

# Comunicado 163

## Técnico

ISSN 1517-1469  
ISSN online 2176-5073  
Planaltina, DF  
Março, 2009



Foto: Lourival Vilela

### Impacto do Pisoteio Animal na Compactação do Solo sob Integração Lavoura-Pecuária no Oeste Baiano

Robélio Leandro Marchão<sup>1</sup>  
Lourival Vilela<sup>2</sup>  
André Luiz Paludo<sup>3</sup>  
Roberto Guimarães Júnior<sup>4</sup>

Entre as regiões agrícolas do Cerrado, destaca-se o Oeste da Bahia, onde são exploradas culturas de grãos e fibras. Os solos cultivados da região são, em sua maioria, do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo textura média e Neossolo Quartzarênico, caracterizados pelas texturas de média a arenosa, baixo teor de matéria orgânica e alto teor de areia fina (MUGGLER et al., 1996). Essas condições tornam esses solos extremamente susceptíveis à degradação física, principalmente pela compactação.

O sistema de plantio direto (SPD) e o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), considerados como opções para garantir a sustentabilidade da agropecuária da região, têm sido utilizados para formação de palhada decorrente da rotação de culturas em solos cultivados. Esses sistemas preconizam o não-revolvimento do solo, que aliado às rotações de culturas, são utilizados para manter o solo permanentemente protegido pelos

resíduos orgânicos na superfície e podem servir como alternativa ao monocultivo com preparo convencional do solo, ainda bastante utilizado no Oeste Baiano.

O sistema ILP tem sido adotado em fazendas especializadas na produção de grãos e fibras por meio da utilização de gramíneas forrageiras como plantas de cobertura de solo para o sistema de plantio direto e, na entressafra, a forragem produzida é utilizada para engorda e terminação de bovinos (VILELA et al., 2008). Esse sistema de utilização da área para engorda de animais no período da entressafra da produção de grãos tem sido denominado de "safrinha de boi". É importante ressaltar que, por causa das condições climáticas dessa região, a segunda safra de grãos ou safrinha, em sistema de sequeiro, é uma atividade de alto risco. Nesse contexto, a engorda de bovinos em semiconfinamento na entressafra, aproveitando os resíduos das lavouras na suplementação alimentar a

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, robelio.leandro@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, lvilela@cpac.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Fazenda Xanxerê, agropaludo@gmail.com

<sup>4</sup> Médico Veterinário, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, guimaraes@cpac.embrapa.br

pasto, tem se mostrado uma estratégia interessante para intensificar o uso das áreas e melhorar a lucratividade das propriedades. A parceria entre agricultor e pecuarista foi o meio que algumas fazendas encontraram para viabilizar o sistema de integração lavoura-pecuária na entressafra.

Ainda que o SPD e a ILP estejam consolidados como alternativas de uso do solo mais conservacionistas, observa-se que existem lacunas no conhecimento do impacto desses sistemas sobre a compactação dos solos da região. Em um sistema integrado como a ILP, em que o uso do solo é mais intensivo, o sistema deve buscar a melhor combinação entre o manejo do solo e a exploração pecuária, de forma que a produção animal não prejudique a produção de grãos e vice e versa.

A compactação do solo pelo pisoteio animal, agravada pela remoção da vegetação pelo pastejo, pode diminuir a taxa de infiltração, aumentar a erosão e reduzir o crescimento radicular das plantas. Como consequência do superpastejo sobre a pastagem, tem-se uma perda da cobertura do solo que, devido ao impacto do pisoteio excessivo sob altas taxas de lotação, pode provocar compactação. É importante ressaltar que essa compactação depende, principalmente, da classe de solo, do seu teor de umidade, da taxa de lotação animal, da massa de forragem e da espécie forrageira utilizada no sistema (MARCHÃO et al., 2007).

Na região do Cerrado, o impacto do pisoteio animal sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo tem recebido pouca atenção da pesquisa. Apesar de alguns poucos resultados indicarem não haver efeito prejudicial da compactação para as culturas anuais subsequentes ao pastejo, nota-se que a compactação é um argumento ainda utilizado pelos produtores de grãos para a não adoção do sistema. Nesse sentido, propõe-se uma discussão sobre o impacto de um sistema ILP sobre a resistência à penetração de um solo arenoso do Oeste Baiano.

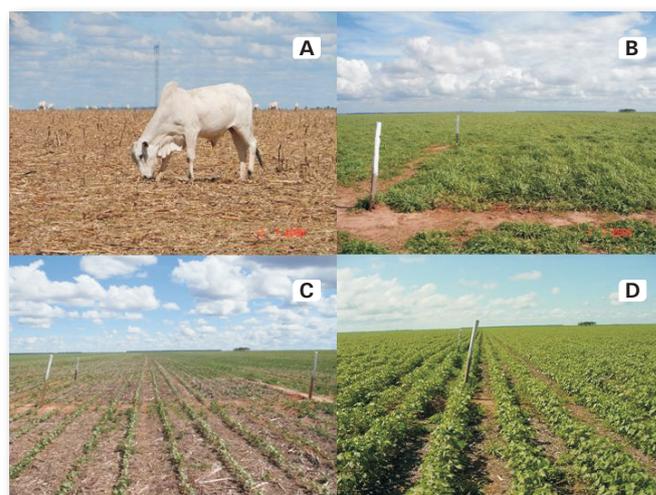
### Caracterização do sistema de ILP avaliado

A compactação do solo foi avaliada em um sistema ILP implantado na Fazenda Xanxerê (Lat. 13° 47' 01'' Long. 46° 00' 13'' Alt. 930 m), localizado no Município de Correntina, BA, sob Latossolo, originalmente sob Cerrado típico, relevo muito plano

e textura franco-arenosa. A vegetação nativa das áreas avaliadas foi removida no início da década de 1990, sendo cultivadas, desde então, com diversas culturas anuais de interesse comercial.

No Oeste da Bahia, predominam as culturas da soja, algodão e milho. Na Fazenda Xanxerê, essas culturas têm sido plantadas em esquema de rotação, onde toda a área da propriedade é cultivada sob sistema de plantio direto (SPD). Mais recentemente, a propriedade adotou um sistema de ILP em parceria com um pecuarista, em que as áreas de pastagem formadas em consórcio com milho são arrendadas para engorda de bois em sistema de semiconfinamento. Nesse sistema, as áreas cultivadas com milho e capim no período chuvoso recebem os animais a partir de abril-junho, sendo pastejadas até o início do período chuvoso, que, na região, ocorre normalmente em setembro/outubro (Fig. 1A).

Na safra 2007/2008, as áreas cultivadas da fazenda com a cultura do milho foram implantadas em sistema de consórcio com *Brachiaria ruziziensis* visando à formação de pastagem. Em uma área de 450 ha de milho consorciado com braquiária, depois da colheita do milho, para evitar o pisoteio animal, foram isoladas, por meio de construção de cercas fixas de arame liso, seis parcelas medindo aproximadamente 10 m x 10 m (Fig. 1B, 1C, 1D).



**Fig. 1.** (A) Imagem de um dos talhões da Fazenda Xanxerê, Município de Correntina, BA, mostrando animais na palhada de milho com braquiária na fase final do pastejo; (B) mourões utilizados para isolamento das parcelas durante o período de pastejo; (C e D) vista geral da área após implantação da cultura do algodão.

Autoria das fotos: Lourival Vilela e Robélio Leandro Marchão.

Em 27 de abril de 2008, iniciou-se o semiconfinamento com 768 animais com peso vivo médio de 312 kg. A disponibilidade de forragem inicial era de 11,9 t ha<sup>-1</sup> (76 % de resteva de milho + 24 % de braquiária). O semiconfinamento durou 152 dias, no entanto, nessa área de avaliação, o período de pastejo foi de 120 dias. A área apresenta relevo plano e condições bastante homogêneas em relação às características do solo. Para caracterização do solo da área, foi realizada amostragem dentro e fora de cada uma das parcelas para análise textural. A coleta foi feita utilizando trado holandês nas profundidades de 0 cm a 5 cm; 5 cm a 10; 10 cm a 20; 20 cm a 40; 40 cm a 60 cm; e 60 cm a 80 cm. Na Tabela 1, estão apresentadas as médias dos teores de argila, silte, areia grossa e areia fina obtidas de amostras coletadas dentro e fora das parcelas cercadas para avaliação.

**Tabela 1.** Granulometria do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária na Fazenda Xanxerê, Correntina, BA. Médias de seis amostras coletadas dentro e fora das parcelas.

Camadas Do solo (cm)	Argila	Silte	Areia grossa	Areia fina
			G kg <sup>-1</sup>	
0 a 5	160	7	573	260
5 a 10	170	7	567	257
10 a 20	180	10	600	210
20 a 40	203	13	580	203
40 a 60	230	10	517	243
60 a 80	243	7	527	223

## Avaliação da compactação do solo por meio da resistência à penetração

A resistência do solo à penetração (RP) foi avaliada utilizando um penetrômetro dinâmico de campo modelo Planalsucar-Stolf (Fig. 2). Nesse tipo de equipamento, a resistência mecânica que o solo oferece à penetração das raízes das plantas está relacionada ao índice de cone (IC) e é utilizada na caracterização da compactação do solo resultante do manejo. Outras informações relativas às pressuposições teóricas para obtenção da RP a partir do IC de penetrômetros dinâmicos podem ser obtidas em Sá e Santos Junior (2007).

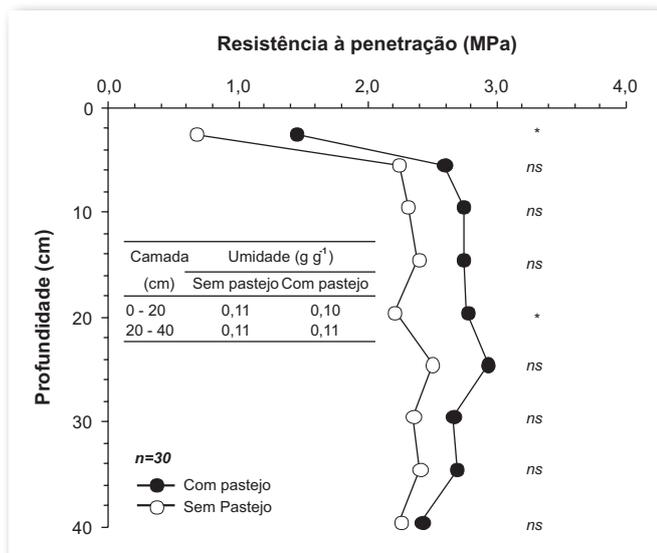


**Fig. 2.** (A) Imagem da área plantada com algodão na Fazenda Xanxerê, Município de Correntina, BA, mostrando a passagem da semeadora sobre a trilha formada durante o pastejo; (B) avaliação da resistência à penetração na área fora da trilha; (C e D) vista geral e detalhe do desenvolvimento reduzido da cultura do algodão quando a linha de plantio coincide com a trilha dos animais.

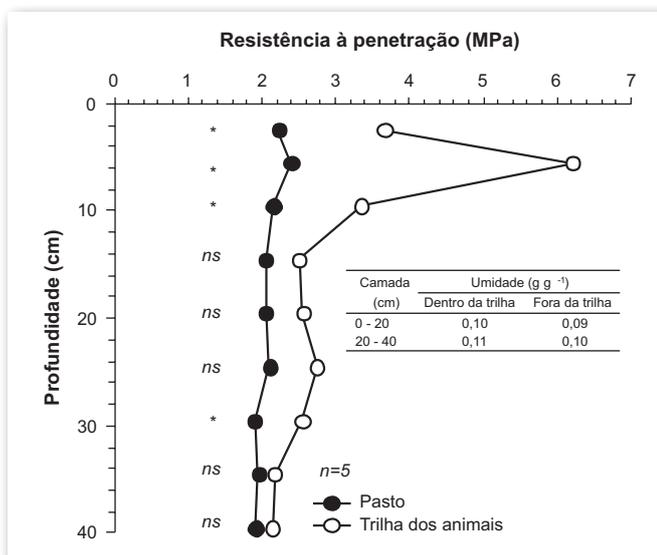
Autoria das fotos: Lourival Vilela e Robélio Leandro Marchão.

As medidas de RP foram tomadas dentro e fora de cada uma das cinco parcelas isoladas dentro de cada piquete. Foram feitas cinco repetições de RP para caracterizar o perfil de solo na camada de 0 cm a 40 cm, em que foi contabilizado o número de impactos e respectivas profundidades atingidas, sendo os resultados médios expressos para as profundidades 2,5 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm, e 40 cm. As avaliações foram realizadas em dezembro de 2008, aproximadamente três meses após a retirada dos animais (taxa de lotação média de 1,19 UA ha<sup>-1</sup> durante 120 dias de pastejo) da área quando já estava sendo implantada a cultura do algodão. Paralelamente às avaliações de RP, determinou-se também a umidade do solo em base gravimétrica nas camadas de 0 cm a 20 cm e 20 cm a 40 cm (Fig. 3 e 4).

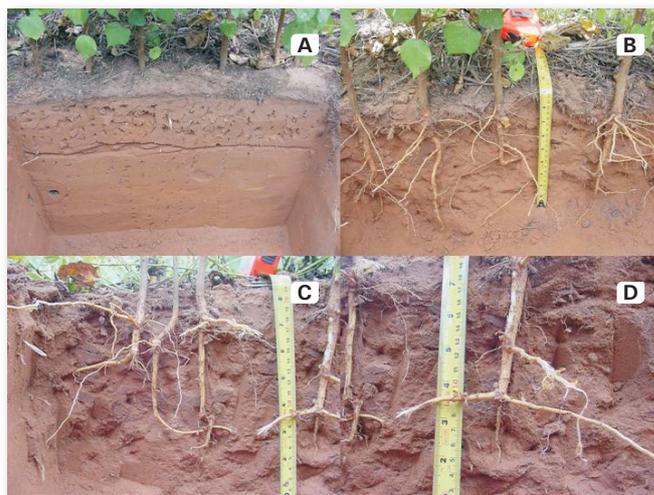
Para verificar o efeito do pisoteio sobre o crescimento do sistema radicular do algodoeiro, em março de 2009, quando a lavoura encontrava-se em fase final de frutificação, foram abertas trincheiras dentro e fora de uma das parcelas onde foram feitas avaliações visuais do sistema radicular das plantas (Fig. 5).



**Fig. 3.** Comparação de perfis de resistência do solo à penetração (índice de cone em MPa) em área de integração lavoura-pecuária (com pastejo) e, na mesma área, sob palhada de milho com *Brachiaria ruziziensis* sem pastejo (piquete isolado). Valores médios de cinco avaliações (repetições) em seis áreas dentro do piquete (ns = não significativo e \* = significativo a 5 % pelo teste t).



**Fig. 4.** Comparação de perfis de resistência do solo à penetração (índice de cone em MPa) em palhada de milho com *Brachiaria ruziziensis* antes da entrada dos animais (ao lado da trilha) e na área de trilha dos animais (após um ciclo de pastejo). Valores médios de cinco avaliações (repetições) dentro e fora da trilha (ns = não significativo e \* = significativo a 5 % pelo teste t).



**Fig. 5.** (A) Imagens das trincheiras abertas em uma das áreas mostrando a avaliação da compactação no perfil e detalhe da camada menos adensada; (B) avaliação do sistema radicular do algodoeiro dentro da parcela (sem pastejo) com detalhe do crescimento lateral da raiz principal; (C) avaliação do sistema radicular do algodoeiro fora da parcela (área pastejada), (D) com detalhe do crescimento lateral do sistema radicular na profundidade de 10 cm.

Autoria das fotos: Lourival Vilela e Robélio Leandro Marchão.

Ainda, com o objetivo de se avaliar o impacto do pisoteio animal nas áreas de trilha existentes no piquete, foram tomadas medidas de RP em cinco pontos dentro e fora da trilha (Fig. 2).

## Análise estatística

Os valores de RP nas áreas com e sem pastejo (dentro e fora das parcelas), assim como dentro e fora da trilha, foram comparados em cada profundidade utilizando o teste de "t" a um nível de 5 % de significância, por meio do procedimento TTEST do aplicativo SAS.

## Diagnóstico da compactação

Na avaliação do efeito do pisoteio animal sobre a resistência do solo à penetração, observou-se que o incremento nos valores de RP foi pequeno comparando a área pastejada com a área não-pastejada (Fig. 3). Na camada de 0 cm a 5 cm, houve incremento significativo da RP após o período de pastejo, contudo o valor foi inferior a 2,5 MPa, proposto na literatura como valor limitante ao crescimento das plantas (TAYLOR et al., 1966; IMHOFF et al., 2000; SÁ e SANTOS JUNIOR,

2005). Nas demais camadas, praticamente não houve diferença entre as áreas, porém observou-se uma tendência de aumento da RP até a profundidade de 40 cm com apenas um ciclo de pastejo, onde os valores de RP variaram de 2,0 MPa a 3,0 MPa. Spera et al. (2004) e Marchão et al. (2007) também avaliaram o impacto de sistemas agrícolas e de integração lavoura-pecuária sobre atributos físicos e observaram que a compactação resultante do pisoteio animal não interferiu negativamente na resistência à penetração, contudo houve um aumento significativo da densidade do solo na área sob pastagem.

Na avaliação da RP, dentro e fora da trilha, observou-se que, na área de trilha, a compactação pode ocasionar valores críticos de RP, chegando a 6,0 MPa na camada de 0 cm a 10 cm (Fig. 4). A maior compactação em profundidade na área de trilha provavelmente está relacionada à ausência de cobertura morta do solo, que é retirada durante o pisoteio sucessivo. Apesar dos altos valores de RP observados nas áreas de trilhas, deve-se ressaltar que a área do piquete ocupada por elas é proporcionalmente muito pequena, e que, na grande maioria dos casos, essa compactação superficial é eliminada durante a passagem da semeadora, sobretudo quando são utilizados equipamentos sulcadores do tipo "botinha". Na Fig. 2A, é possível visualizar o desaparecimento da trilha após a passagem da semeadora no sistema de plantio direto.

Analisando o desenvolvimento do sistema radicular nas trincheiras abertas dentro e fora das parcelas (Fig. 5), observou-se que, tanto dentro quanto fora das parcelas, havia plantas de algodão com sistema radicular apresentando crescimento lateral superficial, características indicadoras de solo compactado, em que o impedimento físico dificulta o aprofundamento das raízes principais do algodoeiro. De acordo com esses resultados, a presença de compactação na área pode estar ligada também a características próprias do solo (e sua variabilidade) e ao próprio manejo da lavoura mecanizada, além do pisoteio animal na área.

Deve-se ressaltar que grande parte dos resultados de avaliações da resistência do solo à penetração disponíveis na literatura é proveniente de solos argilosos, havendo poucas informações para

solos arenosos ou de textura média sob ILP como é o caso do presente estudo. Sá et al. (2007), em estudo realizado na cultura da soja em área irrigada do Oeste Baiano, encontraram resultados semelhantes para Latossolo de textura média, em que os valores do índice de cone na área cultivada não ultrapassaram 3,0 MPa. Carneiro et al. (2009), avaliando atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico do Sudoeste Goiano, observaram valores de RP variando entre 1,3 MPa e 1,96 MPa, dependendo do sistema de uso do solo avaliado.

De maneira geral, esses resultados demonstram que, nas condições do solo da região considerados frágeis e altamente susceptíveis à compactação, a adoção de um sistema de "boi safrinha", em que os animais permanecem na lavoura apenas durante a entressafra, não causa uma compactação muito drástica do solo. Ademais, os resultados sugerem que, para solos arenosos, os valores críticos de RP podem ser mais baixos que os críticos para solos argilosos, em que efetivamente há uma estrutura agregada.

## Agradecimentos

À Fazenda Xanxerê pela disponibilização da área para estudo. À Finep/MCT e Embrapa pelo financiamento do projeto Prodesilp (02.06.01.008).

## Referências

- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, R. W. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p. 147 - 157, 2009.
- IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Spatial heterogeneity of soil properties in areas under elephant-grass short-duration grazing system. *Plant and Soil*, v. 219, p. 161-168, 2000.
- MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR J. D. G.; SA, M. A. C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um latossolo vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p. 873-882, 2007.
- MUGGLER, C. C.; CURI, N.; SILVA, M. L. N.; LIMA, J. M. Características pedológicas de ambientes agrícolas nos chapadões do rio corrente, sudoeste da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 31, n. 3, p. 221-232, 1996.
- SÁ, M. A. C.; SANTOS Jr., J. D. G. *Compactação do solo: consequências para o crescimento vegetal*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005, 26 p. Embrapa Cerrados. (Documentos, 136).

SÁ, M. A. C.; SANTOS JUNIOR, J. D. G. **Considerações teóricas sobre o cálculo da resistência mecânica do solo à penetração determinada com penetrômetros dinâmicos.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007 (Embrapa Cerrados. Documentos).

SÁ, M. A. C.; SHIRATSUCHI, L. S.; FRANZ, C. A. B.; SANTOS JUNIOR, J. D. G. **Compactação do solo e produtividade da cultura da soja em área irrigada no Cerrado.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento)

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na

produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 533-542, 2004.

TAYLOR, H. M.; ROBERSON, G. M.; PARKER, J. J. Soil strength-root penetration relations to coarse textured materials. **Soil Science**, v. 102, p. 18-22, 1966.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES Jr. R.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. Integração lavoura-pecuária. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Org.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, 2008, p. 933-962.

### Comunicado Técnico, 163

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Cerrados**  
**Endereço:** BR 020 Km 18 Rod. Brasília/Fortaleza  
Caixa postal: 08223 CEP 73310-970  
**Fone:** (61) 3388-9898 **Fax:** (61) 3388-9879  
sac@cpac.embrapa.br

1ª edição  
1ª impressão (2009): 100 exemplares  
Edição online (2009)

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



### Comitê de publicações

**Presidente:** Fernando Antônio Macena da Silva  
**Secretária Executiva:** Marina de Fátima Vilela  
**Secretária:** Maria Edilva Nogueira

### Expediente

**Supervisão editorial:** Jussara Flores de Oliveira Arbués  
**Equipe de revisão:** Francisca Eljani do Nascimento  
Jussara Flores de Oliveira Arbués  
**Assistente de revisão:** Elizelva de Carvalho Menezes  
**Normalização bibliográfica:** Paloma Guimarães C. Oliveira  
**Editoração eletrônica:** Leila Sandra Gomes Alencar  
**Impressão e acabamento:** Divino Batista de Souza  
Alexandre Moreira Veloso