

Instrumentação Automatizada para Medida de Resistência do Solo à Penetração de Raízes com uma Sonda de 13 cm

Introdução

A formação de camadas superficiais de compactação de solos tem sido objeto de estudo de muitos pesquisadores nos efeitos sobre a emergência das sementes, infiltração de água e erosão do solo. Penetrômetros, não possuem uma precisão razoável para medir o grau de compactação da crosta do solo compactado e de quantificação da força que uma semente realiza no momento da germinação, para vencer esta crosta, e do desenvolvimento da raiz nesta região. Pequenas sondas têm sido usadas para simular força de penetração de raízes, mas em escala de laboratórios para caracterizar a estrutura do solo.

Neste ensaio foi utilizada uma sonda de 13 cm projetada sem o rebaixo no corpo da sonda e mantendo-se o ângulo de ponta de cone de 30°. O ensaio teve por objetivo avaliar o comportamento da *Instrumentação Avançada para Tomada de Decisão na Avaliação da Resistência do Solo à Penetração de Raízes*, ilustrado na figura 1, em medidas mais profundas da resistência do solo à penetração de raízes que atinjam essa profundidade, como por exemplo, o que ocorre com raízes do milho (*Zea Mays*), que atinge aproximadamente 20 cm de profundidade.

Os ensaios de campo foram realizados em uma área, tendo como coordenadas geofísicas latitude sul igual a 21° 57' 5,33728" e longitude oeste igual a 47° 50' 45,9429", área esta, também pertencente a Embrapa Pecuária Sudeste.

O solo da região analisada é do tipo *Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico (LEd2)* e apresenta textura argilosa, fase cerradão tropical subcaducifólico, são solos profundos, de coloração bruno-avermelhada a bruno-avermelhada-escura. São formados de material muito diverso, o que lhes confere certa variabilidade nas características morfológicas, além de influir nas propriedades químicas. No geral, esses solos, apresentam baixa saturação por bases e baixa saturação por alumínio.

A coleta de dados foi realizada dentro de uma área de 0,16 m x 0,16 m, com variação de 0,10 m de distância entre elas. As coordenadas de partida que foram fornecidas ao sistema, são indicadas na tabela 1.

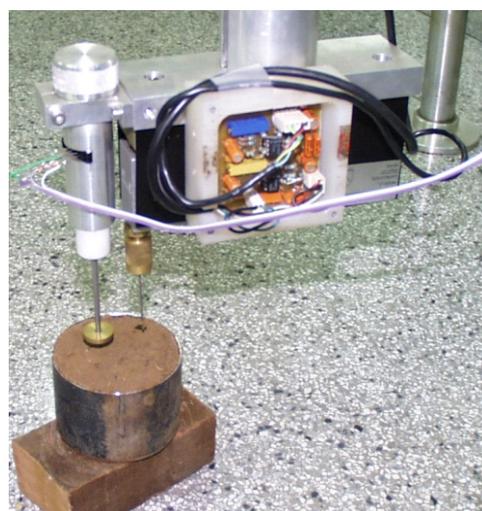


Foto Ladislau M. Rabello

Figura 1: Foto do sistema em laboratório

A coordenada inicial (0,0) corresponde ao zero de todo o sistema de posicionamento XY. Os números de dados gerados com esta base de coordenadas correspondem a uma matriz que envolveu 16 x 16 pontos por 66 níveis de profundidade, o que levou a um total de 16896 r

Tabela 1 : Ensaio de campo para sonda de 13 cm - Coordenadas para medida de RSPR.

Posicao inicial		Posicao final		Incremento	
X (mm)	Y (mm)	X (mm)	Y (mm)	X (mm)	Y (mm)
0	0	150	150	10	10

Autores

Ladislau Marcelino Rabello
Eng. Elétrico, Dr.
Embrapa Instrumentação
Agropecuária, C.P. 741,
CEP 13560-970,
São Carlos, SP
rabello@cnpdia.embrapa.br

Paulo Estevão Cruvinel
Eng. Elétrico, Dr.
Embrapa Instrumentação
Agropecuária, C.P. 741,
CEP 13560-970,
São Carlos, SP
cruvinel@cnpdia.embrapa.br

A tabela 2 sintetiza os parâmetros do ensaio realizado com a sonda de 13 cm.

Tabela 2 : Umidade de solo para ensaio com sonda de 13 cm

Numero do Recipiente	1.00
Espessura da amostra	7,2 cm
Comprimento da Amostra	5,5 cm
Umidade media do solo na area do experimento < >	11,3 %
Tipo de solo	Latossolo Vermelho-Escuro Distr ofico - textura argilosa

Com o objetivo de se caracterizar o ensaio de campo, bem como devido ao grande número de dados, foi selecionado uma coordenada, (110,60), para se verificar a variação da resistência do solo à penetração de raízes, representadas na figura 2, em função da profundidade Z, no intervalo de 0 a 130 mm.

A seqüência de mapas bidimensionais, gerados no ensaio, podem ser observadas na tabela 3.

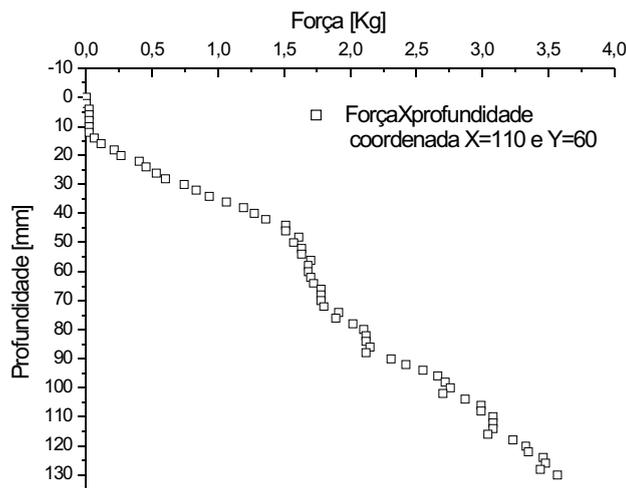
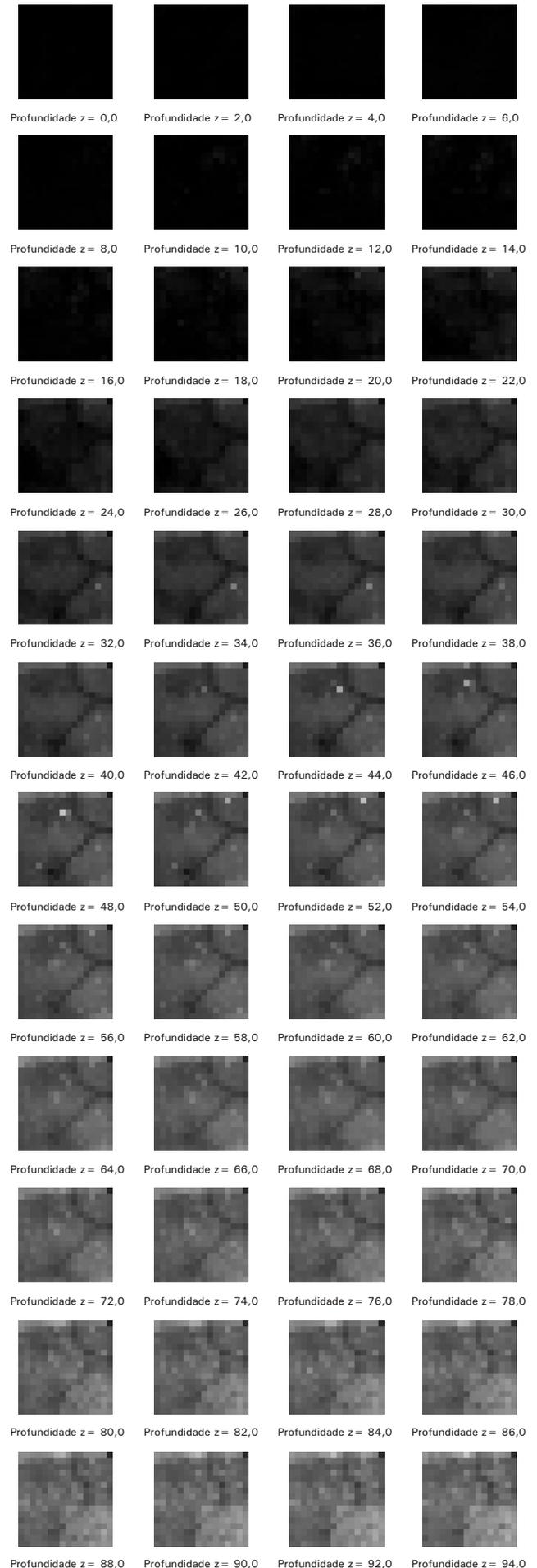


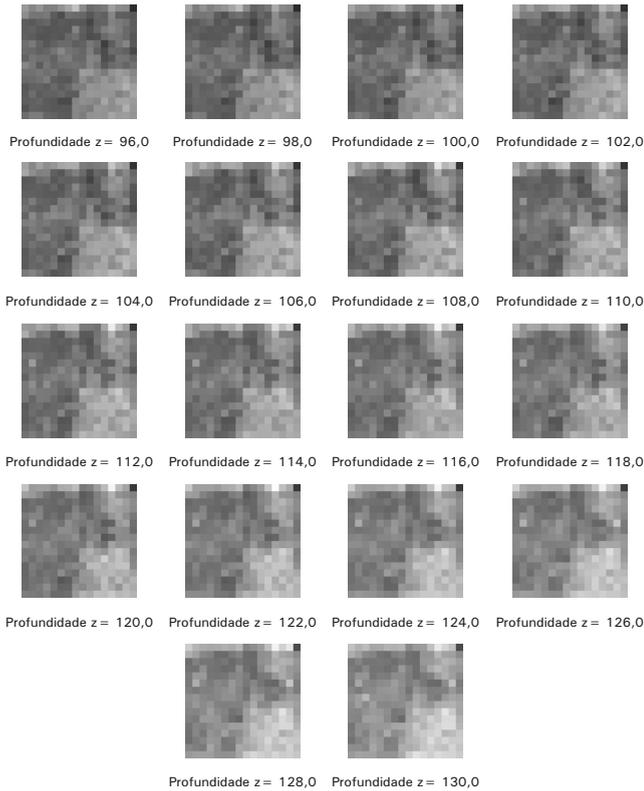
Figura 2: Variação da resistência do solo à penetração de raízes para a sonda de 13 cm em função da profundidade Z, para as coordenadas X = 110 e Y = 60.

Tabela 3: Seqüência de mapas bidimensionais das medidas de resistência do solo à penetração de raízes para os dados coletados em campo para a sonda de 13 cm, no intervalo de Z = 0,0 a Z = 130,0, medidas em milímetros, (tons de cinza, da cor preta = 0,00 kgf à cor branca = 50,0 kgf

No ensaio para a sonda de 13 cm, observou-se ao longo de toda a profundidade uma variação praticamente homogênea da resistência ao avanço da sonda, o que também o seria para raízes de plantas.

A informação volumétrica da resistência do solo à penetração de raízes obtida no ensaio de campo a partir dos mapas bidimensionais para a sonda de 13 cm, com seus cortes transversal, coronal, sagital, é vista na figura 3.





No ensaio para a sonda de 13 cm, observou-se ao longo de toda a profundidade uma variação praticamente homogênea da resistência ao avanço da sonda, o que também o seria para raízes de plantas.

A informação volumétrica da resistência do solo à penetração de raízes obtida no ensaio de campo a partir dos mapas bidimensionais para a sonda de 13 cm, com seus cortes transversal, coronal, sagital, é vista na figura 3.

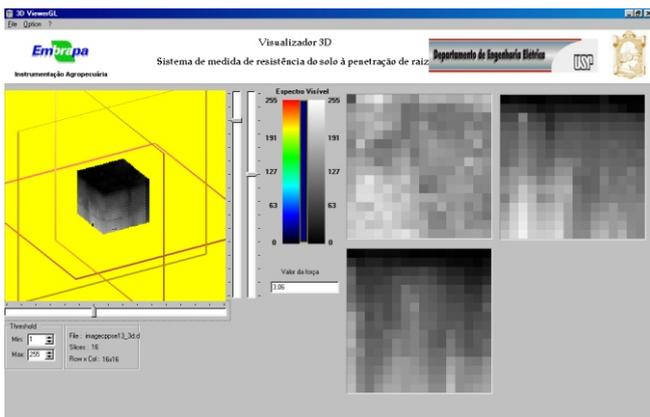


Figura 3 : Mapa tridimensional dos dados de resistência do solo à penetração de raízes coletados no ensaio de campo para sonda de 13cm.

As figuras 4, 5 e 6, ilustram situações distintas, da resistência do solo à penetração de raízes, de acordo com a profundidade em que se localizam as regiões. Na figura 4 é apresentada a região do ensaio de campo onde há alta resistência do solo à penetração de raízes, ou seja, faixa de 35,60 kgf a 45,20 kgf. Na figura 4 é visualizada a região onde houve a ocorrência de médios valores de resistência do solo à penetração de raízes, ou seja, na

faixa de 19,50 kgf a 27,50 kgf. Na figura 6 é visualizada a região do experimento onde ocorreu baixa resistência do solo à penetração de raízes, ou seja, faixa de 0,18 kgf a 8,51 kgf. As regiões analisadas foram selecionadas com o uso de um filtro *threshold*, cujo ajuste de limiar pode ser selecionado pelo usuário

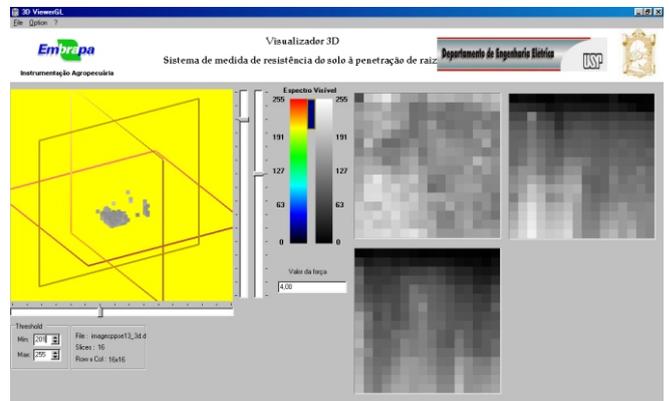


Figura 4 : Ensaio de campo para a sonda de 13 cm: região de alta resistência do solo à penetração de raízes (de 35,60 kgf a 45,20 kgf).

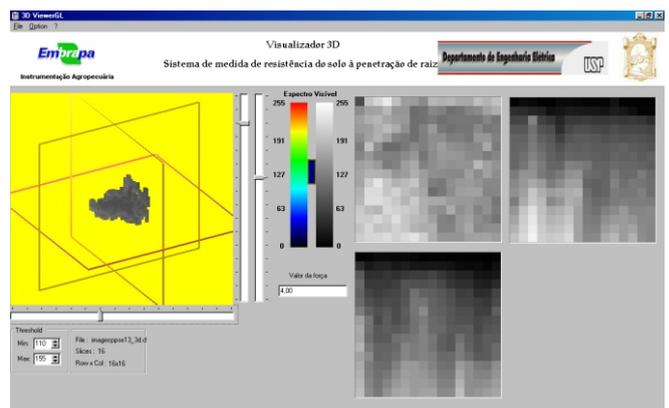


Figura 5 : Ensaio de campo para a sonda de 13 cm: região de valores médios de resistência do solo à penetração de raízes (de 19,50 kgf a 27,50 kgf).

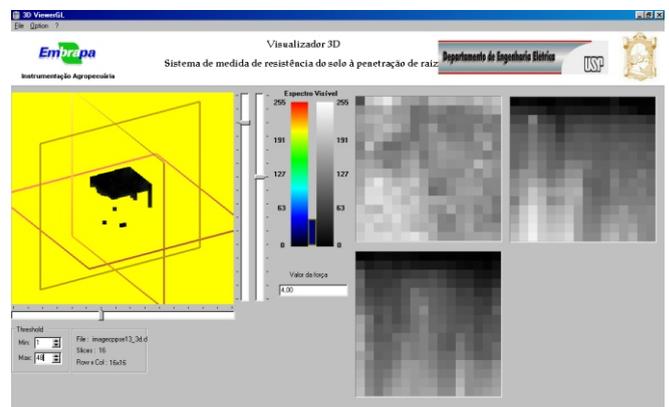


Figura 6 : Ensaio de campo para a sonda de 13 cm: região de baixa resistência do solo à penetração de raízes (de 0,18 kgf a 8,51 kgf).

O presente trabalho usando o instrumento para medida de resistência do solo à penetração de raízes, possibilitou a medida da resistência do solo a uma profundidade de 13

cm, constitui uma nova e avançada ferramenta, que viabiliza mediante análise em tempo quase real, incluindo programações, informações que levam em conta a variabilidade espacial na área e no perfil, da compactação natural ou artificial, de amostras de solos em laboratório ou diretamente no campo agrícola, sendo assim recomendável para medida indireta da compactação superficial de solo em escala milimétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUVINEL, P. E.; PUGSLEY, L.; CARAMORI, P. H. Modelagem para otimização de zona de risco em sistemas agrícolas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2002, Cuiabá. *Anais...* Cuiabá: SBCS/UFMT-DSER, 2002. CD-ROM.
- DULEY F. L. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* Madison, v. 4, p. 60-64, 1939.
- GRANT, C.D.; KAY, P. H.; GROENEVELT, P. H.; KIDD, G. E. Spectral analysis of micropenetrometer data to characterize soil structure. *Can. J. Soil Sci.*, Ottawa, v. 65, p.789-804, 1985.
- GROENEVELT, P. H.; KAY, B. D.; GRANT, C. D. Physical assessment of soil with respect to rooting potential. *Geoderma*, Amsterdam, v. 34, p. 101-114, 1984.
- LINS E SILVA, M. L. **Modelagem matemática na estimativa da densidade de um Latossolo Vermelho Escuro textura argilosa, pelo índice de cone.** 1999. 161 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MORIN J.; BENYAMINI, Y.; MICHAELI, A. The effect of rain-drop impact on the dynamics of soil surface crusting and water movement in the profile. *J. Hydrol.*, Amsterdam, v. 52, p. 321-335, 1981.
- RABELLO, L. M. **Instrumentação avançada para tomada de decisão na avaliação da resistência do solo à penetração de raízes.** 2003. 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- RABELLO, L. M.; CRUVINEL, P. E. **Instrumentação para tomada de decisão na avaliação da resistência do solo à penetração de raízes.** São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2003. 6 p. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Circular Técnica, 19).
- ROLSTON, D. E.; BEDAIWY, N. A.; LOUIE, D. T. Micropenetrometer for in Situ Measurement of Soil Surface Strength. *Soil Sci. Am. J.*, Madison, v. 55, p. 481-485, 1991.
- VAZ, C. M. P.; OLIVEIRA, J. C. M.; REICHARDT, K.; CRESTANA, S.; CRUVINEL, P. E.; BACCHI, O. O. S. Soil Mechanical Analysis through gamma ray attenuation. *Soil Technology*, Cremlingen, v. 5, p. 319-25, 1992.

Circular Técnica, 23

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Instrumentação Agropecuária
Rua XV de Novembro, 1542 - Caixa Postal 741
CEP 13560-970 - São Carlos-SP
Fone: 16 3374 2477
Fax: 16 3372 5958
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br
www.cnpdia.embrapa.br

1a. edição

1a. impressão 2004: tiragem 300

Comitê de Publicações

Presidente: Dr. Luiz Henrique Capparelli Mattoso
Secretária Executiva: Valéria de Fátima Cardoso
Membros: Dra. Débora Marcondes B. P. Milori,
Dr. João de Mendonça Naime,
Dr. Washington Luiz de Barros Melo

Membro Suplente: Dr. Paulo S. P. Herrmann Junior

Expediente

Supervisor editorial: Dr. Rubens Bernardes Filho
Revisão de texto: Valéria de Fátima Cardoso
Tratamento das ilustrações: Valentim Monzane
Editoração eletrônica: Valentim Monzane