

XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

CONQUISTAS
& DESAFIOS
da Ciência do
Solo brasileira

De 05 a 10 de
agosto de 2007

Serrano Centro de
Convencões
Gramado/RS



XXXI
CONGRESSO
BRASILEIRO
DE CIÊNCIA
DO SOLO

CONQUISTAS
& DESAFIOS
da Ciência do
Solo brasileira



De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convencões - Gramado-RS

Realização:



Promoção:



Apoio:



Gramado
Faz bem!

Patrocínio:





SPS 0635

Análise comparativa de métodos para determinação da curva de retenção de água em solos

MARIA HERMÍNIA FERREIRA TAVARES⁽¹⁾, JOSÉ JEREMIAS DA SILVA FELICIANO⁽²⁾ & CARLOS MANOEL PEDRO VAZ⁽³⁾

RESUMO - O tradicional método de obtenção da curva de retenção de água no solo através da Câmara de Pressão de Richards é trabalhoso e demorado, além de exigir equipamento de alto custo. Devido a tal fato, vários pesquisadores têm buscado métodos alternativos para o levantamento da curva de retenção, empregando equipamentos de menor custo e com metodologias mais rápidas. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o emprego de dois diferentes equipamentos TDR, conjugados a tensiômetros, para obter os valores de umidade volumétrica e de tensão, comparando-os aos resultados fornecidos pelo método tradicional. Para as medidas através dos dois equipamentos TDR, o solo, com alto teor de argila e classificado como Latossolo Vermelho distroférico, foi seco ao ar e passado através de uma peneira 2 mm. Todos os dados de curva de retenção foram ajustados utilizando-se o programa Origin 6.0 Professional através do modelo sugerido por Van Genuchten. Os valores de umidade do solo e respectivos potenciais, obtidos através do método da Câmara de Richards, para as camadas de 0-5 cm e de 5-10 cm, com amostras deformadas, indicaram maior retenção de água, relativamente aos valores obtidos através dos equipamentos TDR. Alguns fatores podem ter contribuído para essa diferença, como o tamanho da amostra e a variação de estrutura, pois, devido às peculiaridades de cada equipamento, foi necessário empregar amostras de diferentes tamanhos.

Os resultados obtidos levaram às seguintes conclusões: 1) o emprego de conjuntos de equipamento TDR – tensiômetros para a determinação da curva de retenção de água no solo forneceu resultados comparáveis aos valores obtidos através da Câmara de Richards, resultando em índices de desempenho muito bons; 2) as determinações de dados de retenção através de conjuntos equipamento TDR – tensiômetros foram mais rápidas do que as operações realizadas através da

Câmara de Pressão de Richards, mostrando-se sensíveis às variações de umidade do solo e permitindo a coleta automática de dados;

3) os desempenhos dos dois equipamentos TDR testados foram semelhantes entre si.

Introdução

A curva de retenção da água no solo, fundamental para os estudos que envolvem interações solo-planta, tem como método clássico de determinação o uso da Câmara de Pressão de Richards (Klute, [1]). Este método apresenta algumas dificuldades: a determinação do ponto de equilíbrio entre pressão aplicada e a água retida no solo, contato amostra-placa, o longo tempo de medida exigido para as medidas e o custo do equipamento.

Entretanto, quando se usam outros equipamentos, para a obtenção da curva em toda a faixa de umidade, desde a saturação até o ponto de murcha permanente, mais de um método deve ser empregado. Vários métodos estão disponíveis para a determinação da curva de retenção nas diferentes faixas de tensão, como: Funil de Buchner e Mesa de Tensão, Extrator de Pressão ou Câmara de Richards, Células Temp, Psicômetro Termopar, Método Equilíbrio com Solução Salina, entre outros. Devido aos custos dos diversos equipamentos necessários, foram desenvolvidos métodos alternativos para levantamento da curva de retenção de água em solos, na faixa entre 1,0 kPa a 1500 kPa (Freitas Junior & Silva [2]; Medeiros [3]; Feliciano [4]).

A maioria dos equipamentos para medidas de retenção atua na faixa de desorção das amostras de solo: um solo saturado em equilíbrio com a água, sob pressão atmosférica, quando submetido à pequena força de sucção, terá parte de sua água retirada. O ar penetrará no solo, havendo formação das três fases: sólida, líquida e gasosa. Aumentando-se a sucção, poros menores perderão água, dando entrada a mais ar; sendo aplicados aumentos

⁽¹⁾ Primeira autora é Professora Adjunta do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Rua Universitária, 2069, Cascavel, PR, CEP 85814-110. E-mail: mhstavar@unioeste.br (apresentadora do trabalho)

⁽²⁾ Segundo autor é Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Rua Universitária, 2069, Cascavel, PR, CEP 85814-110.

⁽³⁾ Terceiro autor é Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Instrumentação Agropecuária, Rua XV de Novembro, 1452, São Carlos, SP, CEP 13560-970.



gradativos, o fenômeno se repetirá, com diminuição da espessura da película de água envolvente das partículas de solo. Esta água estará “presa” mais fortemente, exigindo cada vez maiores sucções para retirá-la.

A alteração da estrutura afeta a capilaridade e a distribuição de tamanho dos poros do solo, (Or & Wraith, [5]): a estrutura desempenha um papel importante na capacidade de retenção de água, atuando principalmente na retenção a baixa tensão, devido à presença de macroporos ou poros entre os agregados. Para baixos valores de tensão, de zero a um bar, a dependência maior da curva de retenção de água ocorre em relação à capilaridade e à distribuição dos tamanhos dos poros, ou seja, depende fortemente da estrutura do solo. Para valores maiores, a dependência maior ocorre em relação à adsorção, ou seja, depende mais da textura e da superfície específica do que da estrutura (Jury, Gardner & Gardner [6]). Devem-se empregar curvas diferentes para condições em que ocorrem secamento ou umedecimento do solo.

No levantamento de pontos de curvas de retenção através de tensiometria, a determinação rápida e precisa dos valores de umidade do solo é necessária. Para tal, têm sido empregados equipamentos que realizam medidas através da técnica da Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR), a qual tem sido foco de grande número de pesquisas desde a década de 70 devido à sua capacidade de determinar valores de umidade e de condutividade elétrica sobre uma única região do solo, de forma rápida e não-destrutiva (Noborio, [7]).

O objetivo deste trabalho foi comparar determinações da curva de retenção da água, utilizando uma Câmara de Pressão de Richards, um equipamento TDR Tektronix 1502C e um equipamento TDR Trase System, em amostras de um solo com alto teor de argila.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Solos da Embrapa Instrumentação Agropecuária, localizada em São Carlos (SP), com amostras de solo coletadas no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, com coordenadas geográficas 24° 54' 148'' latitude sul, 53°31'57.312'' longitude oeste de Greenwich, altitude de 750 m. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico e os resultados de sua análise granulométrica encontram-se na Tabela 1.

Procedeu-se ao preparo das amostras, as quais, depois de secas ao ar e peneiradas em peneira 2,0 mm, foram acondicionadas em dois recipientes de plástico de 20,0 cm de comprimento, 20,0 cm de largura e 20,0 cm de altura, com perfurações na base para permitir a drenagem da amostra e a adição de água para

molhamento de baixo para cima, por capilaridade. Duas sondas TDR com duas hastes metálicas de 12,0 cm de comprimento e 0,2 cm de diâmetro e um tensiômetro foram instalados em cada recipiente para levantamento dos dados com o equipamento TDR Tektronix 1502C, enquanto que os dados com o equipamento TDR Trase System foram obtidos através da sonda original do equipamento, cujas hastes têm comprimento de 15,0 cm e diâmetro 0,5 cm. As amostras foram saturadas por 72 horas e posteriormente foram realizadas as medidas com os equipamentos instalados durante todo o período de secamento por evaporação. Com os tensiômetros foram obtidos os valores da tensão da água, utilizando-se um programa de aquisição de dados, enquanto que, através dos equipamentos TDR com as respectivas sondas, foram determinados os valores de umidade das amostras. Para a leitura dos valores de umidade obtidos através do equipamento Tektronix foi utilizado o programa computacional WIN TDR 6.0 (Or et al., [8]). No caso do equipamento Trase, não houve necessidade do emprego de um programa específico, pois o equipamento fornece os dados de umidade diretamente, através da equação de Topp (Topp et al., [9]).

Para o ajuste das curvas de retenção de água, empregou-se o programa computacional Origin 6.1 Professional, com a equação de Van Genuchten (Van Genuchten [10]):

$$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) / [(1 + (\alpha\psi)^n)]^m$$

Na equação acima, θ (m^3/m^3) é o valor da umidade volumétrica para certo potencial matricial ψ (kPa), θ_r (m^3/m^3) é o valor da umidade residual, θ_s (m^3/m^3) é o valor da umidade do solo na saturação. α , n e m são parâmetros empíricos, adimensionais, os quais dependem da forma da curva de retenção.

Para quantificar as diferenças entre os valores obtidos, foi empregado o indicador estatístico proposto por Camargo & Sentelhas [11], c , denominado de índice de desempenho. Calculado através do produto do coeficiente de correlação r com o coeficiente de concordância d , o índice c mostra a performance de um modelo ou de um método em relação a valores padrões. Enquanto o coeficiente de correlação r indica a precisão do modelo, o coeficiente de concordância d (Willmott, C. J.; Ackleson, S. G. & Davis, R. E. [12]) avalia a respectiva exatidão. Para a comparação foram utilizados os valores de umidade obtidos a partir dos dois equipamentos TDR, tomando-se como valores referenciais os resultados fornecidos pelo método da Câmara de Richards.

Resultados

Os valores de umidade do solo e respectivos potenciais, obtidos através do método da Câmara de Richards, para as camadas de 0-5 cm e de 5-10 cm, foram determinados no Laboratório do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP e encontram-se dispostos na



Tabela 2.

A Figura 1 mostra a similaridade entre as curvas obtidas através da Câmara de Richards, com amostras retiradas na camada de 0-5 cm e ao valores obtidos com o equipamento Tektronix. Em tensões mais baixas, a partir de 4.5 kPa, observa-se maior umidade retida com o uso da Câmara de Richards. Alguns fatores podem ter contribuído para essa diferença, como o tamanho da amostra e a variação de estrutura, pois devido às peculiaridades de cada equipamento, foi necessário empregar amostras de diferentes tamanhos. A Tabela 3 mostra os valores dos índices de desempenho c obtidos pelos 2 métodos, indicando que ambos apresentaram desempenhos muito bons, relativamente ao método padrão que emprega a Câmara de Pressão de Richards.

Discussão

- 1) O emprego de conjuntos de equipamentos TDR – tensiômetros para a determinação da curva de retenção de água no solo forneceu resultados que puderam ser comparados aos valores obtidos através da Câmara de Richards, resultando em índices de desempenho classificados como muito bons;
- 2) As determinações de dados de retenção através de conjuntos equipamentos TDR – tensiômetros foram mais rápidas do que as operações realizadas através da Câmara de Pressão de Richards, mostrando-se sensíveis às variações de umidade do solo e, conforme o equipamento, permitindo a coleta automática de dados;
- 3) Os desempenhos dos dois equipamentos TDR testados foram semelhantes entre si.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa Instrumentação Agropecuária pela disponibilização dos equipamentos empregados no presente trabalho.

Referências

- [1] KLUTE, A. 1986. Water retention: laboratory methods. In: BLACK, C.A., (Ed.). Methods of soil analysis. I. Physical and mineralogical methods. Madison: Soil Science Society of America, p. 635-662.
- [2] FREITAS JUNIOR, E. & SILVA, E.M. 1984. Uso da centrífuga para determinação da curva de retenção de água do solo, em uma única operação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 19:1423-1428.
- [3] MEDEIROS, S.D. 1987. Determinação da curva de retenção da água no solo através do fatiamento de amostras centrifugadas. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- [4] FELICIANO, J. J. S. 2005. Métodos alternativos para obtenção da curva de retenção da água no solo. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

- [5] OR, D. & WRAITH, J.M. 1997. Agricultural and Environmental Soil Physics. Logan, USD. 218p.
- [6] JURY, W. A.; GARDNER, W. R. & GARDNER, W. H. 1991. Soil Physics. New York, John Wiley. 328p.
- [7] NOBORIO, K. 2001. Measurement of soil water content and electrical conductivity by time domain reflectometry: a review. Computers and Electronics in Agriculture, Washington, 31: 213-237.
- [8] OR, D.; JONES, S. B.; VANSHAAR, J. R. & WRAITH, J. M. 2005 [Online] WinTDR 6.0 Users Guide. Homepage: <http://129.123.13.101/soilphysics/wintdr/documentatio.htm>.
- [9] TOPP, G.C.; DAVIS, J.L. & ANNAN, A. P. 1980. Electromagnetic Determination of Soil Water Content: Measurements in Coaxial Transmission Lines. Water Resources Research, Washington, 16: 574-582.
- [10] VAN GENUCHTEN, M. T. A. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal, Madison, 44: 892-898.
- [11] CAMARGO, A.P. & SENTELHAS, P. C. 1997. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, 5: 89-97.
- [12] WILLMOTT, C. J.; ACKLESON, S. G. & DAVIS, R. E. 1985. Statistics for the evaluation and comparison of models. Journal of Geophysical Research, Washington, 90: 8995-9005.



Tabela 1. Análise granulométrica do solo estudado.

Local	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
NEEA	27.90	3.04	69.06

Tabela 2. Valores de umidade do solo (m^3/m^3) e potencial matricial (kPa) para as camadas de 0-5 cm e de 5-10 cm no método da Câmara de Richards.

Camada de 0 a 5 cm de profundidade		Camada de 5 a 10 cm de profundidade	
Potencial Matricial (kPa)	Umidade do solo (m^3/m^3)	Potencial Matricial (kPa)	Umidade do solo (m^3/m^3)
0	0.655	0	0.646
5	0.492	5	0.494
8	0.466	8	0.473
10	0.405	10	0.417
33	0.352	33	0.377
100	0.320	100	0.349
500	0.275	500	0.299
1500	0.253	1500	0.280

Tabela 3. Desempenho dos métodos.

Método	Índice c	Desempenho
Trase System	0.869	Muito bom
Tektronix 1502C	0.880	Muito bom

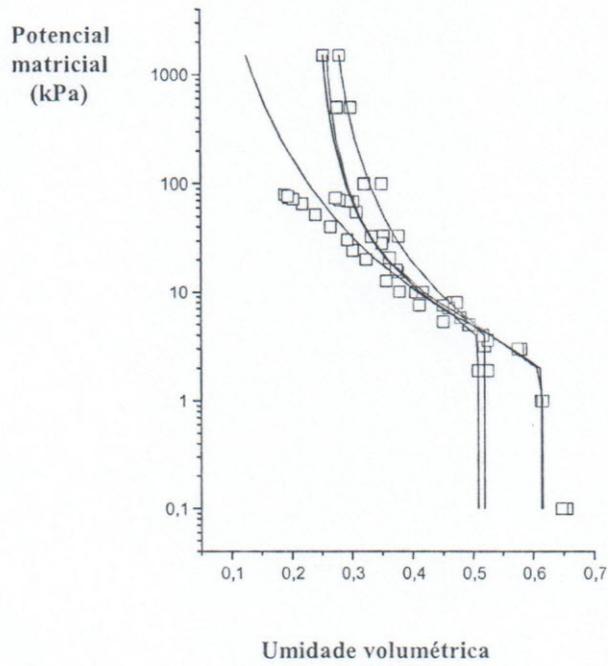


Figura 1. Curvas de retenção de água obtidas com os equipamentos: Câmara de Richards para camada de 0-5 cm (CR 0-5) e para camada de 5-10 cm (CR 5-10), Tektronix 1502C (TK) e Trase System (TS).

— — CR 0-5 — — CR 5-10 — — TK — — TS