



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.
Centro de Convenções do SESC

Relação entre a resistência do solo à penetração determinada por dois métodos e a pressão de pastejo, em um sistema de integração lavoura-pecuária

Henrique Debiasi⁽¹⁾; Julio Cezar Franchini⁽²⁾; Luiz Gustavo Garbelini⁽³⁾; Poliana Jamile Delatorre⁽⁴⁾ & Caroline Garcia Vicente⁽⁵⁾

(1) Pesquisador, Embrapa Soja, Rodovia Carlos João Strass, Distrito de Warta, Caixa Postal 231, Londrina, PR, CEP: 86001-970, debiasi@cnpso.embrapa (apresentador do trabalho); (2) Pesquisador, Embrapa Soja, franchin@cnpso.embrapa; (3) Assistente A, Embrapa Soja, gustavo@cnpso.embrapa; (4) Estudante de Agronomia – bolsista do PIBIC-CNPq, Centro Universitário Filadélfia, Londrina, PR, CEP 86020-000, poliana@cnpso.embrapa.br; (5) Estudante de Agronomia, Centro Universitário Filadélfia, caroline@cnpso.embrapa.br.

RESUMO – Em pastagens constituídas por forrageiras tropicais perenes, o impacto das pressões de pastejo sobre o grau de compactação do solo tem sido pouco estudado. Com o objetivo de avaliar o efeito da pressão de pastejo sobre a resistência a penetração (RP), determinada por dois métodos, em um sistema de iLP, implantou-se um experimento sobre um Latossolo Vermelho distroférrico. As pressões de pastejo equivaleram a 6,88; 9,38; e 16,47 unidades animais por hectare, aplicadas numa pastagem de *Brachiaria brizantha* durante 19 dias. Esses tratamentos foram comparados a uma testemunha sem pastejo. Amostras indeformadas de solo, coletadas nas camadas de 0,0-0,05; 0,05-0,1; 0,1-0,2; e 0,2-0,3 m e equilibradas a uma tensão de 100 kPa, foram utilizadas para a determinação da RP em laboratório, por meio de um penetrômetro estático de bancada. Nessas mesmas profundidades, determinou-se a RP a campo, mediante o uso de um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf. Independentemente da pressão de pastejo, o pisoteio bovino aumentou a RP na camada de 0,0-0,1 m. Na maior pressão de pastejo (16,47 UA ha⁻¹), o pisoteio aumentou a RP a maiores profundidades (0,1-0,2 m). A magnitude dos valores de RP, assim como a resposta dos mesmos às pressões de pastejo, variaram em função do penetrômetro utilizado (dinâmico ou estático de bancada).

Palavras-chave: compactação do solo, penetrômetros, manejo da pastagem.

INTRODUÇÃO - Um dos grandes entraves à expansão da área sob integração lavoura-pecuária (iLP) em regiões tradicionalmente produtoras de grãos ainda é o receio dos produtores em relação à

compactação do solo no sistema plantio direto (SPD), provocada pelo pisoteio animal. De fato, pesquisas têm demonstrado que o pisoteio animal pode resultar na compactação do solo, ocasionando o aumento da densidade e da resistência do solo à penetração (RP), bem como a redução da porosidade total, da macroporosidade e da capacidade de infiltração de água no solo (Trein et al., 1991). Essas alterações reduzem a disponibilidade de oxigênio e água e limitam o crescimento radicular (Cavaliere et al., 2006), tornando as culturas mais suscetíveis a perdas de produtividade em anos secos ou com excesso de chuvas (Torres & Saraiva, 1999).

As alterações ocasionadas pelo pisoteio animal nos atributos físicos do solo é condicionada por vários fatores, entre os quais se destaca a pressão de pastejo. No entanto, poucos trabalhos desta natureza têm sido realizados em sistemas de iLP envolvendo forrageiras tropicais perenes, como as braquiárias. Essas espécies apresentam características que as diferenciam de forrageiras anuais de estação fria, com as quais a maioria dos trabalhos envolvendo intensidade de pastejo tem sido realizada. Por exemplo, a maior parte das forrageiras tropicais perenes é cespitosa, o que resulta num alto porcentual de solo descoberto entre touceiras, aumentando a suscetibilidade do solo à compactação pelo pisoteio animal (Marchão et al., 2007).

A RP tem sido frequentemente utilizada como indicador do grau de compactação do solo. Existem diversos tipos de penetrômetros, classificados em dinâmicos, nos quais o cone penetra no solo em função do impacto da queda livre de um peso, a partir de uma altura constante, e de estáticos, em que o conjunto é pressionado contra o solo (Stolf, 1991).

A comparação direta entre os aparelhos não é possível, já que os mesmos apresentam diferenças marcantes quanto à forma de obtenção das leituras (Herrick & Jones, 2002). Porém, a RP vem sendo determinada por vários tipos de penetrômetros, e os valores obtidos têm sido comparados ao valor crítico de 2 MPa (Cavaliere et al., 2006). Isso justifica a realização de pesquisas que comparem os valores obtidos pelos dois penetrômetros.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de pressões de pastejo sobre a RP, determinada por dois métodos, em um sistema de iLP.

MATERIAL E MÉTODOS - O trabalho foi conduzido na Embrapa Soja, em Londrina/PR, sobre um Latossolo Vermelho distroférrico (710 g kg⁻¹ de argila). Em agosto de 2008, foi implantada, em uma área de 1,0 ha, conduzida por mais de 10 anos em SPD, uma pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. "Xaraes". Em setembro de 2009, a área foi dividida em três módulos de 0,33 ha, submetidos a diferentes pressões de pastejo: 16,47; 9,38; e 6,88 unidades animais (UA) ha⁻¹. Os animais, bovinos machos e fêmeas sem padrão racial, entraram no experimento em 15/09/2009, e saíram após 19 dias. Em cada módulo, uma área de 280 m² foi isolada dos animais, constituindo-se na testemunha sem pastejo. Após a saída dos animais, amostras indeformadas de solo foram coletadas em cilindros de aço inseridos na parede de quatro trincheiras por tratamento, nas camadas de 0,0-0,05; 0,05-0,1; 0,1-0,2; e 0,2-0,3 m. Foram coletados cinco cilindros por profundidade e por trincheira. As amostras foram equilibradas à tensão de 100 kPa (em panelas de pressão de Richards) para determinação da RP em laboratório (RPL), por meio de um penetrômetro estático de bancada equipado com ponteira cônica de 30° de ângulo sólido e 4 mm de diâmetro. A RP a campo (RPC) foi determinada até 0,3 m de profundidade, empregando-se um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf. As leituras, espaçadas 0,1 m, foram realizadas sobre quatro transectos de 2 m por tratamento, dispostos transversalmente às linhas de semeadura. Em cada transecto, coletaram-se três amostras de solo nas camadas de 0,0-0,1; 0,1-0,2; e 0,2-0,3 m para determinação do teor água do solo no momento da determinação da RP. Os dados de RPL, RPC e umidade do solo foram submetidos à análise da variância (teste F, p<0,05) para o delineamento experimental inteiramente casualizado e quatro repetições, por meio do programa SISVAR 4.3 (Ferreira, 2008). Existindo diferenças significativas, efetuou-se a análise de regressão para os dados de RPL e RPC, por meio do programa Sigmaplot® 9.0 (Systat software, Inc.), e o teste de Tukey (p<0,05) para os dados de umidade do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO – Em todas as profundidades, o teor de água no momento da avaliação da RPL e da RPC não diferiu entre os tratamentos (teste F, p>0,05) (Tabela 1). Assim, as diferenças nos valores da RP podem ser atribuídas às alterações físicas induzidas pelo pisoteio bovino. A relação entre a RPL e a pressão de pastejo, na camada de 0,0-0,05 m, foi expressa por um modelo quadrático (Fig. 1a). Isso significa que o grau de compactação do solo foi maior nas áreas pastejadas em relação às não pastejadas, porém as diferenças entre as pressões de pastejo foram pequenas. Na camada de 0,05-0,1 m, a RPL não foi influenciada pelas pressões de pastejo (Fig. 1b). Por outro lado, a RPC aumentou linearmente com o aumento da pressão de pastejo, tanto na camada de 0,0-0,05 m, quanto na de 0,05-0,1 m. Assim, ao contrário da RPL, a RPC indicou que o aumento do grau de compactação do solo na camada de 0,0-0,1 m, pelo pisoteio foi proporcional à pressão da pastejo.

Na camada de 0,1-0,2 m, os dados de RPL ajustaram-se às pressões de pastejo, também por meio de um modelo quadrático (Fig. 1c). Os maiores valores de RPL foram obtidos na maior pressão de pastejo. Contudo, as menores pressões de pastejo apresentaram valores de RPL similares às áreas sem pastejo. A exemplo do observado nas camadas mais superficiais, a RPC aumentou linearmente com o incremento da pressão de pastejo na camada de 0,1-0,2 m (Fig. 1c). O coeficiente angular da reta foi menor na camada de 0,1-0,2 m do que nas de 0,0-0,05 e 0,05-0,1 m (Fig. 1a e 1b), evidenciando que os efeitos da pressão de pastejo sobre a RPC foram mais acentuados na superfície do solo. A relação entre os valores de RPL e RPC não foram significativas na camada de 0,2-0,3 m (Fig. 1d)

Os resultados mostram que o pisoteio animal, mesmo que durante um curto período de tempo (19 dias), aumentou o grau de compactação do solo na camada de 0,0-0,1 m (Fig. 1a e Fig. 1b). Esse aumento ocorreu em todas as pressões de pastejo, porém as alterações mais acentuadas ocorreram nas maiores cargas animais. Resultados similares foram obtidos por Marchão et al. (2007), que concluíram que o pisoteio bovino em sistemas de iLP com pastagens de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* aumentou o grau de compactação da superfície do solo, em relação às áreas não pastejadas.

Os dados obtidos neste trabalho mostraram ainda que o pisoteio animal, na maior pressão de pastejo, aumentou o grau de compactação do solo a maiores profundidades, correspondentes à camada de 0,1-0,2 m (Fig. 1c). Lanza et al. (2007), estudando diferentes sistemas de pastejo (sem pastejo e com pastejos a cada 14 ou 28 dias) em um Argissolo franco-arenoso, aplicados a uma pastagem de aveia

preta e azevém, observaram redução da macroporosidade até 0,15 m de profundidade no sistema com a maior frequência de pastejo. Esses resultados sugerem que a compactação pelo pisoteio bovino pode atingir camadas de solo mais profundas quando a pressão de pastejo é elevada.

Comparando-se os métodos de determinação da RP, os resultados permitem inferir que a avaliação a campo com penetrômetro dinâmico foi mais sensível às modificações físicas impostas pelas pressões de pastejo do que a determinação em laboratório com penetrômetro estático de bancada, na camada de 0,0-0,1 m (Fig. 1a e 1b). Uma possível justificativa para esse resultado está relacionada à avaliação de um maior número de amostras por tratamento quando se utilizou o penetrômetro dinâmico (84 leituras por camada e tratamento, contra 20 leituras para o penetrômetro estático de bancada), o que resultou numa avaliação mais precisa desse parâmetro. Assim, a necessidade de coleta de amostras indeformadas para a determinação da RPL limita o número de amostras avaliadas, o que pode ser uma desvantagem particularmente em áreas com grande variabilidade dos valores de RP. Para as demais camadas, a sensibilidade da RP às pressões de pastejo foi similar entre os métodos de determinação (Fig. 1c e 1d), o que pode estar relacionada à menor variabilidade espacial da RP nessas camadas, conforme detectado por Souza et al. (2001).

A correlação entre os valores de RPC e RPL foi significativa ($r=0,57$, $p<0,001$). Porém, observa-se que os valores de RPL, na camada de 0,0-0,1 m, foram maiores do que os de RPC, considerando a área sem pastejo e as menores cargas animais (6,88 e 9,38 UA ha⁻¹) (Fig. 1a e 1b). Na maior pressão de pastejo (16,47 UA ha⁻¹), os valores de RPL e RPC foram similares. Esses resultados contrariam os obtidos por Stolf (1991), segundo os quais, em meios sujeitos a compressões elásticas (solos argilosos), a RP dinâmica apresenta-se maior que a estática, sendo a diferença diretamente proporcional ao grau de compactação do solo. Cabe salientar que, nessa camada, as diferenças de umidade do solo entre os penetrômetros foram pequenas (Tabela 1), de modo que esse fator parece não ter interferido nos resultados. Por outro lado, nas camadas de 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m, os valores de RP obtidos a campo e em laboratório foram similares (Fig. 1c e 1d).

CONCLUSÕES – Independente da pressão de pastejo, o pisoteio bovino aumentou a RP na camada de 0,0-0,1 m. Na maior pressão de pastejo (16,47 UA ha⁻¹), o pisoteio aumentou a RP a maiores profundidades (0,1-0,2 m). A magnitude dos valores de RP, assim como a resposta dos mesmos às pressões de pastejo, variaram em função do penetrômetro utilizado.

REFERÊNCIAS

- CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; COSTA, A. C. S. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **R. Bras. Ci. Solo**, 30: 137-147, 2006.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **R. Symposium**, 6:36-41, 2008.
- HERRICK, J.E.; JONES, T.L. A dynamic cone penetrometer for measuring soil penetration resistance. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 66:1320-4, 2002.
- LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 31:1131-1140, 2007.
- MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; SÁ, M. A. C.; VILELA, L.. BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistema de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesq. Agro. Bras.**, 42: 873-882, 2007.
- SOUZA, Z. M.; SILVA, M. L. S.; GUIMARÃES, G. L. CAMPOS, D. T. S.; CARVALHO, M. P. & PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos físicos em um Latossolo Vermelho distrófico sob semeadura direta em Selvíria (MS). **R. Bras. Ci. Solo**, 25:699-707, 2001.
- STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 15:229-235, 1991.
- TORRES, E.; SARAIVA, O. F. **Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 58 p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 23).
- TREIN, C.R.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho, após pastejo intensivo. **R. Bras. Ci. Solo**, 15:105-111, 1991.

Tabela 1. Conteúdo de água do solo (base gravimétrica) no momento da determinação, a campo, da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho distroférico.

Pressão de pastejo ¹	Penetrômetro dinâmico			Penetrômetro estático de bancada		
	0,0-0,1 m	0,1-0,2 m	0,2-0,3 m	0,0-0,1 m	0,1-0,2 m	0,2-0,3 m
----- UA ha ⁻¹ -----	kg kg ⁻¹ -----					
Sem pastejo	0,32 a	0,32 a	0,32 a	0,30 a	0,29 a	0,31 a
6,88	0,31 a	0,31 a	0,31 a	0,30 a	0,29 a	0,30 a
9,38	0,30 a	0,30 a	0,31 a	0,30 a	0,29 a	0,31 a
16,47	0,30 a	0,30 a	0,31 a	0,30 a	0,29 a	0,31 a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p>0,05). ¹ UA ha⁻¹ = unidades animais por hectare (1 UA = 450 kg de peso vivo).

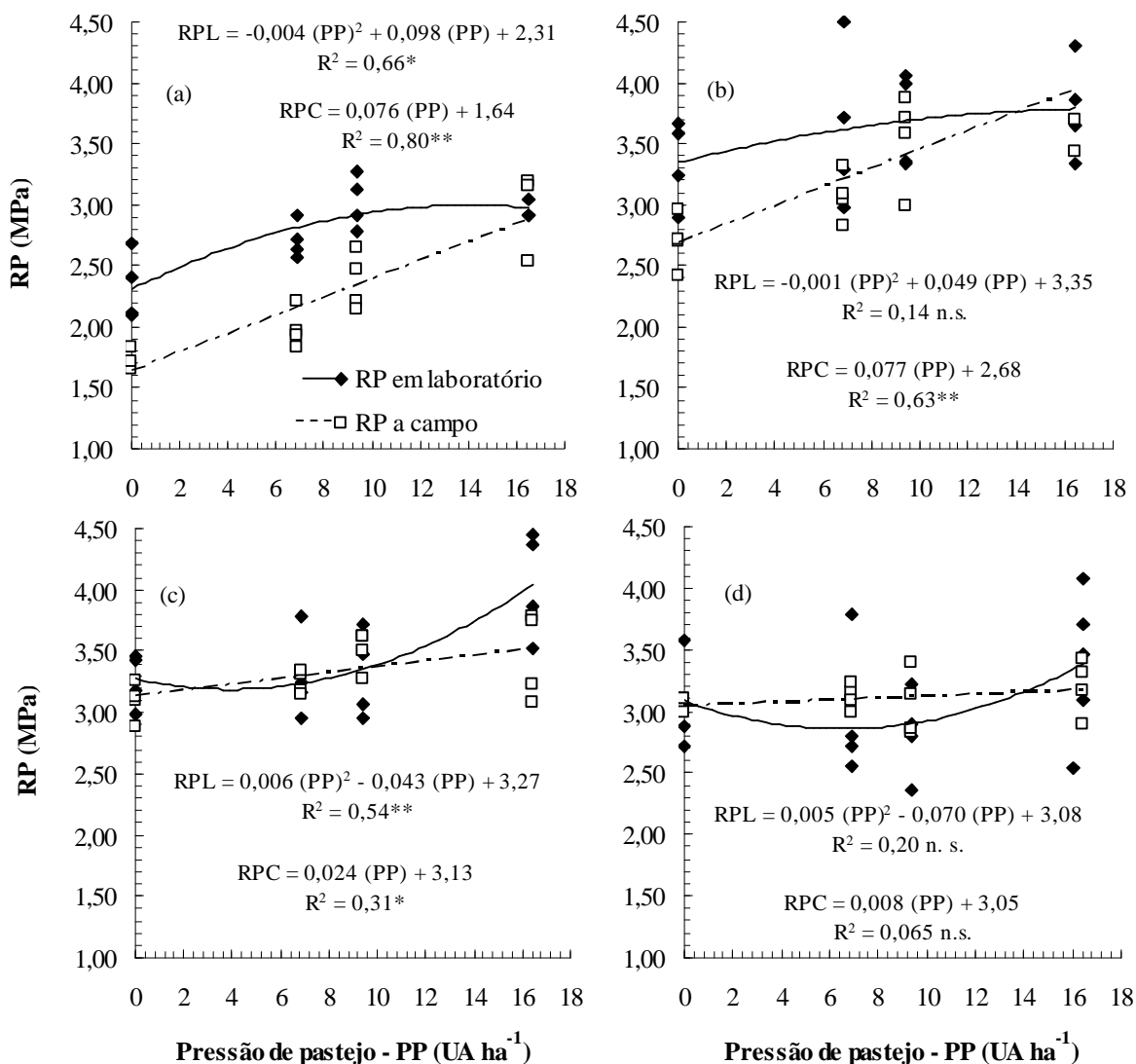


Figura 1. Resistência do solo à penetração medida em laboratório, com penetrômetro estático de bancada (RPL), e no campo, com penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf (RPC), em função da pressão de pastejo, nas camadas de 0,0-0,05 m (a), 0,05-0,1 m (b), 0,1-0,2 m (c) e 0,2-0,3 m (d). * - modelo estatisticamente significativo (p<0,05). ** - modelo estatisticamente significativo (p<0,01). n. s. – modelo estatisticamente não significativo (p>0,05).