

**IX Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável**  
**VI Congresso Internacional de Agropecuária Sustentável**

*20 e 21 de Setembro de 2018*

Biblioteca Central, Campus UFV, Viçosa – MG

---

**Resistência do solo à penetração em sistemas silvipastoris de baixa e de média complexidade comparados à mata nativa e a pastagens convencionais**

Ana Carolina Buzzo Marcondelli<sup>1</sup>, Maria Luiza Franceschi Nicodemo<sup>2</sup>, José Ricardo Macedo Pezzopane<sup>2</sup>, Waldomiro Barioni Junior<sup>2</sup>, Andre de Faria Pedroso<sup>2</sup>, Alberto C. de Campos Bernardi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Parte da tese de doutorado da primeira autora, financiada pelo Embrapa e CNPq, anamarcondelli@gmail.com

<sup>2</sup>Pesquisador/a da Embrapa Pecuária Sudeste marialuiza.nicodemo@embrapa.br; jose.pezzopane@embrapa.br; waldomiro.barioni@embrapa.br; andre.pedroso@embrapa.br; alberto.bernardi@embrapa.br

**Resumo:** Sistemas agroflorestais podem promover melhorias nas características físicas do solo, colaborando no controle da erosão e na retenção de água. As práticas adotadas nesses sistemas envolvem tanto a correção da acidez e da fertilidade do solo, como o impacto de máquinas pesadas durante operações de desbaste. Assim, avaliamos a compactação de um Latossolo sob diferentes formas de uso da terra (mata estacional semidecídua; sistema silvipastoril com eucalipto; sistema silvipastoril com espécies florestais nativas; pastagem de *Brachiaria* (*Syn. Urochloa*) *decumbens*; e pastagem de *B. brizantha*) por meio da resistência mecânica do solo à penetração. A resistência à penetração foi menor na mata, e os sistemas de produção apresentaram valores semelhantes. A umidade do solo foi menor no sistema silvipastoril com espécies nativas, cuja produção de forragem havia sido prejudicada pelo sombreamento excessivo e adubação de baixa intensidade. Correções no manejo podem melhorar o desempenho desses sistemas.

**Palavras-chave:** características físicas do solo, infiltração de água no solo, integração lavoura-pecuária-floresta, serviços ecossistêmicos, sistema agroflorestal

**Soil resistance to penetration in low and medium complexity silvopastoral systems compared to native forest and conventional pastures**

**Abstract:** Agroforestry systems can improve soil physical characteristics, helping to control soil erosion and improving water retention. The practices adopted in these systems involve both the correction of acidity and soil fertility and the impact of heavy machinery during tree felling operations. Thus, we evaluated the compaction of an Oxisol under different forms of land use (semi-deciduous forest, a silvopastoral system with eucalyptus, a silvopastoral system with native forest species, *Brachiaria* (*Syn. Urochloa*) *decumbens* and *B. brizantha* conventional pastures) through the mechanical resistance of the soil to penetration. The penetration resistance was lower in the forest, and the production systems presented similar values. Soil moisture was lower in the silvopastoral system with native species, whose forage production had been hampered by excessive shading and low-intensity fertilization. Corrections in management can improve the performance of these systems.

**Keywords:** agroforestry system, crop-livestock-forest integration, ecosystem services, soil physical characteristics, water infiltration

### Introdução

Sistemas agroflorestais são aqueles que integram deliberadamente plantas perenes lenhosas, culturas e/ou animais na mesma terra ou unidade de gestão. Uma de suas modalidades é o sistema silvipastoril, que combina árvores e pastagens. O uso desses sistemas auxilia no controle da erosão e na melhoria das características do solo (RAO et al., 1998). Por outro lado, o impacto de atividades inerentes à exploração, como o desbaste, acompanhado do trânsito de maquinário pesado, pode comprometer parcialmente esses resultados, provocando deterioração da estrutura do solo (REICHERT et al., 2007). A resistência mecânica é utilizada para descrever a resistência física que o solo oferece a algo que tenta se mover por ele. Essa resistência geralmente aumenta com a compactação e com a redução da umidade do solo, e pode levar à redução no desenvolvimento do sistema radicular com prejuízos para a produtividade da cultura, além de reduzir a infiltração de água no solo. A resistência a penetração é alterada pelo tipo de manejo do solo, se prestando ao monitoramento da recuperação de agroecossistemas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a compactação de um Latossolo submetido a diferentes formas de uso da terra por meio da resistência mecânica à penetração.

### Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em São Carlos, SP (latitude 22°1' sul e longitude 47°53' oeste). O clima é Cwa (KÖPPEN), com duas estações bem definidas. A precipitação média anual é de 1.440 mm. A temperatura média anual é de 21,2 °C. As formas de uso da terra estudadas foram: (a) Floresta estacional semidecídua - MATA; (b) Pastagem de *Brachiaria (syn. Urochloa) decumbens* - DEC; (c) Pastagem de *Brachiaria (syn. Urochloa) brizantha cv. Piatã*- BRIZ; (d) Sistema silvipastoril com *B. brizantha cv. Piatã*, rotacionada, associada a *Eucalyptus urograndis* clone GG100 plantado em 04/2011, em linhas simples espaçadas de 15 m - IPF e; (e) sistema silvipastoril com *B. decumbens* rotacionada, associada a sete espécies florestais nativas plantadas em 12/2007, em faixas espaçadas de 17 m, com três linhas de árvores cada - SSP. As áreas de IPF e SSP foram desbastadas em 05 e 06/2016 para densidades de 167 e 413 árvores. ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A granulometria (areia:argila:silte, g.kg<sup>-1</sup>) foi a seguinte (camada 0-20 cm): MATA - 692:255:53; IPF - 531:333:135; SSP - 699:232:69; DEC - 668:251:82; e BRIZ - 568:323:110. Os solos estudados são Latossolos com estrutura física e granulometria semelhantes. Assim, consideramos pertinente atribuir eventuais diferenças ao tipo de uso do solo. As análises de resistência à penetração foram realizadas com o penetrômetro automático digital modelo PNT-2000 da DGL Automação®, com ponta cônica de 30° e com área do cone de 129 mm<sup>2</sup>. As leituras foram efetuadas a cada 3 cm, até a profundidade de 30 cm. A avaliação foi realizada nos dias 9 e 10/11/2017, após período de estiagem prolongado.

A precipitação acumulada de 01 a 08/11 foi de 54 mm. Foram obtidos dados de compactação do solo por meio de amostras coletadas a cada 10 m em transectos de 50 m, em três distâncias das árvores nos sistemas silvipastoris (sob as árvores, meio do piquete e uma posição intermediária) e ao acaso nas pastagens e na mata, totalizando cinco leituras por transecto. Nos sistemas silvipastoris foram avaliados três transectos para cada distância das árvores; nas pastagens foram avaliados quatro transectos em três piquetes; e na mata foram avaliados seis transectos. A resistência à penetração foi calculada pelo Programa PNTView. O monitoramento da umidade do solo foi realizado com uma sonda de capacitância modelo Diviner 2000 (Sentek Pty Ltd., Stepney South Austrália), com dados obtidos entre 10/11/2017 e 13/11/2017. As amostras de capim foram colhidas nas quatro estações do ano, com auxílio

de uma moldura de 0,25 m<sup>2</sup>, secas em estufa a 65°C por 72h e pesadas para cálculo de matéria seca. A taxa de lotação foi estimada considerando o peso médio dos animais (unidade animal, UA = 450 kg de peso vivo) e o período de ocupação dos piquetes. Adotou-se para a comparação múltipla entre as médias das variáveis, para as diferentes formas de uso da terra, o teste estatístico não paramétrico de Kruskal Wallis com nível de significância de 0,05, com auxílio do pacote estatístico Infostat (Di Rienzo et al., 2011).

### Resultados e Discussão

Os resultados da resistência mecânica do solo à penetração nas diferentes formas de uso da terra são apresentados na Figura 1. A Tabela 1 mostra os valores de umidade determinada na profundidade de 0 a 30 cm. No caso da resistência à penetração, Goedert (2005) sugeriu como adequados os valores menores de 1 Mpa, para solos com umidade próxima da capacidade de campo. Apenas a MATA mostrou valores consistentemente abaixo desse limite em todas as avaliações, apresentando também menor média em relação às demais formas de uso da terra ( $P < 0,05$ ). A menor resistência à penetração nas camadas superficiais do solo nos sistemas de produção deve refletir o maior conteúdo de matéria seca e de massa de raízes. Isso indica também não haver problema por pisoteio bovino, que se refletiria em maior compactação até 10 cm de profundidade (REICHERT et al., 2007). Ao contrário do observado por Carvalho et al. (2004) e por Aguiar (2008), a resistência a penetração não foi capaz de diferenciar as formas de uso da terra ( $P > 0,05$ ). Não houve diferença de resistência à penetração entre as três distâncias das árvores em IPF e SSP ( $P > 0,05$ ). É possível que a compactação exercida pelo tráfego de máquinas e equipamentos agrícolas após o desbaste, como relatado por Reichert et al. (2007), acompanhada por chuvas fora de época, tenha anulado qualquer melhora que pudesse ter havido nos atributos físicos do solo. A umidade do solo variou entre as formas de uso da terra, com médias mais baixas para SSP ( $P < 0,05$ ). Vale ressaltar que o nível de adubação desse tratamento (50-100 kg de N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>) era menor que em IPF e BRIZ (150-200 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>). O menor nível de adubação, a menor transmissão de luz (45 vs. 55%) e a taxa de lotação semelhante em todos os sistemas de produção (1,7 UA.ha<sup>-1</sup>) resultou em menor quantidade de massa seca em SSP (Tabela 1); essa menor massa de capim pode ser um dos fatores responsáveis pela menor umidade do solo nesse sistema.

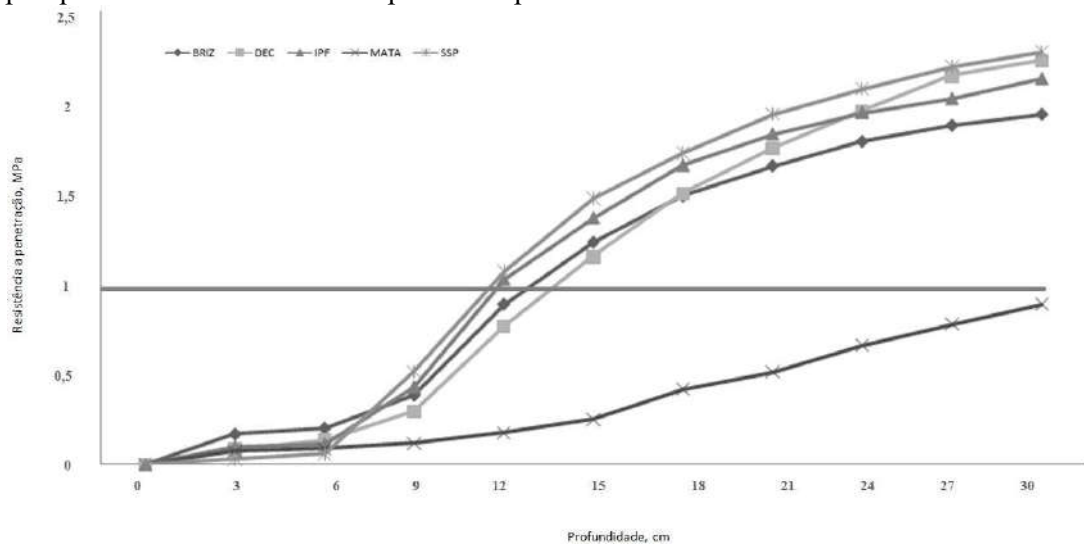


Figura 1 - Resistência mecânica do solo à penetração (MPa) ao longo do perfil do solo (profundidade de 0 a 30 cm) para os diferentes usos da terra. BRIZ – pastagem de *Brachiaria brizantha*; DEC – Pastagem de *B. decumbens*; IPF – sistema silvipastoril com eucalipto e *B. brizantha*; MATA – floresta estacional semidecídua; SSP – sistema silvipastoril com espécies florestais nativas e *B. decumbens*.

Tabela 1 - Média±Desvio padrão da umidade do solo (mm) nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm e produção de massa seca de forragem nos diferentes usos da terra (BRIZ – pastagem de *Brachiaria brizantha*; DEC – Pastagem de *B. decumbens*; IPF – sistema silvipastoril com eucalipto e *B. brizantha*; MATA – floresta estacional semidecídua; SSP – sistema silvipastoril com espécies florestais nativas e *B. decumbens*.), obtida por ocasião da determinação da resistência do solo a penetração.

Formas de uso da terra	Umidade do solo (mm)			Produção de massa seca de forragem (kg.ha <sup>-1</sup> )	
	0-10 cm	10- 20 cm	20- 30 cm		
BRIZ	22,85±4,60 c	22,43±3,44 d	21,21±3,11 d	3720 ± 1073	C
DEC	21,14±4,84 b	20,96±3,02 c	18,99±1,95 b	4027 ± 2020	C
IPF	22,52±4,22 c	22,27±3,63 d	20,42±2,99 c	2642 ± 959,38	B
MATA	21,29±3,49 b	19,80±4,40 b	19,34±2,54 b	-	
SSP	17,77±4,70 a	17,39±3,62 a	17,63±3,20 a	1287 ± 889	A

Medias na coluna, com letras distintas são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) pelo teste Kruskal Wallis

### Conclusões

Não foram observadas reduções significativas na resistência mecânica à penetração nos dois sistemas silvipastoris avaliados, em relação às pastagens convencionais de *Brachiaria brizantha* e *B. decumbens*. Todos os sistemas de produção apresentaram valores de resistência à penetração abaixo dos 15 cm de profundidade maiores que 1 Mpa, que podem ser restritivos ao crescimento de raízes. A adoção de boas práticas de manejo, com a correção do solo e adubação, de modo a manter a produtividade das pastagens, desbastes e desramas oportunos para reduzir a competição por luz, além de se buscar minimizar a entrada de maquinário e de veículos pesados, especialmente com o solo úmido, pode concorrer para alcançar resultados mais favoráveis.

### Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e à Embrapa pelo apoio financeiro ao projeto.

### Literatura citada

- AGUIAR, M.I. **Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais**. Viçosa: UFV, 91p. Dissertação de Mestrado, 2008.
- CARVALHO, R.; GOEDERT, W.J.; ARMANDO, M.S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p.1153–1155, 2004.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G. et al. **InfoStat versión 2011**. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponível em: <http://www.infostat.com.ar>. Acessado em: 04 abril 2014.
- DLG Automação. **Programa PNTView**. 2016. Disponível em: <http://www.dlg.com.br/softwares>. Acessado em 10 de novembro de 2017.
- GUERRA, A.R. **Atributos de solo sob coberturas vegetais em sistema silvipastoril em Lavras – MG**. Lavras: UFLA, Dissertação de Mestrado, 2010.
- RAO, M.R.; NAIR, P.K.R.; ONG, C.K. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v.38, p. 3-50, 1998.
- REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.; REINERT, D.J. **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação**. 2007. Disponível em: [http://fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Producao\\_Artigos/2007\\_Topicos.pdf](http://fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Producao_Artigos/2007_Topicos.pdf). Acessado em 19 de junho de 2018.