

AValiação Comparativa da Resistência Mecânica do Solo Obtida com Dois Tipos de Penetrômetros

**DELMONTE ROBOREDO¹; JOÃO C. S. MAIA², OSVALDO JOSÉ DE OLIVEIRA³,
MICHELY ELIANE KIM⁴, ALOISIO BIANCHINI²**

¹. Mestre, Professor interino da UNEMAT campus de Alta Floresta, Fone: (66) 3521-204;

². Eng.º Agrônomo, Professor Doutor do Departamento de Solos e Engenharia Rural -FAMEV/UFMT;

³. Doutor em Agronomia, Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Cuiabá (CEFET)

⁴. Eng.ª Agrônoma, Mestranda em Agricultura Tropical – FAMEV/UFMT

**Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB**

RESUMO: A resistência mecânica do solo à penetração é um índice importante para a caracterização e manejo do solo e está relacionado ao teor de água e densidade do solo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico em função de diferentes teores de água em duas profundidades, utilizando dois tipos de penetrômetros, um eletrônico de velocidade constante e um de impacto. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com oito tratamentos e cinco repetições, dispostos em esquema de parcelas subdivididas, sendo quatro faixas de teor de água nas parcelas e duas profundidades de amostragem nas subparcelas. A partir dos resultados obtidos constatou-se: 1) a redução do teor de água do solo influenciou diretamente no aumento da RMSP; 2) ocorreram diferenças significativas nos valores de resistência, quando medidos com os dois tipos de penetrômetros e 3) a camada de 0,15 a 0,20 m apresentou maior RMSP; 4) o penetrômetro de impacto apresentou maior relação com o atributo analisado.

PALAVRAS-CHAVE: PENETRÔMETRO ELETRÔNICO, PENETRÔMETRO DE IMPACTO, DENSIDADE DO SOLO.

COMPARATIVE EVALUATION OF SOIL MECHANICAL RESISTANCE BY MEANS OF TWO TYPES OF PENETROMETERS

ABSTRACT: The mechanical resistance of the soil to penetration is an important index for characterization and management of the soil, and is related to the water content and soil density. The objective of this work was to evaluate soil mechanical resistance to penetration (SMRP) in a RHODIC HAPLUSTOX as a function of different water contents at two depths, using two types of penetrometers: a constant-speed penetrometer and an impact penetrometer. The randomized block experimental design was used, with eight treatments and five replicates arranged in a split-plot scheme, with four water content ranges as plots; and two sampling depths as subplots. With the results obtained, it was verified that: 1) reduction of the water content of soil influenced directly in the increase of the SMRP; 2) significant differences in the values of resistance had occurred, when measured with the two types of penetrometer and 3) the layer of 0,15 the 0,20 m presented greater SMRP; 4) the impact penetrometer presented greater relation with analyzed attribute.

KEYWORDS: ELECTRONIC PENETROMETER, IMPACT PENETROMETER, SOIL DENSITY

INTRODUÇÃO: A resistência mecânica do solo à penetração das raízes tem sido o atributo físico priorizado nos estudos da compactação do solo, pois influencia diretamente o crescimento das plantas

(Imhoff et al., 2000). Os penetrômetros, como o de impacto e os eletrônicos, são equipamentos utilizados na determinação da resistência mecânica do solo a penetração, que embora seja uma maneira indireta de se determinar a presença de camadas compactadas, são de fácil manuseio e apresentam os resultados com maior rapidez, em relação aos métodos diretos. Segundo Camargo & Alleoni (1997) a utilidade do penetrômetro na avaliação da compactação é limitada a medidas feitas em um mesmo solo em um mesmo teor de água, isso é verificado pelo fato de se recomendar a apresentação dos dados de teor de água juntamente com quadros e/ou tabelas de dados referentes à resistência do solo a penetração. O objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência mecânica do solo a penetração em diferentes teores de água e em duas profundidades utilizando o penetrômetro de impacto e penetrômetro eletrônico automático manual, visando verificar qual deles apresenta melhor relação com a densidade do solo.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi instalado no Centro Federal de Educação Tecnológica de Cuiabá (CEFET), localizado a 86 km de Cuiabá/MT, no km 329 da BR 364, nas coordenadas geográficas 15° 49,174' S e 55° 25,033' W. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, com textura argilosa (Oliveira, 2000). O experimento foi instalado em uma área total de 174,72 m², subdividida em 60 subparcelas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com oito tratamentos e cinco repetições. A RMSP foi obtida utilizando-se dois tipos de aparelhos: 1 - Penetrômetro Eletrônico de Velocidade Constante (PEA), desenvolvido por Bianchini et al. (2002), de acordo com a norma da ASAE (1998) e 2 - Penetrômetro de Impacto (PI) modelo IAA/Planalsucar, descrito por Stolf et al. (1983). Os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, sendo quatro faixas de teor de água, em relação a capacidade de campo (CC). Faixa 1 (F1 = 0,2703 a 0,3177 m³.m⁻³, acima da CC); Faixa 2 (F2 = 0,2545 a 0,2702 m³.m⁻³, 100% da CC); Faixa 3 (F3 = 0,2355 a 0,2544 m³.m⁻³, 80% da CC); e Faixa 4 (F4 = 0,1883 a 0,2354 m³.m⁻³, 60% da CC), em duas profundidades de amostragem nas subparcelas, camada I (0,05 a 0,10 m) e camada II (0,15 a 0,20 m). A área total do experimento foi saturada empregando quatro aspersores do tipo PA 100. A análise estatística dos dados coletados consistiu da análise de variância e teste de Tukey a 5% para comparação das médias conforme metodologia descrita por Banzato & Kronka (1992) processado pelo programa estatístico SAEG versão 7.1 (UFV, 1997). Foram realizados estudos de relação (análise de regressão e correlação de Pearson) entre os resultados obtidos com os penetrômetros e destes com os dados de densidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os dados da resistência mecânica do solo à penetração (RMSP), coletados com os dois tipos de equipamento, em função dos teores de água nas duas profundidades estudadas encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1. Médias dos dados da RMSP, obtidos pelo Penetrômetro de Impacto (PI) e Penetrômetro Eletrônico de Velocidade Constante (PEA), nas profundidades de 0,05 a 0,10 m e 0,15 a 0,20 m, em função de quatro faixas de teor de água: 0,2703 a 0,3177 m³.m⁻³ (F1); 0,2545 a 0,2702 m³.m⁻³ (F2); 0,2355 a 0,2544 m³.m⁻³ (F3) e 0,1883 a 0,2354 m³.m⁻³ (F4), em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico no Estado de Mato Grosso.

Penetrômetro de Impacto (PI)						
	Profundidade (m)	F1	F2	F3	F4	Médias
Camada I	0,05 a 0,10	1,34	1,44	1,99	2,64	1,86 B
Camada II	0,15 a 0,20	3,42	4,09	4,60	5,05	4,29 A
Médias		2,38 c	2,77 bc	3,30 ab	3,84 a	
Penetrômetro Eletrônico de Velocidade Constante (PEA)						
	Profundidade (m)	F1	F2	F3	F4	Médias
Camada I	0,05 a 0,10	1,62	1,65	1,72	1,97	1,74 B
Camada II	0,15 a 0,20	1,72	1,83	1,86	1,99	1,85 A
Médias		1,67 b	1,74 b	1,79 b	1,98 a	1,79

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05).

Analizando os dados nas duas profundidades, pode-se verificar um aumento constante da RMSP à medida que os teores de água decrescem. Observa-se também, que os valores médios registrados pelo PEA, foram inferiores aos obtidos com o uso do PI. Essa diferença provavelmente deve-se ao fato do PEA funcionar com motor elétrico, transferindo carga constante a ponteira, esses resultados foram similares aos encontrados por Klein et al. (1998), Bianchini et al. (2002). Pode-se concluir que a amplitude dos dados coletados com o PEA foi bem inferior aos dados do PI, depreende-se que à medida que ocorre o aumento do teor de água no solo, ocorrendo diminuição da resistência mecânica oferecida pelo solo a penetração do PEA, conforme constatação efetuada por Klein et al. (1998), Genro Junior et al. (2004). Também foi avaliada a relação entre a densidade do solo (D_s) e resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) coletada com os dois equipamentos, porém foi encontrada correlação significativa ($r = 0,89$) somente para o penetrômetro de impacto (PI), cuja equação foi ($D_s = 1,2458 + 0,3014 \cdot RMSP$), com R^2 (coeficiente de determinação) de 0,80. Esse resultado se justifica pela maior amplitude dos dados coletados pelo PI, pois na análise de variância verificou-se que o maior coeficiente de variação (CV) ocorreu com o PI (21,24%), seguido do PEA (6,80%). As curvas de RMSP contidas na Figura 1 contêm o comportamento dos dois penetrômetros no perfil do solo, vê-se que na profundidade de 0,05 m os valores de RMSP estão entre 1,28 e 1,67 MPa (PI) e de 1,05 a 1,49 MPa (PEA). Provavelmente o efeito da mobilização do solo tenha contribuído para minimização dos valores de resistência mecânica nas quatro faixas de teor de água estudadas.

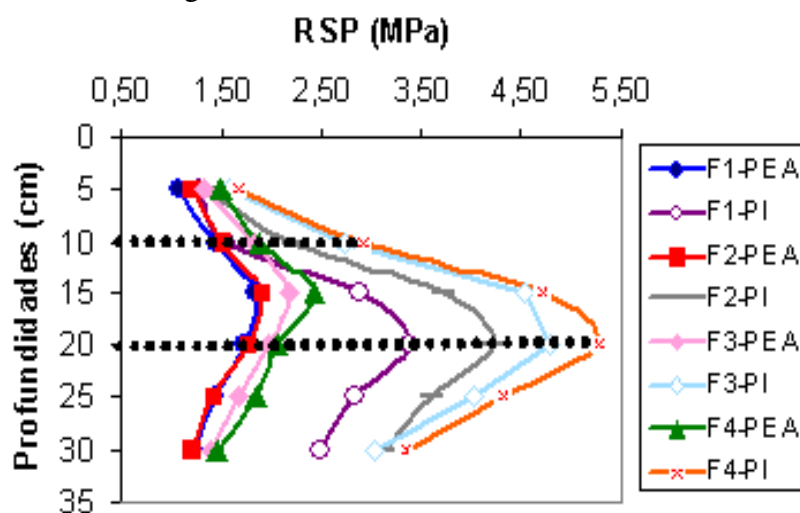


Figura 1. Curvas de resistência mecânica do solo avaliada pelo Penetrômetro de Impacto (PI) e Penetrômetro Eletrônico de Velocidade Constante (PEA) na camada de 0,0 a 0,30 m nas quatro faixas de teor de água: F1(0,2703 a 0,3177 $m^3 \cdot m^{-3}$); F2 (0,2545 a 0,2702 $m^3 \cdot m^{-3}$); F3 (0,2355 a 0,2544 $m^3 \cdot m^{-3}$), e F4 (0,1883 a 0,2354 $m^3 \cdot m^{-3}$) em Latossolo Vermelho distrófico.

Analizando os dados contidos na Figura 1, observa-se que há uma tendência de aumento da RMSP a partir de 0,10 m para os dois equipamentos avaliados. No entanto, os valores obtidos com o PI são superiores em todas as faixas de umidade, encontrando valores superiores a 2,50 MPa. O aumento da RMSP em subsuperfície deve ter ocorrido em função da acomodação do solo e também pelo efeito da flambagem da haste conforme observado por Torres & Saraiva (1999) e Bianchini et al. (2005). Verifica-se que em todas as faixas de teor de água, os valores da RMSP avaliada pelo PEA começam a decrescer a partir da profundidade de 0,15 m, enquanto que os valores de RMSP avaliada pelo PI diminuem a partir de 0,20 m. Comportamento semelhante foi obtido por Bianchini et al. (2005), cujo decréscimo da RMSP começou, aproximadamente, aos 0,12 m e 0,17 m, para os penetrômetros de impacto e o eletrônico, respectivamente. As curvas de RMSP apresentaram comportamentos semelhantes aos obtidos com PI, PEA e outros penetrômetros de velocidade constante, por Camargo & Alleoni (1997) e Ribon et al. (2003).

CONCLUSÕES: A redução do teor de água influenciou diretamente no aumento da RMSP. Existem diferenças significativas nos valores de resistência, quando medidos com os dois tipos de penetrômetros. A resistência mecânica do solo a penetração, apresentou maiores valores na camada de 0,15 a 0,20 m, coincidindo com a camada mais afetada pelo uso contínuo das máquinas e implementos. Por funcionar com motor elétrico, transferindo carga constante a ponteira, o Penetrômetro Eletrônico de Velocidade Constante registrou valores médios de RMSP inferiores aos obtidos com o uso do Penetrômetro de Impacto. Pela maior amplitude dos dados coletados, o penetrômetro de impacto apresentou maior relação com o atributo analisado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAE – American Society of Agricultural Engineers. S313.3. St. Joseph: Agricultural Engineers Yearbook of Standards, 1998. p.820-1

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. do N. Experimentação Agrícola. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 247p.

BIANCHINI, A. MAIA, J. C. M.; MAGALHAES, P. S. G.; CAPELLI, N.; UMEZU, C. K. Penetrógrafo Eletrônico Automático. Eng. Agric., 6:332-336, 2002.

BIANCHINI, A.; CUNHA, C. A.; MAIA, J. C. S. Comparação da resistência do solo a penetração obtida por meio de penetrômetro eletrônico e impacto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34., Canoas, 2005. Anais... Canoas: CONBEA, 2005. p.1-4.

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

GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Variabilidade temporal da resistência a penetração de um Latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. R. Bras. Ci. Solo, 28:477-484, 2004.

IMHOFF, S.; SILVA, A. P. da; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. Pesq. Agropec. Bras., 35:1493-1500, 2000.

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L.; SILVA, A. P. Resistência mecânica do solo a penetração sob diferentes condições de densidade e teor de água. Eng. Agric., 18:45-54, 1998.

OLIVEIRA, O. J. de. Estresse hídrico e características agronômicas de materiais superprecoces de milho. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000. 89p. Tese (Doutorado)

RIBON, A. A.; CENTURION J. F., CENTURION, M. A. P. C., PEREIRA, G. T. Densidade e resistência a penetração de solos cultivados com seringueira sob diferentes manejos. Acta Scientiarum: Agronomy, Maringá, 25:13-17, 2003.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar – Stolf. STAB, Piracicaba, 1:18-23, 1983.

TORRES, E.; SARAIVA, O.F. Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com a soja. Londrina, Embrapa Soja, 1999. 59p.

Universidade Federal de Viçosa - UFV. SAEG: Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1.Viçosa, 1997. 150p.