



**APLICAÇÃO DO CONCEITO DE VOLUME ELEMENTAR REPRESENTATIVO  
(REV) NA DETERMINAÇÃO DO NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRAS PARA  
RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO UM LATOSSOLO AMARELO SOB  
DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO DE PASTAGENS**

Larissa Gabriela Marinho da Silva<sup>1</sup>, Adriana Aparecida Ribon<sup>2</sup> Kathleen Lourenço  
Fernandes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Agronomia, PIVIC/UEG, Campus de Palmeiras de Goiás,  
larissagabriella2009@hotmail.com; <sup>2</sup>Docente Orientadora, Universidade Estadual de  
Goiás, Palmeiras de Goiás, GO. <sup>3</sup>Pós Graduanda em Mestrado Ciência do Solo,  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP;

**Introdução**

A resistência do solo á penetração é uma propriedade física muito importante á ser estudada para representar o estado de compactação dos solos, com os dados de compactação de um solo se torna mais prático de se determinar, para cada área, ás condições de profundidade de trabalho de cada implemento e o efeito causado pelos sistemas de manejo empregado na estrutura do solo. Existem na literatura vários métodos que são empregados na obtenção de dados de compactação do solo, para posteriormente efetuar um estudo mais aprofundado sobre as formas corretas de manejo que devem ser empregadas na área amostrada, o método mais empregado é por meio da utilização do penetrômetro de impacto. Estes métodos são muito empregados, pois, a compactação do solo é um atributo físico muito estudado.

De acordo com, Dias Júnior & Pierce (1996), o uso desses modelos ou funções promove aumento na compreensão do processo de compactação, com conseqüente minimização do problema. Entretanto, para obtenção de modelos dentro da realidade, é necessário efetuar corretamente a observação, a coleta, a organização, a interpretação dos dados e a construção do modelo (Yaalon, 1994).

Para o pesquisador, a intensidade de amostragem ideal para os vários ambientes, usos e manejos deve ser alta para aumentar a probabilidade de estabelecer corretamente as relações



## II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG

20 a 22 de Outubro de 2015  
Local: Câmpus – Pirenópolis

*Interdisciplinaridade e currículo:  
uma construção coletiva*



de causa e efeito, embora para o produtor uma amostragem menos intensiva parece ser mais viável (Clay et al., 1999). Entretanto, somente com um acompanhamento ou avaliação periódica da resistência do solo à penetração, de acordo com Camargo & Alleoni (1997), é que o agricultor estará conhecendo de uma forma mais detalhada os efeitos provocados no solo pelo sistema de produção adotado, e acima de tudo, estará coletando subsídios importantes para conservação do solo.

Entretanto, poucos trabalhos foram realizados para determinar o número de amostras representativas para estudos com penetrômetros de impacto e quando as amostras coletadas são insuficientes, isto pode levar a resultados não representativos da área considerada. Este fato pode levar o agricultor a tomar decisões errôneas quanto ao manejo e preparo do solo devido a falta de amostras representativas da área. Para isso, é necessário efetuar estudos periódicos que possam melhorar este problema.

A relação entre o volume de amostras do solo e a variabilidade dos parâmetros avaliados nas amostras pode ser definida pelo conceito de volume elementar representativo (REV). O tamanho das amostras indica o volume elementar representativo que representa a média geral da propriedade a ser estudada. Bear (1972) apresentou uma definição prática de volume elementar representativo, que é o volume de solo que contém uma representação máxima de variações microscópicas em toda forma e proporções presentes no sistema. Algumas pesquisas vêm utilizando o conceito de volume elementar representativo para diversos tipos de estudos com condutividade hidráulica (Lauren et al., 1988; Buchter et al., 1994; Mallants et al., 1997).

A determinação do número de amostras ideal dos parâmetros que avaliem o estado de compactação dos solos através do conceito de volume elementar representativo vem sendo estudado em solos tropicais, tal como o trabalho de Ribon & Tavares Filho (2002), onde encontraram para a resistência do solo à penetração medida com penetrômetro de impacto em Latossolo vermelho eutroférico um número ideal de amostras de 30 pontos/ha.

### **Objetivo**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o número de amostras para resistência do solo à penetração pelo conceito do volume elementar representativo (REV) em solos, para um latossolo amarelo sob diferentes sistemas de uso e manejo de pastagens.

Pirenópolis – Goiás – Brasil

20 a 22 de Outubro de 2015



## II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG

20 a 22 de Outubro de 2015  
Local: Câmpus – Pirenópolis

*Interdisciplinaridade e currículo:  
uma construção coletiva*



### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na propriedade Luz da Vida, localizada no município de Campestre-GO (Lat. máx. 16°46,472' e Log. min. 49°44,966'). O Latossolo em estudo foi classificado de acordo com a Embrapa (2006) até o sexto nível categórico do sistema, com a descrição morfológica de campo seguindo-se o manual e métodos de análise do solo no campo de acordo com Lemos & Santos (2002). O estudo das variáveis foi organizado em um delineamento em blocos inteiramente casualizados em parcelas subdivididas, sendo as parcelas os cinco diferentes tipos de uso e manejo de pastagens e mata nativa e as sub parcelas as quatro camadas do solo (0-0,1m; 0,1-0,2m; 0,2-0,3m; 0,3-0,4m). Cada tratamento apresentou uma área de 1800 m<sup>2</sup>. Os tratamentos foram estabelecidos da seguinte forma:

- ILPF: Área com Integração lavoura pecuária floresta, com eucalipto no espaçamento de 3,0x1,5m há 6 anos e implantação do consórcio soja-brachiaria no sistema barreira e milho-brachiaria após colheita da soja
- IPF: Área com Integração pecuária floresta, com eucalipto e capim brachiaria; no espaçamento de 3,0x1,5m com 6 anos de implantação.
- SM: Área de semeadura da soja sob preparo convencional após dessecação da pastagem (Brachiaria decumbens com oitos de implantação) e plantio de milho após colheita da soja.
- P: Área de pastagem com capim brachiaria destinada a pastoreio de animais com 8 anos de uso;
- MN: mata nativa (área de preservação permanente natural).
- PIQ: Piquete rotacionado com capim mombaça destinado a pastoreio de animais,

A resistência do solo à penetração foi determinada através de um penetrômetro de Impacto modelo IAA/Planalsucar /Stolf em pontos determinados totalmente ao acaso nas profundidades de 0-0,1m; 0,1-0,2m; 0,2-0,3m; 0,3-0,4m. Os pontos para a penetrometria foram realizados aplicando-se o conceito de volume elementar representativo (REV), isto é, realizado por volume de amostras, sendo considerado por volume amostral o seguinte número de pontos/ha em cada amostragem: 0, 2, 4, 6, 8, 10 para cada profundidade. O número de



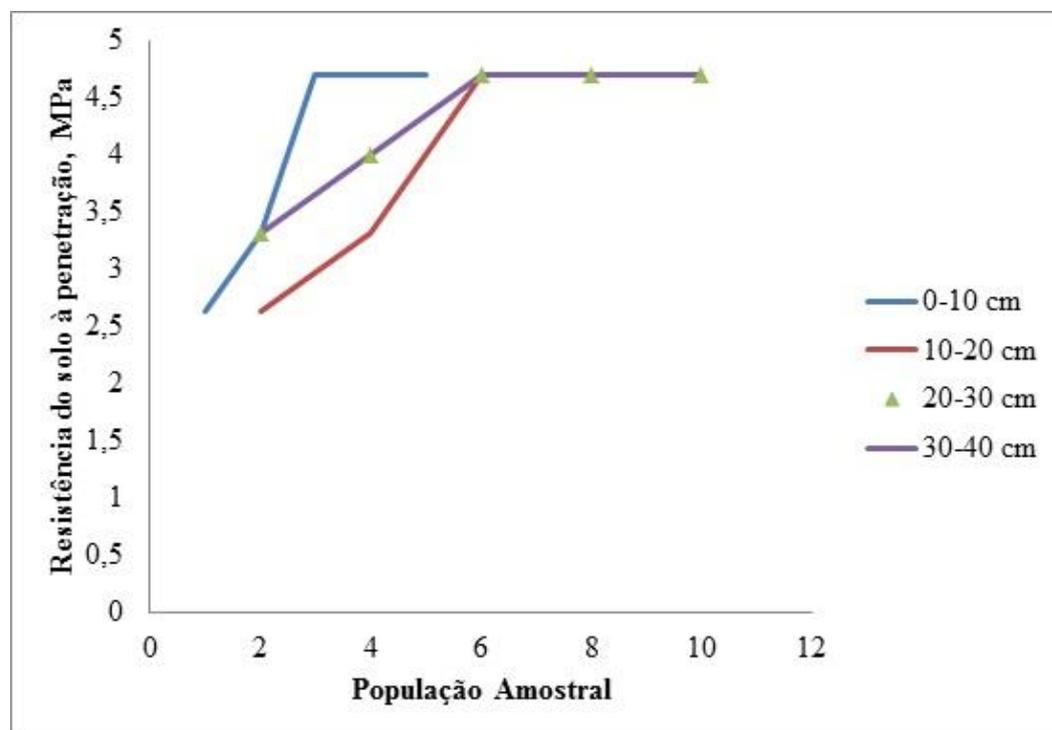
impactos/dm foi transformado em resistência dinâmica (MPa) segundo Stolf (1991).

A unidade gravimétrica foi coletada ao acaso, num total de 12 pontos/ha nos mesmos dias de amostragem da resistência do solo à penetração.

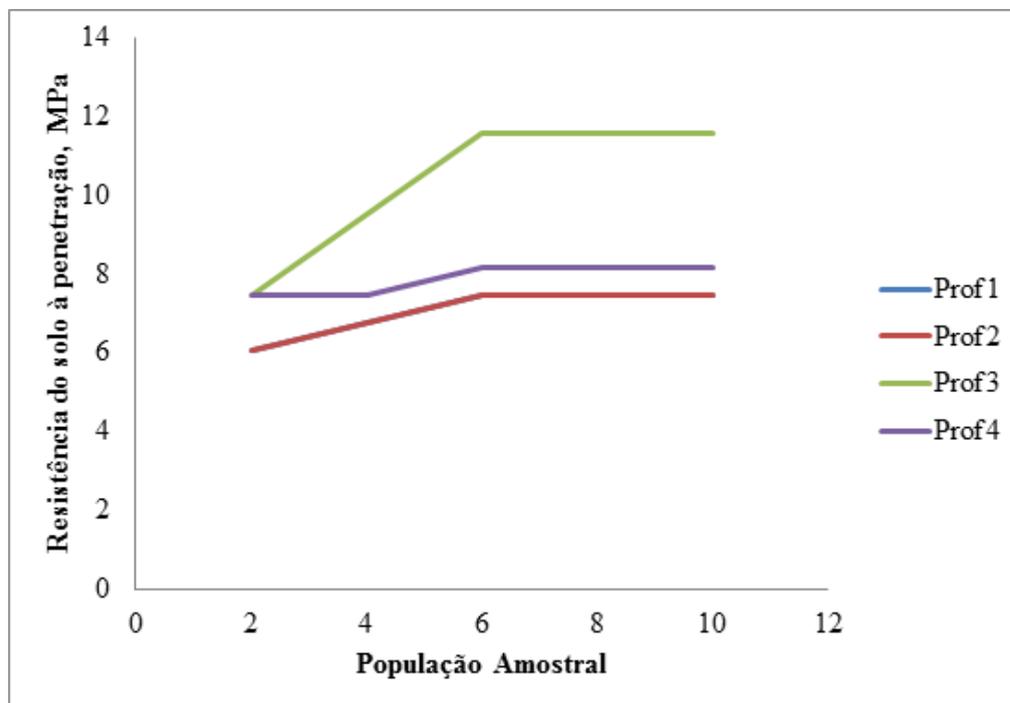
As análises para obtenção dos parâmetros estatísticos das propriedades físicas avaliadas (média, moda, desvio padrão e coeficiente de variação) foram realizadas separadamente para cada volume de amostras, através do Programa SAS (1991).

## Resultados e Discussão

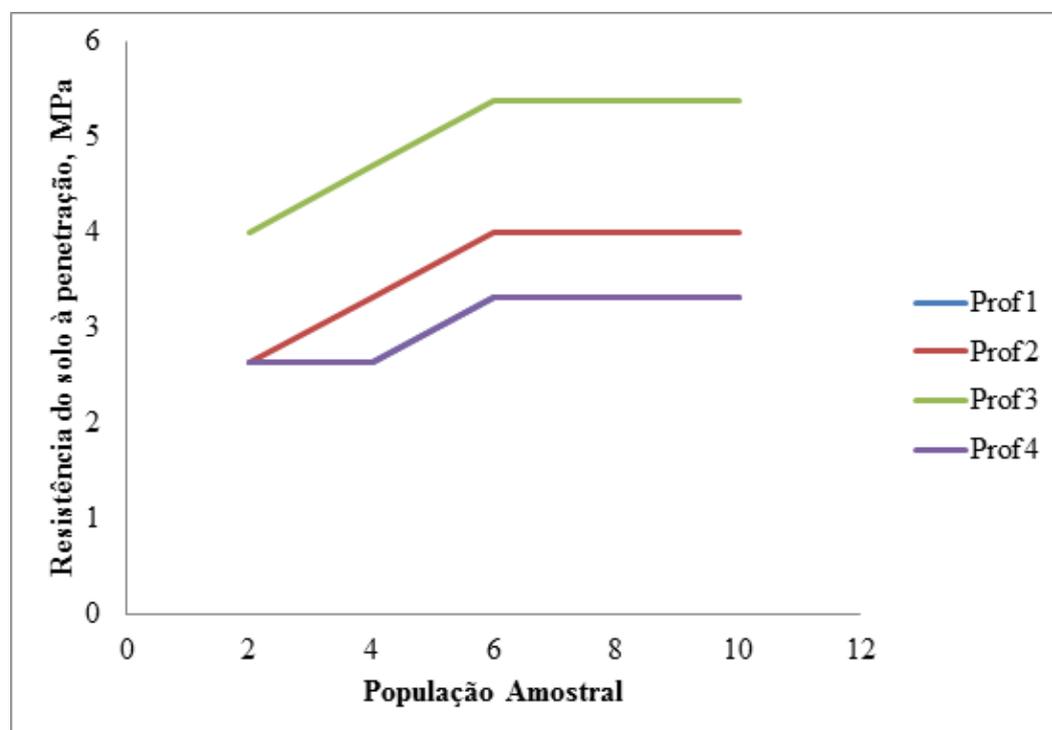
As Figuras 1 a 6 mostram a variação dos valores de resistência do solo à penetração em função da população amostral. Observa-se que os valores de resistência do solo à penetração em função da população amostral pode ser dividido em duas faixas distintas, a saber:  $n=2$  a  $n<6$  (baixa precisão),  $n=6$  a  $n=10$  (alta precisão). Ribon & Tavares Filho (2002) encontraram três faixas distintas (baixa, média e alta precisão) para esta propriedade física em Latossolo Vermelho distroférico sob plantio direto. Esta diferença pode ser atribuída pela diferença no sistema de manejo empregado nas duas áreas.



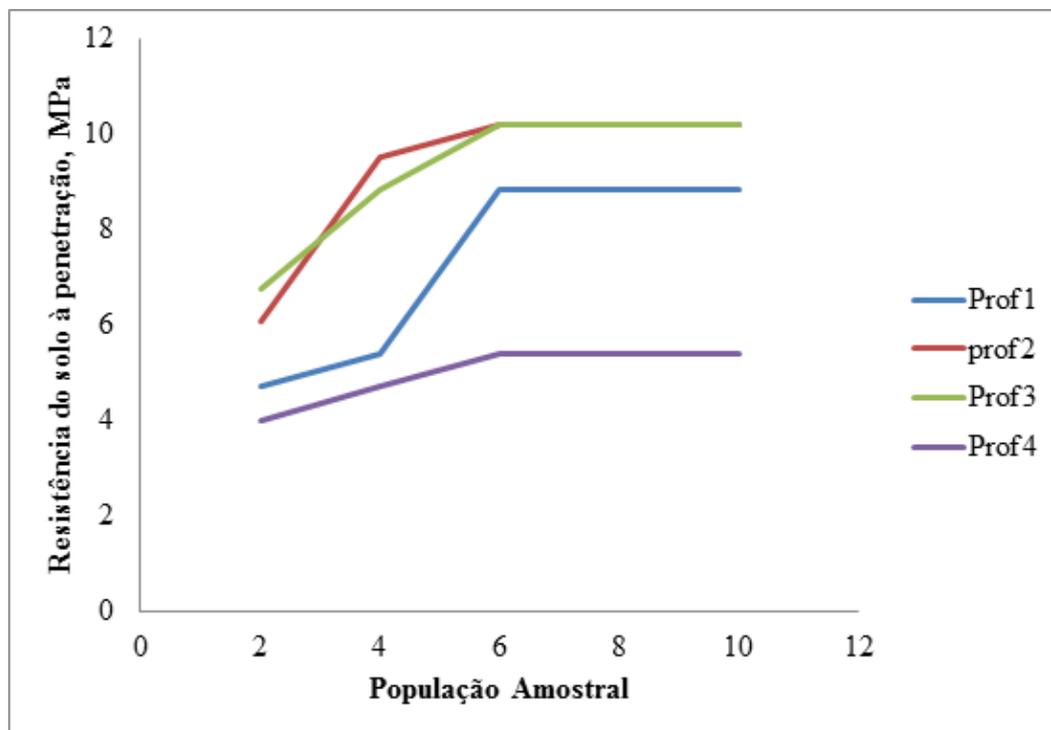
**Figura 01.** Médias de resistência do solo à penetração obtidas para o Latossolo Amarelo sob Integração Lavoura Pecuária.



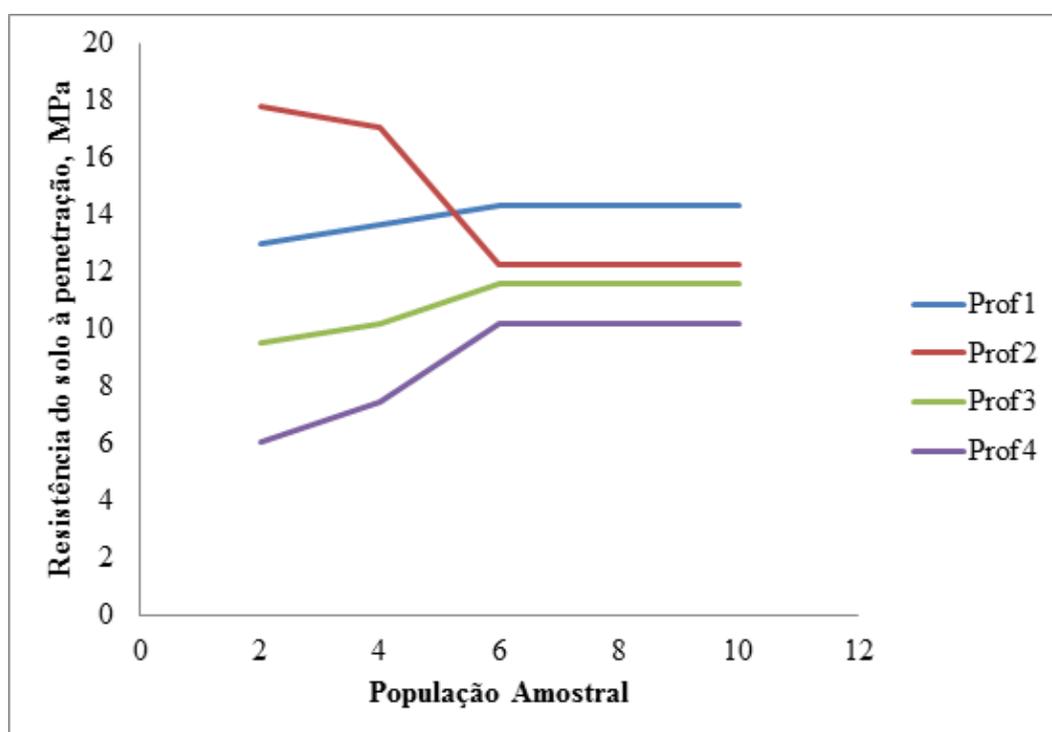
**Figura 2.** Médias de resistência do solo à penetração obtidas para o Latossolo Amarelo sob pastagem sem gradagem.



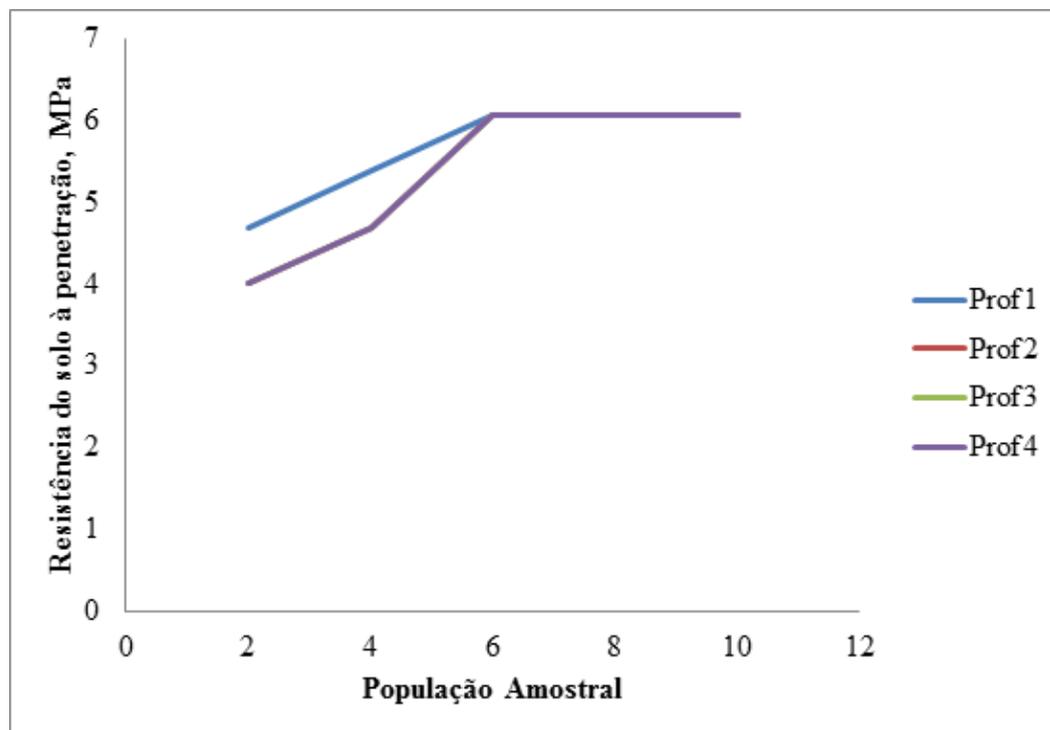
**Figura 3.** Médias de resistência do solo à penetração obtidas para o Latossolo Amarelo sob integração lavoura pecuária floresta.



**Figura 4.** Médias de resistência do solo à penetração obtidas para o Latossolo Amarelo sob integração pecuária floresta.



**Figura 5.** Médias de resistência do solo à penetração obtidas para o Latossolo Amarelo sob piquete.



**Figura 6.** Médias de resistência do solo à penetração obtidas para o Latossolo Amarelo sob mata nativa.

À partir de  $n=2$  até  $n<6$  (Parte I) pode-se considerar como uma faixa de baixa precisão dos resultados de penetrometria, onde há uma alta variabilidade das médias encontradas. Porém, a partir do tamanho de amostras igual a 6, começa a ocorrer uma estacionaridade dos dados, independente da profundidade avaliada. Nota-se que, para a resistência do solo à penetração avaliada na maioria das profundidades, em amostragens numa escala inferior à população amostral igual a 6, mostra médias pouco confiáveis para uma provável estimativa do grau de compactação do solo através desta propriedade física.

À partir de  $n$  maior ou igual a 6 até  $n=10$  amostras, foi considerada uma faixa de alta precisão (Parte II), onde os parâmetros estatísticos mostram homogeneidade nas médias obtidas, evidenciada pela linearidade apresentada nas curvas das populações amostrais a partir deste ponto como mostra a Figura 1. Para fins desse estudo a população amostral de 6 (faixa de alta precisão) foi considerada adequada para a estimativa da compactação, pois já apresenta uma boa confiabilidade dos resultados. Ribon & Tavares Filho (2002), aplicando o conceito de Volume Elementar representativo (REV) consideraram a população amostral de

Pirenópolis – Goiás – Brasil



## II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG

20 a 22 de Outubro de 2015  
Local: Câmpus – Pirenópolis

*Interdisciplinaridade e currículo:  
uma construção coletiva*



30 como adequada para a determinação da resistência do solo à penetração do Latossolo Vermelho eutroférico.

Para o Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo de pastagens e mata nativa, pode-se inferir, então, que o número de amostras necessárias a ser coletadas, seja de 6, independente dos tratamentos avaliados, pois esta população amostral se encontra dentro de uma faixa de alta precisão com uma boa confiabilidade dos resultados, sendo portanto adequado este número de amostras para a estimativa do grau de compactação através da resistência do solo à penetração. Isto torna claro que o número de amostras a ser definido como o ideal vai variar conforme o objetivo da pesquisa, por exemplo, para levantamentos exploratórios que não exigem uma alta precisão dos resultados, o número de amostragens pode ser feito dentro da faixa de baixa precisão, porém, em pesquisas que exigem um maior nível de detalhamento, é ideal que o número de amostragens esteja na faixa de alta precisão entre a boa e ótima confiabilidade.

Assim, considerando esta população amostral como a ideal, independente da profundidade avaliada, pode-se verificar que as médias obtidas estão entre 2,80 e 10,70 Mpa. Na figura 1 as médias de penetração variaram de 2,5 a 4,5MPa, resultado este que pode ser explicado devido ao sistema de manejo do tipo integração lavoura pecuária. Na figura 2 as médias variaram de 4,0 a 6,0MPa valores relativamente elevados, sua ocorrência é dada devido ao sistema de manejo do tipo pastagem sem gradagem e ao pisoteio de animais que pode ocasionar a compactação do solo. Na figura 3 (integração lavoura pecuária floresta) as médias variaram de 2,0 a 5,0MPa obtendo valores maiores nas camadas de 0,2-0,3 devido ao tipo de manejo do solo que pode gerar uma camada compactada abaixo de cinco centímetros e valores menores nas camadas inferiores, provavelmente devido ao tipo de espécie arbórea que possui sistema radicular agressivo, contribuindo para a qualidade física do solo. Na figura 4 (integração pecuária floresta) as médias variaram de 4,0 a 9,0MPa devido ao tipo de sistema adotado e também ao pisoteio de animais no sistema de integração com pecuária. Na figura 5 (piquete) as médias variaram de 6,0 a 18MPa valores relativamente altos que ocorreram provavelmente devido ao tipo de sistema onde o pisoteio de animais é constante. Na figura 6 (mata nativa) as médias variaram de 4,0 a 5,0MPa, este resultado é devido ao acúmulo de MO na superfície do solo A MO é de extrema importância para o solo, pois além de contribuir



## II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG

20 a 22 de Outubro de 2015  
Local: Câmpus – Pirenópolis

Interdisciplinaridade e currículo:  
uma construção coletiva



para a melhoria e manutenção da disponibilidade de nutrientes no solo, contribui para a qualidade física do solo, mantendo a resistência do solo a penetração homogênea, ao longo da área. Tavares et al (2001) verificaram que valores de 3,5 MPa, apesar de causarem alterações na morfologia das raízes de uma cultura anual, não foram considerados limitantes ao crescimento desta. Tomando-se como referência este valor, conclui-se que as médias encontram-se bem acima do valor considerado como ideal, o que provavelmente poderá acarretar limitações para o crescimento radicular das pastagens. Portanto, torna-se evidente a necessidade do monitoramento periódico da compactação do solo durante o desenvolvimento da cultura para que se tome precauções com relação ao tipo de manejo que se está sendo empregado neste solo para que haja uma minimização da compactação do solo.

### Conclusões

Os valores de resistência a penetração variaram de baixos até extremamente altos devido aos sistemas de manejos adotado na área.

Em todos os tratamentos a resistência tornou-se estável para um número de amostras igual a seis, isto devido à precisão dos valores, podendo-se concluir que seis amostras é capaz de representar com precisão os valores de resistência do solo à penetração para o Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo de pastagens e mata nativa.

### Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Estadual de Goiás pelo apoio e concessão da bolsa de iniciação científica da primeira autora.

### Referências

BEAR, J. **Dynamics of fluids in porous media**. Elsevier, New York. BUCHTER, B., HINZ, C., FLUHLER, H. **Sample size for determination of coarse fragment content in a stony soil**. *Geoderma*, v.63, p.265-275, 1994.

BUCHTER, B., HINZ, C., FLUHLER, H. Sample size for determination of coarse fragment content in a stony soil. **Geoderma**, v.63, p.265-275, 1994.

CLAY, D.E., CARLSON, C.G., CHANG, J., CLAY, S.A, MALO, D.D. Systematic evaluation of precision farming soil sampling requirements. In: ROBERT, P.C. et al. (ed). **Proceedings of the Fourth International Conference on Precision Agriculture**. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1999. P.253-265.



## II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG

20 a 22 de Outubro de 2015  
Local: Câmpus – Pirenópolis

Interdisciplinaridade e currículo:  
uma construção coletiva



CAMARGO, O. A, ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Piracicaba, 1997. 132p.

DIAS JÚNIOR, M.S & PIERCE, F.J. Revisão de literatura: **O processo de compactação do solo e sua modelagem**. R. Bras. Ci. Solo, 20:175-182, 1996.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Brasília: EMBRAPA, 2006. 353p.

LAUREN, J. G., WAGENET, R. J., BOUMA, J., WOSTEN, J. H. M. Variability of saturated hydraulic conductivity in a glossoaquic hapludalf with macropores. **Soil Science**, v. 145, p.20-28, 1988.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; SHIMIZU, S. H. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. 6ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa, 2013.

RIBON, A. A., TAVARES FILHO, J. Número ideal de amostras para estudos com penetrômetros de impacto em latossolo vermelho eutroférico. **XIV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do solo e da água**. Cuiabá-MT, 21 a 26 julho, 2002. Resumos. SAS INSTITUTE. **SAS/STAT procedure guide for personal computers**. Version 5 ed. SAS Inst., Cary, N. C. 1991.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT procedure guide for personal computers**. Version 5 ed. SAS Inst., Cary, N. C. 1991.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.249-252, 1991.

TAVARES FILHO, J., BARBOSA, G. M. C., GUIMARÃES, M. F., FONSECA, I. C. B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento radicular do milho (*zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.25, p.725-730, 2001.

MALLANTS, D., MOHANTY, R. P., VERVOOT, A., FEYEN, J. Spatial analysis of saturated hydraulic conductivity in a soil with macropores. **Soil Technology**, v.10, p.115-131, 1997.

YAALON, D.H. On models, modeling, and process understanding. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:1276, 1994.