



5º SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E  
SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL

9 a 12 de novembro de 2010 – Corumbá - MS

## Resistência do Solo à Penetração Sob Vegetação Nativa e Pastagem Cultivada no Pantanal Sul-Mato-Grossense<sup>1</sup>

*Evaldo Luis Cardoso<sup>2</sup>, Marx Leandro Naves Silva<sup>3</sup>, Diego Antônio França de Freitas<sup>4</sup>*

**Resumo:** Este trabalho teve por objetivo avaliar as alterações na resistência do solo à penetração em razão da conversão da vegetação arbórea nativa em pastagem cultivada no Pantanal Sul-Mato-Grossense. Foram avaliadas três remanescentes de floresta nativa e três áreas de pastagens de *Brachiaria decumbens* com 27, 26 e 11 anos de formação, implantadas em substituição à vegetação nativa. Amostras de solo, deformadas e indeformadas, foram coletadas em cada ambiente, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, com três repetições. A resistência do solo à penetração foi avaliada, em condições de campo, com o uso do penetrômetro de impacto (modelo IAA/Planalsucar-Stolf). Embora a conversão da vegetação nativa em pastagem cultivada tenha provocado leve tendência à compactação do solo, a densidade e resistência do solo à penetração não atingiram valores considerados restritivos ao desenvolvimento do sistema radicular.

**Palavras-chave:** Compactação do solo, densidade do solo, umidade gravimétrica.

### Soil Resistance to Penetration Under Natural Tree Vegetation and Cultivated Pasture in the Pantanal Wetlands, South of Mato Grosso, Brazil<sup>1</sup>

**Abstract:** The objective of this work was to evaluate the alterations in soil resistance to penetration due to conversion of natural tree vegetation into cultivated pasture in the Pantanal wetlands, at south of Mato Grosso, Brazil. The study environments consisted of three remnants of natural tree vegetation and three pastures of *Brachiaria decumbens*, with 27, 26 and 11 years of formation, implanted in replacement of of natural tree vegetation. Disturbed and undisturbed soil samples were collected at 0-10 and 10-20 cm depths, with three replications. The soil resistance to penetration was evaluated, under field conditions, by an impact penetrometer (IAA/Planalsucar-Stolf model). Although the conversion of natural tree vegetation into cultivated pasture has caused tendency to soil compaction, the soil bulk density and soil resistance to penetration did not reach values considered limiting to rooth system development.

**Keywords:** Soil compaction, soil bulk density, gravimetric moisture.

### Introdução

O uso sustentável dos recursos naturais, especialmente do solo e da água, tem merecido destacada atenção nas últimas décadas, notadamente diante da crescente incorporação de ecossistemas naturais aos sistemas produtivos. Alterações nas propriedades do solo provocadas pela substituição da vegetação arbórea nativa por sistemas de pastagens têm sido apontadas na literatura e expressas, em geral, por degradação que se manifesta na perda de fertilidade e compactação. Segundo Beutler et al. (2004), as conseqüências da compactação se manifestam no solo e na planta: no solo, ocorre a presença de zonas com encrostamento, retenção de água superficial, erosão hídrica, poluição e assoreamento dos mananciais de água; na planta, ocorre sistema radicular com desenvolvimento limitado, deficiência de oxigênio, menor desenvolvimento vegetativo da parte aérea e redução significativa da produtividade.

Vários atributos físicos tem sido utilizados para avaliar o estado de compactação do solo, dentre os quais, a resistência mecânica do solo à penetração tem merecido destacada atenção, principalmente por estar diretamente relacionada com o crescimento radicular e por ser de fácil e

<sup>1</sup> Parcialmente financiado pelo CNPq

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, CEP 79320-900, Corumbá, MS ([evaldo@cpap.embrapa.br](mailto:evaldo@cpap.embrapa.br))

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG ([marx@dcs.ufla.br](mailto:marx@dcs.ufla.br))

<sup>4</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG ([diego\\_ufla@yahoo.com.br](mailto:diego_ufla@yahoo.com.br))

rápida determinação. A determinação da curva de resistência à penetração permite identificar camadas de impedimento físico ao desenvolvimento do sistema radicular ao longo do perfil do solo, sendo fortemente influenciada pelo conteúdo de água, textura e condição estrutural do solo.

A avaliação das alterações nas propriedades do solo decorrentes da intervenção antrópica em ecossistemas naturais assume grande importância na identificação de sistemas sustentáveis de produção, pois permite quantificar se o manejo do solo em curso está contribuindo para a sua conservação ou degradação. O objetivo deste trabalho foi avaliar alterações na resistência do solo à penetração em razão da conversão da vegetação arbórea nativa em pastagem cultivada no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul.

### Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em duas propriedades localizadas na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul-Mato-Grossense. Os ambientes de estudo foram: **FN** – remanescente de floresta semidecídua (18°34'57" S e 55°50'52" W); **PC27** – pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* com 27 anos de formação, implantada em substituição a FN e adjacente ao remanescente; **CE1** – remanescente de cerradão (18°33'11" S e 55°48'41" W); **PC26** - pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* com 26 anos de formação, implantada em substituição ao CE1 e adjacente ao remanescente; **CE2** – remanescente de cerradão (18°59'57" S e 56°38'10" W); **PC11** – pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* com 11 anos de formação, implantada em substituição ao CE2 e adjacente ao remanescente.

O solo dos ambientes de estudo foi classificado como Neossolo Quartzarênico órtico, enquadrado na classe textural areia (silte + argila < 150 g kg<sup>-1</sup> ao longo de todo o perfil). As pastagens cultivadas são manejadas sem jamais incluir correção do solo ou qualquer tipo de adubação, sendo implantadas após a derrubada e queima da vegetação nativa. A lotação animal pode variar de 0,8 a 1,0 UA/ha e durante algum período do ano, dependendo da quantidade de animais e disponibilidade de forragem, são mantidas sem pastejo.

Amostras de solo, deformadas e indeformadas, foram coletadas aleatoriamente em cada ambiente de estudo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, com três repetições. O teor de matéria orgânica do solo (MOS) foi determinado a partir do C orgânico, determinado por oxidação via úmida, e a densidade do solo, em amostras com estrutura indeformada, conforme métodos descritos pela Embrapa (1997). A resistência do solo à penetração (RP) foi avaliada no campo utilizando-se o penetrômetro de impacto (modelo IAA/Planalsucar-Stolf), cujos resultados foram calculados a partir da fórmula (STOLF, 1991):

$$RP \text{ (kgf cm}^{-2}\text{)} = 5,6 + 6,89 N(\text{impacto dm}^{-1})$$

Para a conversão de kgf cm<sup>-2</sup> para MPa, multiplicou-se o resultado obtido na equação pela constante 0,0981. A umidade do solo no momento do teste de resistência à penetração foi determinada pelo método gravimétrico (EMBRAPA, 1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. As comparações foram realizadas por meio de contrastes ortogonais, a partir do desdobramento dos cinco graus de liberdade dos ambientes de estudo. A significância dos contrastes foi testada pelo teste F, a pelo menos 5% de probabilidade, levando-se em conta o quadrado médio do resíduo obtido pela análise de variância.

### Resultados e Discussão

A conversão da vegetação nativa em pastagem cultivada promoveu uma leve compactação do solo, evidenciada por aumentos significativos na densidade do solo (Tabela 1) e resistência do solo à penetração nas áreas de pastagem (Figura 1). Esses resultados provavelmente estão associados à maior pressão mecânica sobre o solo, exercida pelo pisoteio dos animais, como também pela redução no teor de MOS nas áreas de pastagens (Tabela 1).

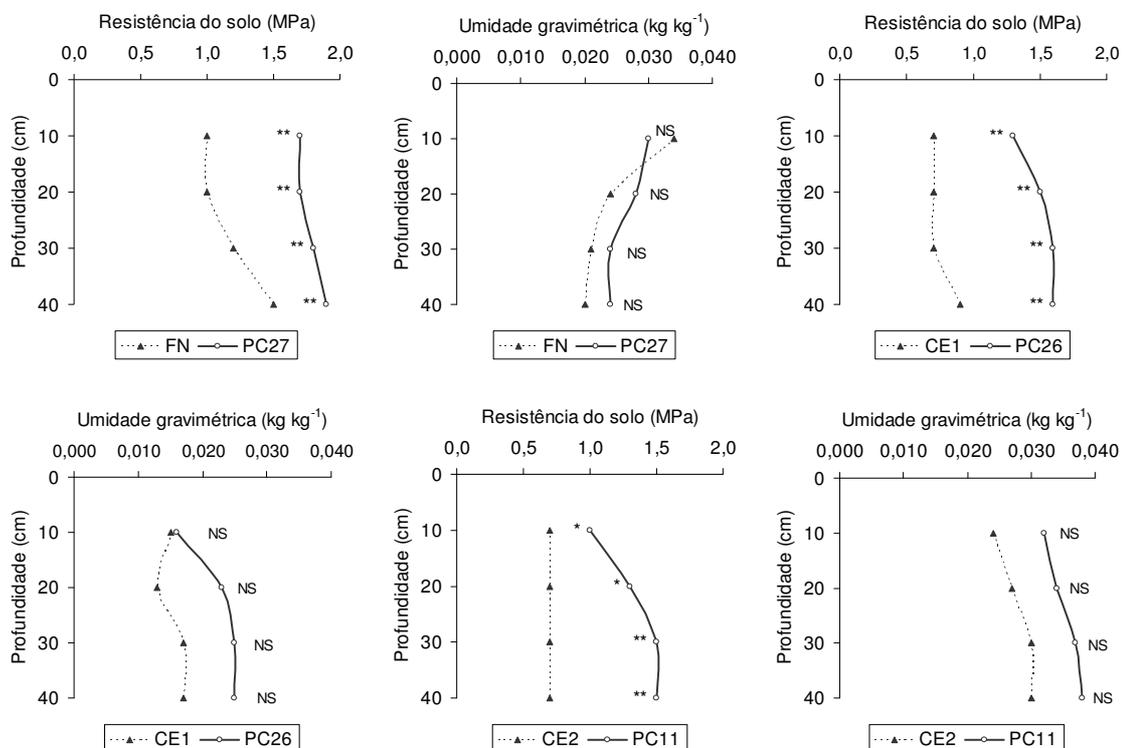
Resultados semelhantes determinados em vegetação nativa e em pastagens têm sido amplamente relatados na literatura. Willatt; Pullar (1983), relataram diversas pressões exercidas por animais em pastejo, como 0,2 MPa por bois da raça Jersey; 0,08 MPa por ovinos e 0,06 MPa por caprinos. Valores que variam entre 0,25 MPa e 0,49 MPa para bovinos de 400 a 500 kg,

podendo atingir a profundidade de 5 a 10 cm, são também reportados. Embora tenha sido constatado aumento significativo da densidade do solo nas áreas de pastagem cultivada, observa-se que os valores encontram-se abaixo do limite considerado como restritivo ao desenvolvimento do sistema radicular que, para solos arenosos, seria de 1,70-1,75 kg dm<sup>-3</sup> (ARSHAD et al., 1996).

**Tabela 1.** Matéria orgânica do solo (MOS) e densidade do solo em vegetação nativa e pastagem cultivada no Pantanal Sul-Mato-Grossense e valores de F dos contrastes de interesse.

Ambiente/contraste	MOS (g kg <sup>-1</sup> )		Densidade do solo (kg dm <sup>-3</sup> )	
	Profundidade (cm)			
	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20
FN	22,0	15,7	1,40	1,50
CE1	17,0	12,0	1,50	1,49
CE2	16,0	5,7	1,44	1,44
PC27	15,0	12	1,56	1,59
PC26	8,7	3,7	1,59	1,66
PC11	8,7	5,7	1,56	1,54
	Valor de F			
FN vs PC27	18,78**	5,01*	26,36**	8,17**
CE1 vs PC26	26,61**	2,03 <sup>NS</sup>	11,17**	28,91**
CE2 vs PC11	20,61**	0,60 <sup>NS</sup>	13,99**	7,51**

FN: mata semidecídua; CE1 e CE2: cerradão; PC27, PC26, PC11: pastagem cultivada com 27, 26 e 11 anos de formação, respectivamente. \* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; <sup>NS</sup> Não significativo.



**Figura 1.** Resistência do solo à penetração e umidade do solo em vegetação nativa e pastagem cultivada no Pantanal Sul-Mato-Grossense (FN: mata semidecídua; CE1 e CE2: cerradão; PC27, PC26, PC11: pastagem cultivada com 27, 26 e 11 anos de formação, respectivamente; \* e \*\*

indicação de significância a 5 e 1% de probabilidade, nas respectivas profundidades, nos contrastes FN vs PC27, CE1 vs PC26, CE2 vs PC11).

A resistência do solo à penetração apresentou o mesmo comportamento observado para a densidade do solo, ou seja, leve tendência à compactação nas áreas de pastagens (Figura 1), cujos valores também se encontram abaixo do limite crítico para causar prejuízos ao desenvolvimento do sistema radicular, apontado como 2 MPa (ARSHAD et al., 1996). Na vegetação nativa, exceção à FN, a resistência à penetração foi inferior a 1,0 MPa, podendo ser classificada, segundo as diferentes classes de resistência à penetração adaptadas do Soil Survey Staff (1993), como baixa; por outro lado, nas áreas de pastagem cultivada, cujos valores variaram entre 1,0 a 2,0 MPa, a resistência à penetração é moderada.

Como a resistência à penetração geralmente aumenta com a compactação (incremento da densidade) e com a redução do teor de água no solo, a ausência de diferença significativa nos teores de água observados na vegetação nativa e respectiva pastagem cultivada (Figura 1), sugere que os maiores valores de resistência à penetração nas pastagens estão associados ao pisoteio animal, notadamente na camada superficial, e possivelmente aos ciclos de umedecimento e secagem do solo que promovem o rearranjo das partículas.

### Conclusões

A conversão da vegetação nativa em pastagem cultivada promoveu leve compactação do solo, evidenciada por aumento na densidade e resistência do solo à penetração, no entanto, sem atingir valores considerados restritivos ao desenvolvimento do sistema radicular.

### Referências

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, R. Physical Test for Monitoring Soil Quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; SILVA, A.P. Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo na produtividade de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 6, p. 575-580, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil survey manual**. Washington: USDA-SCS, 1993.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 229-235, 1991.

WILLATT, S.T.; PULLAR, D.M. Changes in soil physical properties under grazed pastures. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.22, p.343-348, 1983.