

EFEITO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SOB PLANTIO DIRETO EM ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

Silvio Tulio Spera¹, Henrique Pereira dos Santos^{2,3}, Renato Serena Fontaneli^{2,4}
e Leandro Vargas²

¹ Pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril. Rua dos Jacarandás, 2.639, CEP 78550-003 Sinop, MT. E-mail: silvio.spera@embrapa.br. ² Pesquisador da Embrapa Trigo. Caixa Postal 451, CEP 99001 Passo Fundo, RS. E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br; renatof@cnpt.embrapa.br; vargas@cnpt.embrapa.br. ³ Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. ⁴ Professor Titular da FAMV, Universidade de Passo Fundo - UPF.

O sistema de produção com integração lavoura e pecuária (SPILP) tem sido utilizado com sucesso em pequenas e grandes propriedades rurais. No caso de áreas extensas, a produção animal é representada por bovinos de corte, e a produção vegetal é constituída por culturas demandantes de intensa mecanização, como a soja. Já em propriedades que não dispõem de extensas áreas agrícolas, que são a maioria dos estabelecimentos rurais da região Sul do Brasil, a produção animal, em geral, é representada por bovinos destinados à produção de leite e ovinos para produção de carne. No que diz respeito ao uso de pastagens perenes de inverno ou de verão, por alguns anos, com intercalação de culturas anuais destinadas à produção de grãos, ainda não há informações suficientes sobre os efeitos nos atributos do solo com sistema plantio direto (SPD). Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de SPILP com SPD sobre alguns atributos físicos do solo.

O experimento foi conduzido em Passo Fundo, RS, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico. Os tratamentos consistiram originalmente em cinco SPILPs: sistema I: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; sistema II; trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta e ervilhaca/milho; sistema III: pastagens perenes de estação fria (festuca, trevo branco, cornichão); sistema IV: pastagens perenes de estação quente (pensacola, aveia preta, azevém, trevo vermelho, cornichão); e sistema V: alfafa

para feno. Todas as espécies, de inverno e de verão, foram manejadas com plantio direto, exceto no tratamento V, que o solo foi preparado com aração e duas gradagens, em 1999. Em abril de 2005 e de 2008, foram coletadas três amostras indeformadas de solo por parcela, nas camadas de 0-2 cm e 10-15 cm, que foram destinadas às análises físicas de solo. A fim de comparação, também foram coletadas amostras de solo, nas mesmas profundidades, em floresta subtropical. Para determinar a densidade do solo e a porosidade total, foi usado o método do anel volumétrico (CLAESSEN, 1997). A microporosidade foi considerada como conteúdo volumétrico de água, remanescente na amostra, após extração na mesa de tensão a 60 cm de coluna de água, e a macroporosidade calculada por diferença entre a porosidade total e a microporosidade. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo a área da unidade experimental igual a 400 m². Os SPILPs foram comparados para cada atributo físico de solo, numa determinada camada amostrada. E as camadas de solo amostradas foram comparadas no mesmo SPILP. As médias dos atributos físicos dos SPILPs foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A maioria dos SPILPs, em 2008, em ambas as camadas, mostraram menor densidade do solo (DS) em relação a 2005 (Tabela 1). Em 2008, houve diferenças entre os valores de DS das camadas estudadas. O sistema I mostrou, na camada de 0-2 cm, maior DS do que os sistemas III e IV, enquanto que, na camada de 10-15 cm, foi maior em comparação ao sistema V. Em ambas as camadas, o solo da floresta subtropical (FST) mostrou menor valor de DS, em relação aos SPILPs. Estes valores de DS foram menores na floresta subtropical, pois os SPILPs foram submetidos a atividades agropecuárias intensas por muitos anos, promovendo, entre outros efeitos negativos, o aumento verificado na DS. A menor DS, principalmente na camada de 10-15 cm, no sistema V, em 2008, pode ser atribuída ao revolvimento de solo, efetuado em setembro de 1999, que se fez necessário na área, em virtude da infestação de plantas daninhas de folha larga. Deve-se ressaltar que, desde 1993, o sistema I é caracterizado pela produção de grãos, exclusivamente, e não mostrou diferenças entre as médias de DS quando

comparado com o sistema II que é constituído por pastagens e lavoura de grãos desde aquela mesma data, e que o sistema II foi submetido ao pastejo, uma ou duas vezes durante cada inverno, durante todo este período.

Como a DS ainda tem sido um atributo físico usado na avaliação do estado estrutural do solo, os valores encontrados levam a concluir que existe compactação de solo nos SPILPs estudados, embora os valores observados nas camadas mantiveram-se abaixo de um valor considerado limitante ao enraizamento das espécies, o qual situa-se, em latossolos argilosos de Passo Fundo, ao redor de $1,40 \text{ Mg m}^{-3}$. Neste estudo, 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. Foi verificada diferença, para o valor de DS, entre as camadas amostradas. A DS foi maior na camada de 10-15 cm, em relação à camada de 0-2 cm, em todos os SPILPs. Isso indica a presença de camada compactada a partir dos 10 cm de profundidade em todos os SPILPs.

Em 2008, a maioria dos SPILPs mostraram, na camada de 0-2 cm, menores valores de porosidade total (PT) do que na avaliação feita em 2005 (Tabela 1). Por outro lado, não houve diferença da PT entre os SPILPs na camada de 0-2 cm. Mas, na camada de 10-15 cm, o sistema V mostrou maior valor de PT em relação aos sistemas I e II. Contudo, o solo da FST, em ambas as camadas estudadas, mostrou valores maiores de PT em relação aos SPILPs. As diferenças atuais na PT entre os tratamentos podem ser atribuídas ao efeito da presença de diferentes tipos de sistemas radiculares, extenso ou não das espécies forrageiras. A PT foi maior na camada de 0-2 cm do que na camada de 10-15 cm. No caso da FST, o acúmulo constante de serrapilheira na camada superficial, determina, além da menor DS, maior PT, em comparação à camada de 10-15 cm.

Em 2008, a maior parte dos SPILPs, em ambas as camadas estudadas, mostraram menores valores de microporosidade (MI), em relação ao observado em 2005 (Tabela 1). Não houve, na camada 0-2 cm, diferença entre as médias dos valores de MI dos SPILPs. A condição estrutural original do solo na FST indica haver maior MI em relação aos sistemas I, II, III, IV e V, mas, somente na camada de 0-2 cm. Pois, o solo, na camada 10-15 cm, no sistema V, mostrou maior MI do que os sistemas II e IV, não diferindo dos sistemas I e III e nem da

floresta. Porém, no caso do sistema V, a maior MI pode ser resultado das alterações estruturais promovidas pelo revolvimento de solo, em 1999. Nos sistemas III, IV e V, a MI foi menor na camada de 0-2 cm do que na camada de 10-15 cm, mas não diferiu, entre as camadas de 0-2 e 10-15 cm, nos sistemas I e II e na FST.

Em ambas as camadas estudadas, os valores de macroporosidade (MA), em 2008, em todos os SPILPs, exceto no sistema 1, foram maiores do que o observado em 2005. Em 2008, não houve diferença na MA da maioria dos SPILPs e nestes e a FST, na camada superficial. Porém, a FST, na camada de 10-15 cm, mostrou maior MA, em relação aos SPILP. A MA na camada superficial foi maior em todos SPILPs, em comparação a camada de 10-15 cm. Os valores da MA se correlacionaram fortemente ao da PT. Assim, na maioria dos SPILPs, os maiores volumes de macroporos nas camadas superficiais foram favorecidos pela melhor agregação promovida pela MOS.

Observa-se que, nos SPILPs estudados ocorreu maior DS e menor PT, em ambas as camadas, em comparação aos valores da FST (Tabela 1). A área onde se instalou o experimento foi submetida, durante longo período, ao preparo convencional com aração e gradagens. Isso pode explicar a diferença entre os valores de cada atributo físico, verificada em todos os tratamentos, entre as camadas de 0-2 cm e de 10-15 cm, indicando presença de efeito residual de pé-de-arado. As operações de semeadura, de tratos fitossanitários e de colheita nos tratamentos sem pastagens foram mais intensas que nos tratamentos com pastagens, tanto as anuais de inverno como perenes (sistemas II, III e IV). O pisoteio, após quatro anos, nos tratamentos com pastagens anuais de inverno, não parece ter afetado os atributos físicos de solo o suficiente para promover prejuízos ao rendimento de culturas. A cada ano, o pastejo ocorreu por duas ou três vezes no inverno e três ou quatro vezes no verão, com duração de, no máximo, dois dias em cada pastejo, com dez a quinze animais.

Finalmente, observou-se que, a densidade de solo é maior na camada de 10-15 cm do que na camada de 0-2 cm em todos os SPILPs, indicando que o pisoteio animal não intensifica a compactação da camada superficial. Na maioria dos SPILPs, houve redução dos macroporos e aumento da densidade na camada de

10-15 cm em relação à camada de 0-2 cm, não sendo possível, portanto, associar-se compactação do solo ao pisoteio dos animais mas, eventualmente, ao possível efeito residual das operações anteriores de aração e gradagem do solo.

Referência

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

Tabela 1. 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 sistemas de produção com integração lavoura e pecuária (SPILPs), em 2005 e 2008. Passo Fundo, RS.

Sistemas de produção	2005		2008	
	Camada (cm)			
	0-2	10-15	0-2	10-15
	Densidade do solo (Mg m^{-3})			
Sistema I	1,13 aB	1,46 aA	1,15 aB	1,44 aA
Sistema II	1,16 aB	1,46 aA	1,14 abB	1,44 aA
Sistema III	1,07 aB	1,42 aA	0,99 cB	1,36 abA
Sistema IV	1,09 aB	1,40 aA	1,02 bcB	1,39 abA
Sistema V	1,08 aB	1,40 aA	1,03 abcB	1,31 bA
Floresta subtropical	0,85 bB	1,17 bA	0,86 dB	1,05 cA
	Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)			
Sistema I	0,575 aA	0,435 cB	0,532 bA	0,440 cdB
Sistema II	0,555 aA	0,430 cB	0,534 bA	0,430 dB
Sistema III	0,585 aA	0,455 bcB	0,543 bA	0,479 bcB
Sistema IV	0,573 aA	0,452 bcB	0,577 bA	0,450 bcdB
Sistema V	0,574 aA	0,473 abB	0,555 bA	0,479 bB
Floresta subtropical	0,649 aA	0,485 aB	0,657 aA	0,531 aB
	Microporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)			
Sistema I	0,358 aA	0,351 bA	0,343 bA	0,358 abcA
Sistema II	0,375 aA	0,349 bB	0,335 bA	0,336 cA
Sistema III	0,364 aA	0,361 bA	0,313 bB	0,369 abA
Sistema IV	0,358 aA	0,352 bA	0,322 bB	0,348 bcA
Sistema V	0,360 aB	0,398 aA	0,327 bB	0,379 aA
Floresta subtropical	0,373 aA	0,370 bA	0,380 aA	0,365 abA
	Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)			
Sistema I	0,217 aA	0,084 aB	0,188 cA	0,082 bB
Sistema II	0,180 aA	0,081 aB	0,199 bcA	0,094 bB
Sistema III	0,222 aA	0,094 aB	0,230 abcA	0,099 bB
Sistema IV	0,214 aA	0,101 aB	0,255 abA	0,103 bB
Sistema V	0,215 aA	0,075 aB	0,228 abcA	0,100 bB
Floresta subtropical	0,277 aA	0,114 aB	0,276 aA	0,165 aB

I: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; II: trigo/soja, aveia branca/soja pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; III: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho após pastagem perene de inverno; IV: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho após pastagem perene de verão; e V: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho após alfafa. Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical, entre SPILPs e a mesma letra maiúscula, na horizontal entre as camadas de cada SPILP, não mostram diferenças significativas, pelo teste de Duncan ao nível de 5%.