1993, não mostrou diferenças entre as médias para densidade do solo, em comparação com os sistemas II, III e IV, denominados sistemas mistos, ou seja, constituídos de parcelas que foram pastejadas durante o inverno e o verão. No sistema II, as parcelas foram pastejadas uma ou duas vezes, durante o inverno, enquanto aos sistemas III e IV, de quatro a cinco vezes por ano. Em 2002, houve somente diferença entre os sistemas na camada 10-15 cm, em que o sistema V apresentou menor densidade de solo, em relação aos demais sistemas. Em 2005, não houve diferença entre os sistemas estudados para densidade do solo, nas camadas 0-2 e 10-15 cm. A menor densidade do solo, principalmente na camada 10-15 cm, no sistema V, em 2000 e 2002, pode ser atribuída ao revolvimento de solo, efetuado em setembro de 1999, que se fez necessário na área, devido a infestação de plantas daninhas de folha larga. Pode-se inferir que o manejo de solo teve maior influência no estado de compactação do solo que o trânsito de máquinas ou o pisoteio animal. A floresta subtropical (FST), que representa a condição estrutural original do solo, nessas avaliações, teve menor densidade do solo, em relação a todos os sistemas estudados nas camadas de 0-5 ou 0-2 cm e 10-15 cm.

Deve-se ressaltar que o sistema I se destina exclusivamente à produção de grãos, desde 1993, e não apresentou diferenças entre as médias para densidade de solo, quando comparado com o sistema II, que foi consistido por pastagens e lavoura de produção de grãos desde a mesma data. Convém também salientar que, o sistema II vinha sendo pastejado uma

ou duas vezes durante o inverno, durante todo esse período. Considerando que a densidade do solo tem sido um dos atributos usados para avaliação do estado estrutural do solo, as condições verificadas nos quatro primeiros sistemas permitem afirmar que não houve compactação de solo na superfície.

No presente estudo, a densidade do solo foi menor na camada de 0-5 cm ou 0-2 cm, em relação à camada de 10-15 cm, indicando provável compactação residual do solo nesta profundidade, resultante de operações anteriores de preparo de solo com aração e gradagem. Ao contrário do que se poderia esperar, o pisoteio de animais nas parcelas com pastagens anuais de inverno e perenes, na lotação e frequência adotada, mesmo que em condições de solo úmido e de biomassa da pastagem similares, não levou, principalmente na camada de 0-5 cm ou 0-2 cm, à obtenção de maiores valores para densidade do solo nos tratamentos III, IV e V, quando comparados ao do sistema I, dedicado exclusivamente à produção de grãos.

O valor de porosidade total, nos sistemas II, em 2002 e 2005 foi maior do que o de 2000, na camada 0-5 cm ou 0-2 cm, enquanto que na camada 10-15 cm, ocorreu o inverso. Em 2000, o sistema V e a FST mostraram maior porosidade total do que os sistemas I, II e IV para ambas as camadas. A porosidade total no sistema V foi ainda superior à do sistema III somente na camada 0-5 cm. A FST apresentou maior porosidade total, em relação ao sistema III, em ambas as camadas estudadas. Em 2002, houve somente diferença entre os sistemas estudados quanto a porosidade total somente, na camada 10-15 cm. O sistema V apresentou maior porosidade total do que os sistemas I e II. Além disso, o sistema III foi superior ao sistema II, na mesma camada. Em 2005, não houve diferença entre os sistemas estudados para porosidade total, em ambas as camadas estudadas. Por sua vez, como era de se esperar a FST apresentou maior valor de porosidade total do que os sistemas de produção e camadas estudadas. As diferenças podem ser atribuídas ao efeito de presença de gramíneas forrageiras no sistema, à intensidade variável de trânsito de máquinas e ao revolvimento do solo. Nos anos de 2000 e 2002, no caso do sistema V, a maior porosidade total em relação aos demais sistemas pode ser relacionada com a menor densidade do solo, podendo ser atribuída ao efeito residual do revolvimento do solo.

A porosidade total para a maioria dos sistemas estudados diminuiu da camada de 0-5 cm ou 0-2 cm para a camada de 10-15 cm, indicando degradação da estrutura do solo. A diminuição da porosidade total da camada superficial, em relação a camada mais profunda, indica degradação da estrutura do solo, inclusive, pela formação de “pé-de-arado” (ou pé-de-grade). Maior valor para porosidade total na camada superficial (0-5 cm ou 0-2 cm) reflete menor densidade do solo e pode ser atribuída ao acúmulo de material orgânico na camada superficial, considerando o manejo do solo sem revolvimento, enquanto menor porosidade total na camada abaixo de 5 cm ou 2 cm reflete maior densidade do solo e é provavelmente explicada por modificações na estrutura advindas do pisoteio animal ou trânsito de máquinas ou implementos.

Os valores de microporosidade, nos sistemas I, III, IV e V, em 2002 foram maiores do que os de 2000, em ambas as camadas estudadas. Nessa avaliação, houve aumento dos microporosidade na maioria dos sistemas estudados, o que é favorável para a continuação do manejo de solo sob plantio direto, desde que, acompanhado de acréscimo na macroporosidade. Em 2000, houve diferenças entre as médias para microporosidade. O sistema V apresentou maior valor para microporosidade que os sistemas I e II, em ambas as camadas estudadas. Além disso, na camada 10-15 cm, a microporosidade do sistema V foi superior à do sistema IV. Neste ano, a condição original de estruturação do solo (FST) indica maior valor de microporosidade, em relação aos sistemas I, II, III e IV, somente na camada de 0-5 cm. Em 2002, o sistema I apresentou maior valor de microporosidade do que o sistema IV, na camada 0-2 cm. Por outro lado, o sistema I, II, III e IV, mostraram menor valor de microporosidade, em relação ao sistema V, na camada 10-15 cm.

Em 2005, não houve diferença entre os sistemas estudados para microporosidade, na camada 0-2 cm. Porém, na camada 10-15 cm, o sistema V apresentou maior valor de microporosidade do que os sistemas II e IV e menor do que os sistemas I e III. Em 2000 e 2002, a maior microporosidade, no sistema V, pode ser resultado das alterações estruturais promovidas pelo revolvimento de solo, em 1999. Em 2000, não houve diferenças entre as profundidades do solo para microporosidade nos sistemas de produção estudados. Em 2002, o valor da microporosidade nos sistemas I e II, diminuiu da camada 0-2 cm para a camada 10-15 cm. Em 2005, não houve diferença entre as profundidades para microporosidade.

O valor de macroporosidade, no sistema II, em 2002 e 2005 foi maior do que os de 2000, em ambas as camadas estudadas. O aumento dos macroporos torna esse sistema mais importante do ponto de vista de manejo para conservação de solo. O intenso trânsito de máquinas e o pisoteio de animais, no sistema II, embora ocorridos em momentos distintos, podem ter contribuído para a redução da macroporosidade nessa camada. Em 2000, a FST apresentou maior macroporosidade, em comparação aos sistemas II e III, em ambas as camadas estudadas. Porém, na camada 10-15 cm, a FST mostrou maior valor para macroporosidade apenas, em relação aos sistemas I, IV e V. Isso indica que a macroporosidade está mais sujeita a mudanças imposta pelo manejo do que a microporosidade. Ainda nessa mesma camada, os sistemas III e V apresentaram maior macroporosidade que o sistema II. Em 2002, a inexistência de diferenças de valores de macroporosidade, entre sistemas, como os sistemas IV e V, sugerem que a mesma está mais sujeita às mudanças impostas pelo manejo de solo do que a microporosidade. O sistema IV apresentou valor macroporosidade mais elevada do que o sistema V. Isso indica que a macroporosidade está sujeita a mudanças impostas pelo manejo de solo (o solo foi revolvido, no sistema V, em 1999). Em 2005, não houve diferença para microporosidade, entre os sistemas estudados, em ambas as camadas estudadas.

A macroporosidade, nos sistemas submetidos à ação antrópica, diminuiu da camada de 0-5 cm ou 0-2 cm para a camada de 10-15 cm. Em todos os sistemas estudados, maiores valores de macroporosidade nas camadas superficiais refletem influência da matéria orgânica na estruturação de solos. Em todos os anos estudados, a densidade do solo aumentou da camada superficial para a camada mais profunda e, em consequência, para porosidade total e macroporosidade ocorreu o inverso, uma vez que esses atributos são dependentes entre si.

A densidade do solo aumentou da camada superficial para a camada mais profunda, ao passo que com a porosidade total, micro e macroporosidade ocorreu o inverso, uma vez que esses atributos são dependentes e inversamente proporcionais entre si. Na comparação entre 2002 e na avaliação de dois anos antes (2000), o sistema III, constituído por pastagem de festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão foi o que mais contribuiu para a melhoria do solo, pois diminuiu a densidade do solo e aumentou a micro e a macroporosidade.

Conclusões

Nos sistemas em integração lavoura e pecuária (III e IV), não foi verificada alteração significativa nos atributos densidade do solo, porosidade total, microporosidade e macroporosidade, sugerindo que o pisoteio animal, na lotação adotada no presente estudo, não agravou a compactação do solo, além dos níveis observados anteriormente ao pisoteio.

Nos sistemas I, II, III e IV, a densidade do solo aumentou da camada 0-5 cm ou 0-2 cm para a camada 10-15 cm, enquanto que para a porosidade total e para a macroporosidade observou-se o inverso.

Em todos os sistemas estudados, a microporosidade diminuiu da camada superficial para a camada 10-15 cm.

A introdução de bovinos, com lotação animal adequada, em períodos curtos de manejo rotacionados não agravou a compactação do solo, entretanto, as pastagens perenes ou anuais de inverno, não atuaram na atenuação da compactação, devido ao pisoteio animal.

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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Brasília, 1997. 212p. (EMBRAPA CNPS. Documentos, 1)

RESENDE, P.C.S. **Resistência mecânica e sua variação com a umidade e com a densidade do solo em Latossolo Vermelho-escuro do Cerrado**. UNESP-FCA, Botucatu, 1995. 64 p. (Dissertação de Mestrado)