

RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO NUM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Karina Maria Vieira Cavalieri⁽¹⁾; Leonardo Petean⁽²⁾; Cássio Antônio Tormena⁽³⁾; Sérgio José Alves⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Professor do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola; Universidade Federal do Paraná- UFPR, Rua dos funcionários, 1540, Curitiba-PR, CEP 80035-050, Endereço eletrônico (E-mail: karina.cavalieri@ufpr.br); ⁽²⁾ Professor do departamento de Agronomia, Faculdade Integrado de Campo Mourão, Campo Mourão, Rodovia BR 158, KM 207, CEP: 87300-970 Campo Mourão Paraná; ⁽³⁾ Professor do Departamento de Agronomia; Universidade Estadual de Maringá –UEM, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900 Maringá – PR.; ⁽⁴⁾ Pesquisador do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). CP 481, 86001-970, - Londrina, PR, Brasil. E-mail: sja@iapar.br

Resumo – A integração lavoura-pecuária pode ser definida como a alternância temporária ou em rotação, numa mesma área, de culturas de grãos e pastagens destinadas à produção animal. Alguns estudos mostram que o pisoteio do gado compacta o solo, enquanto outros demonstram que com carga animal adequada, suspensão do pastejo em condições de solo úmido e manutenção de cobertura adequada do solo, não há influência negativa na produtividade das culturas de verão. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência à penetração (RP) em um Latossolo Vermelho distroférico após seis anos sob sistema de integração lavoura-pecuária (SILP). O estudo foi conduzido numa área com sistema de integração lavoura-pecuária implantado em 2002 na Fazenda Experimental da COAMO – Cooperativa Agroindustrial, no município de Campo Mourão, Paraná. Os tratamentos foram constituídos de diferentes níveis de alturas de pastejo da forragem em 7, 14, 21 e 28 cm e um tratamento sem pastejo, denominado testemunha. Os resultados indicaram que a maior RP foi constatada na altura de pastejo de 7 cm, seguida pela de 14, 21, 28 cm e testemunha, respectivamente, para a camada entre 7 e 10 cm do solo, com valores médios de 4,46, 4,09, 3,37 e 2,96 MPa, respectivamente. Abaixo desta camada os valores de RP diminuíram, no entanto, mantiveram-se acima de 2,5 MPa. O tratamento sem pastejo apresentou valores médios abaixo de 2,5 MPa em toda profundidade estudada (40 cm). Foi constatada maior RP até a profundidade de 10 cm, verificando-se que os valores de RP aumentaram com o aumento na intensidade do pastejo.

Palavras-Chave: compactação do solo; níveis de altura de pastejo.

INTRODUÇÃO

O sistema de integração lavoura-pecuária (SILP) pode ser definido como a alternância temporária ou a rotação, numa mesma área, de culturas de grãos e pastagens destinadas à produção animal. No sul do Brasil, esta prática se

baseia na semeadura de forrageiras de inverno para o pastejo do gado em rotação com culturas de verão. Aveia, azevém e trevo são as culturas que podem ser cultivadas isoladas ou em misturas no período do inverno, com dupla finalidade: alimentar os animais no período de inverno e produzir biomassa para cobrir o solo para as culturas do verão (Fontaneli et al., 2000), em sistema de semeadura direta. Ambrosi et al. (2001) constataram que sistemas de produção com um inverno de pastagem e um de lavoura (trigo/soja/aveia preta+ervilhaca pastejadas/milho) apresentam maior rentabilidade e menores riscos que sistemas com dois invernos de pastagem e uma de lavoura e sistema somente com lavoura. Estas constatações corroboram ainda mais para a adoção deste sistema agrícola.

Propriedades físicas do solo, diretamente relacionadas com o crescimento e desenvolvimento de plantas, como a resistência à penetração (RP), podem ser afetadas de acordo com o manejo empregado, podendo levar a ocorrência de elevados níveis de compactação do solo em sistema de integração lavoura-pecuária. Segundo Brown e Evans (1973) a quantidade de pisoteio é determinante na compactação do solo, devendo ser utilizadas práticas que reduzam o caminhar dos animais, tais como disponibilidade de forragem e água e redução da duração de pastejo, diminuindo assim os danos provocados sobre o solo e à pastagem. Neste sentido, Conte et al. (2007) constatou que a RP diminuiu com intensidade de pastejo ou aumento da altura da pastagem, analisando a camada de 6 a 12 cm de profundidade. Os autores demonstraram que os aumentos dos valores da RP ocorreram em função do incremento no número de animais em pastejo. Entretanto, Albuquerque et al. (2001) afirmam que o desenvolvimento das raízes de gramíneas melhora a estrutura do solo amenizando os problemas ocorridos pelo pisoteio animal nas áreas de integração lavoura-pecuária. Tal efeito ocorre devido ao incremento dos teores de matéria orgânica do solo, assim como, ao crescimento do sistema radicular fasciculado e agressivo das gramíneas forrageiras que favorece a estruturação do solo potencializando uma reversão da compactação causada pelo pisoteio animal. Neste sentido, para

haver uma melhoria ou manutenção da qualidade física do solo nesse sistema, deve-se estabelecer uma correta altura de pastejo, via controle da lotação animal, para que não haja compactação do solo pelo excessivo pisoteio animal (Cardoso et al., 2007; Fidalski et al., 2008).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência do solo à penetração de raízes em um Latossolo Vermelho distroférico após seis anos sob sistema de integração lavoura-pecuária.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental da Cooperativa Agroindustrial de Campo Mourão, localizada no município de Campo Mourão, Estado do Paraná (24°02' S e 52°22' W). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, com teores médios de 850 g kg⁻¹ de argila, 120 g kg⁻¹ de silte e 30 g kg⁻¹ de areia na camada de 0-20 cm, enquadrando-se na classe textural muito argilosa.

O experimento foi implantado em 2002 em uma área de 8 ha e é constituído de um SILP envolvendo as culturas de soja e milho semeadas no verão e aveia (*Avena strigosa* Schreb) + azevém (*Lolium multiflorum* Lam) no inverno, manejado em sistema de plantio direto. As culturas de aveia e azevém foram semeadas em mistura de 60 kg ha⁻¹ de aveia e 30 kg ha⁻¹ de azevém. Os tratamentos foram definidos visando manter as alturas de pastejo de aveia + azevém em 7, 14, 21 e 28 cm, assim como um tratamento testemunha, no qual não havia a entrada de animais para pastejo. A testemunha foi mantida no interior de cada parcela, constituída de uma área de 100 m² delimitada com cerca elétrica, à qual os animais não tiveram acesso durante o período experimental.

No período de pastejo (120 dias) a altura da pastagem foi monitorada semanalmente, sendo ajustada com taxas de lotações médias de 2,44; 2,61; 2,25 e 1,82 unidades animal (UA ha⁻¹), respectivamente para os tratamentos de 7, 14, 21 e 28 cm de altura prevista para o pastejo. Foi utilizado o método de pastejo contínuo com a técnica de "put and take". Em cada unidade experimental permaneciam três animais "testers" e um número variável de animais reguladores, utilizados de forma a se manter os diferentes tratamentos de altura da pastagem (Mott e Lucas, 1952).

As medidas de resistência à penetração de raízes (RP) foram realizadas em 21 de agosto de 2008 com medidor eletrônico de compactação penetroLOG-Falker- PLG1020. Em cada tratamento foram feitas 20 repetições de RP, aleatoriamente, até a profundidade de 40 cm. Amostras deformadas de solo foram coletadas a cada 10 cm de profundidade para a determinação do conteúdo de água gravimétrico do solo. O intervalo de confiança (95%) foi utilizado na

comparação entre médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que os maiores valores médios de resistência do solo à penetração (RP) foram constatados no solo sob altura de pastejo de 7 cm, seguida por 14, 21, 28 cm e testemunha, respectivamente, para a camada superficial do solo até 10 cm de profundidade (**Figura 1**). Este aumento da RP com a redução da altura de pastejo também foi constatado por Conte et al. (2007) em um estudo realizado com sistema de integração lavoura-pecuária num Latossolo Vermelho distroférico.

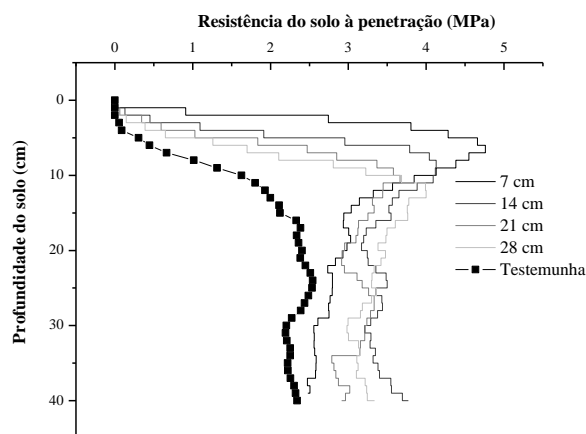


Figura 1. Resistência à penetração de raízes nas diferentes alturas de pastejo em profundidade.

Valores de RP acima de 2,5 MPa são observados em todos os tratamentos e em todas as camadas, com exceção da testemunha, que não foi pastejada. As RPs mais elevadas na camada superficial coincidem com valores de conteúdo de água do solo mais baixos para a respectiva camada (**Tabela 1**). Entretanto, é possível notar que à medida que o pastejo foi intensificado e consequentemente altura da pastagem reduzida, houve também o aumento da RP.

Tabela 1. Conteúdo de água do solo (kg kg⁻¹) nas distintas camadas do solo sob as diferentes alturas de pastejo.

Profundidade e (cm)	Altura de pastejo (cm)				
	7	14	21	28	Testemunha
0 – 10	0,28	0,29	0,29	0,29	0,28
10 – 20	0,30	0,30	0,29	0,30	0,33
20 – 30	0,32	0,32	0,32	0,32	0,33
30 – 40	0,35	0,35	0,32	0,33	0,34

Os valores médios de RP, na camada entre 7 e 10 cm de profundidade, foram de 4,46, 4,09, 3,37 e 2,96 MPa para as alturas de pastejo de 7, 14, 21 e 28 cm, respectivamente.

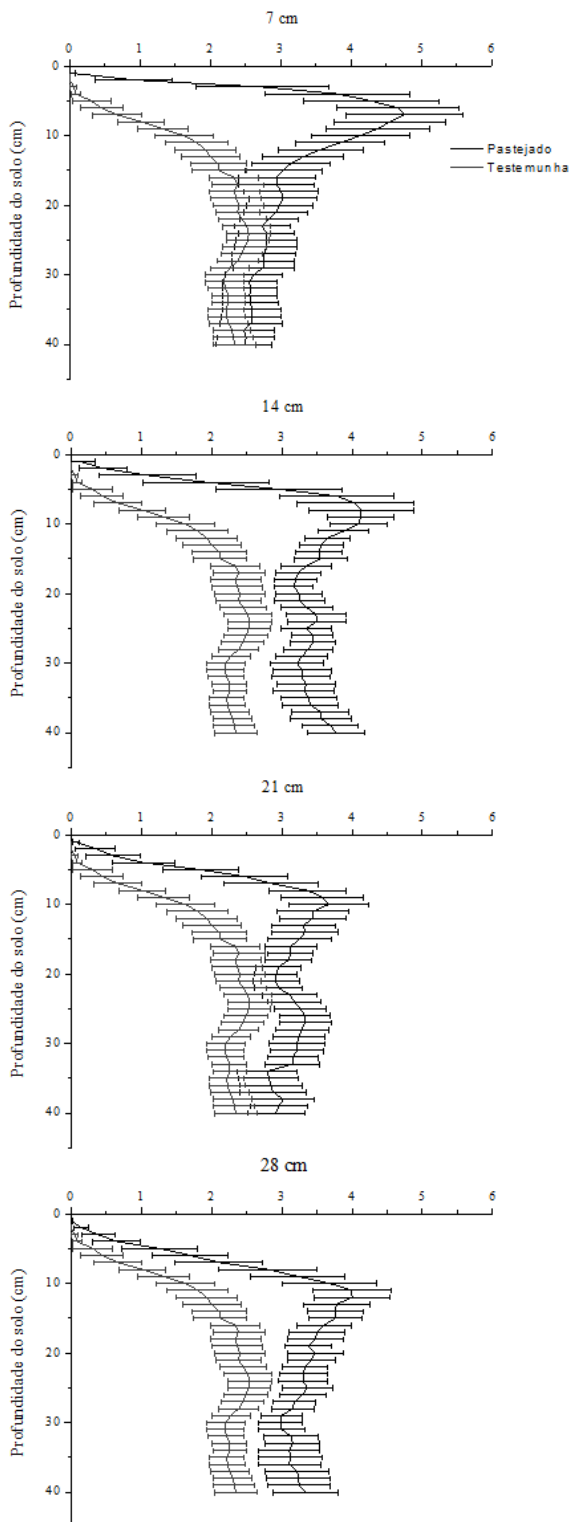


Figura 3: Resistência à penetração de raízes para cada nível de pastejo (NP) e testemunha em função da profundidade do solo. As barras indicam o IC (95%).

Esta camada apresentou os maiores valores de RP, o que se deve ao efeito da compactação causada pelos cascos dos animais durante o pastejo. Valores elevados de RP, variando de 4,1 a 5,4 MPa, também foram obtidos por Silva et al. (2003) em pastagens irrigadas em um Argissolo

Vermelho escuro com baixo nível de resíduos ($1000 \text{ kg MS ha}^{-1}$) e em conteúdos de água similares aos do presente estudo. Os autores constataram ainda que à medida que os níveis de resíduo foram maiores (2500 e $4000 \text{ kg MS ha}^{-1}$) os valores de RP tenderam à redução, ficando entre 2,3 - 3,8 e 2,4 - 3,6 MPa, respectivamente.

Abaixo da camada de 10 cm de profundidade os tratamentos obtiveram valores médios que variaram entre 3 e 4 MPa, valores estes considerados acima do limite crítico para o crescimento de raízes de gramíneas ($RP > 3,0 \text{ MPa}$) (Leão et al., 2006). Estes resultados estão acima dos encontrados por Albuquerque et al. (2001), que obtiveram valores abaixo de 3 MPa para profundidades abaixo de 10 cm, em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto em um Nitossolo Vermelho. Entretanto, a altura de pastejo de 7 cm apresentou uma pequena redução dos valores médios de RP. Esta redução pode estar associada ao efeito ocasionado na planta que para suportar um pastejo mais intensivo, emite mais raízes, que acabam por formar canais ou bioporos no solo quando senescem. Esta redução da RP em profundidade também pode estar atrelada ao maior conteúdo de água observado, em todos os tratamentos, para as camadas mais profundas.

O tratamento sem pastejo ou testemunha apresentou valores médios abaixo de 2,5 MPa em toda profundidade estudada (40 cm). Contudo, ocorreu aumento da RP abaixo de 5 cm de profundidade. Este aumento foi crescente até aproximadamente 20 cm e depois se tornou praticamente estável no valor de 2,5 MPa. Estes resultados indicam que para este solo, valores médios de 2,5 MPa são comuns em subsuperfície e podem ser decorrentes do efeito coesivo que a textura argilosa provoca entre as partículas do solo elevando a RP.

CONCLUSÕES

1. A maior compactação do solo foi observada, através da RP, na camada superficial do solo, até 10 cm de profundidade.

2. O aumento do pastejo proporcionou a elevação da RP, em todas as profundidades, contudo foi mais evidente na camada entre 7 e 10 cm.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L. e 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, p.717-723, 2001.
- AMBROSI, I.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; ZOLDAN, S.M. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36:1213-1219, 2001.
- BROWN, K.R.; EVANS, D.S. Animal treading: a review of the work of the late D.B. Edmond. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 1:217-226, 1973.
- CARDOSO, R.R.; CARVALHO, P.C.F.; CARASSAI, I.J.; FLORES, J.P.C.; NABINGER, C.; FREITAS, F.K.;

- MACARI, S.; TREIN, C.R. & SILVA, T. O manejo do pastejo e seu impacto nos atributos físicos de um argissolo vermelho em integração lavoura-pecuária. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba, PR. Anais... Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.
- CONTE, O; LEVIEN, R; TREIN, C.R.; CEPIK, C.T.C. e DEBIASE, H. Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo. Eng. Agríc., 27:220-228, 2007.
- FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; CECATO, U.; BARBERO, L. M.; LUGÃO, S.M.B. e COSTA, M.A.T. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43:1583-1590, 2008.
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; AMBROSI, I.; IGNACZAK, J.C., DENARDIN, J.E.; REIS, E.M. e VOSS, M. Sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, sob plantio direto. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 2000. 84p. (Circular Técnica, 6)
- LEÃO, T. P.; SILVA, A. P.; MACEDO, M. C. M.; IMHOFF, S.; EUCLIDES, V. P. B. Least limiting water range: A potential indicator of changes in near-surface soil physical quality after the conversion of Brazilian Savanna into pasture. Soil and Till. Res., 88:279-285, 2006.
- MOTT, G.O., LUCAS, H.L. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6, 1952, Pennsylvania. Proceedings... Pennsylvania: State College Press, 1952. p.1380-1385.
- SILVA, A.P. da; IMHOFF, S.; CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. Soil and Tillage Research., 70:83-90, 2003.