

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
Convenções
Gramado/RS



XXXI
CONGRESSO
BRASILEIRO
DE CIÊNCIA
DO SOLO



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

Realização:



Promoção:



Apoio:



Gramado
faz bem!

Patrocínio:



STORAENSO



Votorantim | Celulose e Papel



CREA-RS
Um Conselho Para Todos

BUNGE
MANAH Serraria Orlândia

40 ANOS
ANDA



CAF
Grupo Arcelor

VERACEL



FALLORE & ASSOCIADOS
VIA M. FLOREDA



Efeito das calibrações de um equipamento tdr para dois *nitossolos vermelho distroférico* provenientes de localidades diferentes.

W.R. BATISTA⁽¹⁾, J.E.G. dos SANTOS⁽²⁾, C.M.P. VAZ⁽³⁾ & A.E. KLAR⁽¹⁾

RESUMO

A técnica da reflectometria por domínio do tempo (TDR) vem sendo objeto de estudos e trabalhos por apresentar rápida resposta nas medidas, portabilidade do equipamento, excelente precisão, não ser destrutiva, bem como, não se tratar de uma técnica que utiliza radiação. Todavia, segundo Tommaselli & Bacchi [1] para obtenção de teores de água com excelente precisão, há a necessidade de estabelecer uma calibração para cada tipo de solo. Com o objetivo de verificar realmente a necessidade da calibração dos equipamentos TDR para cada tipo de solo, desenvolveu-se um estudo onde foram coletadas amostras de dois solos de mesma classificação, segundo EMBRAPA [2], porém de localidades diferentes. Foram utilizadas 24 amostras para cada solo avaliado, sendo 12 na profundidade de 15cm e as outras 12 na profundidade de 30cm. O experimento desenvolveu-se em campo para obtenção das amostras e em laboratório, para análise com o TDR. Após realizadas as medidas com o TDR as amostras foram encaminhadas a estufa com 110°C por no mínimo 24 horas, para obtenção do real teor de água (método gravimétrico) tido como padrão de referência neste estudo. Após, pôde-se estabelecer uma correlação entre o teor de água obtido pelo método gravimétrico, com a constante dielétrica relativa do meio avaliado, obtida pela técnica TDR. Utilizando o software Microcal Origin 6.0 Professional, pôde-se obter os modelos polinomiais cúbicos que explicam a dependência do teor de água em função da constante dielétrica relativa do meio avaliado. Estabelecidas as interações estatísticas entre os dados obtidos com as duas calibrações e a equação polinomial cúbica de Topp & Davis [3] obteve-se um $F_{\text{Calculado}} = 41,82468$ (maior que $F_{\text{Crítico}}$) e $P_{\text{valor}} = 1,27 \cdot 10^{-12}$ reforçando que ao nível de 5%, não há compatibilidade entre os modelos, levando a conclusão de que mesmo os solos sendo de mesma classificação, se forem de localidades diferentes, faz-se necessário estabelecer uma calibração para cada solo analisado.

INTRODUÇÃO

Para a determinação do teor de água em solos, existem várias técnicas e princípios físicos aplicados dos quais pode-se citar: a tensiometria, blocos porosos, blocos de resistência elétrica, capacitância, método gravimétrico, moderação de nêutrons, reflectometria por domínio do tempo ou frequência, dentre outros. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da

calibração de um equipamento TDR para dois *Nitossolos Vermelho Distroférico* provenientes de localidades diferentes.

A técnica TDR se baseia na determinação da constante dielétrica relativa do meio avaliado, tendo em vista que seu valor no ar a uma temperatura de 20°C a 25°C vale 1,0 e na água nas mesmas condições de temperatura, está entre 80,4 a 78,5, conforme Or et al. [6]. Desta forma, torna-se possível estabelecer uma correlação entre teor de água e constante dielétrica relativa de um meio poroso.

Considerando L o comprimento da sonda, em metros, t o tempo de trânsito, em segundos, e V_p a velocidade de propagação, em metros por segundo, do pulso para um meio não dispersivo, obtém-se a Equação 1.

$$V_p = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_b}} \quad (1)$$

Onde c é a velocidade da luz ($c=3 \cdot 10^8$ m/s). Reorganizando a Equação 1, pode-se definir a constante dielétrica relativa conforme a Equação 2.

$$\epsilon_b = \left(\frac{ct}{2L} \right)^2 \quad (2)$$

Topp & Davis [3] mostram que a constante dielétrica relativa se relaciona com o teor de água (θ_v) no solo propondo a Equação 3.

$$\theta_v = -5,3 \cdot 10^{-2} + 2,92 \cdot 10^{-2} \epsilon_b - 5,5 \cdot 10^{-4} \epsilon_b^2 + 4,3 \cdot 10^{-6} \epsilon_b^3 \quad (3)$$

onde θ_v é o teor de água no solo (%), ϵ_b é a constante dielétrica relativa do solo.

Palavras-Chave: Reflectometria-Calibração-*Nitossolo*

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados dois solos à duas profundidades (15 e 30cm), sendo um pertencente ao próprio campus da UNESP – Fazenda Experimental Lageado em Botucatu-SP e o outro ao município de Pratânia-SP, conforme Quadro 01, ambos sendo classificados, segundo EMBRAPA [2] como *Nitossolo Vermelho Distroférico*.

As análises físicas e químicas dos solos foram realizadas no laboratório de física e química de solos, departamento de Recursos Naturais – Ciência do Solo – Campus de Botucatu-SP. As análises químicas dos solos seguiram a metodologia de Raj et al. [4] enquanto que as análises físicas consistiram em avaliar a densidade de partícula, granulometria e textura, segundo a metodologia da EMBRAPA [5].

Foi empregado neste estudo um osciloscópio marca Tektronix, tipo TDR, modelo 1502B com interface serial

padrão RS232, marca tektronix, modelo SP232, uma sonda de três hastas paralelas, um microcomputador tipo PC, padrão IBM, software WinTDR versão 6.0 (Soil Analysis Software), segundo OR et al. [6], tubos em PVC com 20cm de altura, papel filtro, balança digital, termômetro digital para aferição da temperatura das amostras, bandejas para acomodação das amostras e estufa para secagem das amostras.

Para cada solo avaliado foram selecionados dez pontos de amostragens de modo a ter-se dez replicações. Também foram acondicionados em latas de alumínio, cinco amostras com o objetivo de obter o teor de água pelo método gravimétrico, tido como referência neste estudo.

Uma vez no laboratório, as amostras foram pesadas em suas respectivas latas e depois colocadas no interior de uma estufa com temperatura constante de 110 °C, por no mínimo, 24 horas. Após o prazo de secagem, as amostras foram pesadas novamente e, por último, foram pesadas somente as latas de alumínio. De posse desses dados, foram efetuados os cálculos utilizando a Equação 4, para determinar o teor de água na amostra.

$$\theta = \frac{(MU + ML) - (MS + ML)}{(MS + ML) - ML} \times 100 \quad (4)$$

Onde θ é o teor de água no solo (%), MU é a massa em gramas da amostra úmida, MS é a massa em gramas da amostra seca e ML é a massa da lata de alumínio.

Os dados referentes ao TDR foram obtidos por meio do software Win TDR versão 6.0. Este software permitiu obter a curva fornecida pelo osciloscópio. Uma vez estabelecida a temperatura da amostra e selecionados os pontos de emissão e reflexão, o software calculou a constante dielétrica relativa e determinou o teor de água na amostra com base na calibração exigida. O modelo padrão de calibração é o de Topp & Davis [3].

A calibração do TDR ou obtenção da equação que fornece o teor de água no solo em função da constante dielétrica relativa medida pelo TDR, foi encontrada a partir de uma regressão polinomial cúbica, tomando como base o gráfico do teor de água no solo (obtido pelo método gravimétrico) em função da constante dielétrica relativa do solo (obtida pela técnica TDR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para caracterização das amostras foram realizadas análises físicas e químicas as quais apresentam seus resultados nos Quadros (2) – densidade de partículas, (3) – granulometria e textura, e (4) – análise química.

Com o auxílio do software Microcal Origin 6.0 Professional, foram obtidas as equações polinomiais cúbicas (5) e (6), que explicam a dependência do teor de água (θ) em função da constante dielétrica relativa (ϵ_b) para os solos indicados no Quadro 01:

$$\theta_{\text{Solo1}} = -4,10 \cdot 10^{-2} + 1,55 \cdot 10^{-2} \epsilon_b - 2,7 \cdot 10^{-4} \epsilon_b^2 + 1,3 \cdot 10^{-6} \epsilon_b^3 \quad (5)$$

$$\theta_{\text{Solo2}} = -6,4 \cdot 10^{-2} + 2,05 \cdot 10^{-2} \epsilon_b - 1,6 \cdot 10^{-4} \epsilon_b^2 + 4,0 \cdot 10^{-7} \epsilon_b^3 \quad (6)$$

O comportamento dos modelos polinomiais das equações (3), (5) e (6), pode ser observado na Figura 01 que foi obtida por meio de uma simulação buscando a variação no valor da constante dielétrica relativa. Desta forma, verifica-se que para o solo 1 houve uma variação no teor de água de 10,05%, onde seu valor mínimo foi de 7,22% e seu valor máximo foi de 17,27%. Para o solo 2 houve uma variação no teor de água de 18,82%, onde seu valor mínimo foi de 9,85% e seu valor máximo foi de 28,67%. E, para o modelo de Topp & Davis [3], a variação observada foi também de 18,82%, onde seu valor mínimo foi de 15,75% e seu valor máximo foi de 34,57%.

Observando o Quadro 05, pode-se concluir que ao nível de 5% de confiança tem-se $F_{\text{Calculado}} = 41,82468$ (maior que $F_{\text{Crítico}}$) e $P_{\text{Valor}} = 1,27 \cdot 10^{-12}$. Desta forma, para todas as interações possíveis, as médias são significativamente diferentes.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, conforme Tommaselli & Bacchi [1] afirmaram, há a necessidade de efetuar uma calibração para cada tipo de solo e deve-se acrescentar que para solos de mesma classificação, porém com procedências diferentes, requerem calibrações individuais.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa – Instrumentação Agropecuária de São Carlos-SP por viabilizar a utilização do equipamento TDR e a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo pelo programa Bolsa Mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] TOMMASELLI, J.T.G.; BACCHI, O.O.S. Calibração de um equipamento de TDR para medida de umidade de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, n.9, p.1145-54, 2001
- [2] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, 1999. 412 p.
- [3] TOPP, G.C.; DAVIS, J.L.; ANNAN, A.P. Electromagnetic determination of soil water content: Measurement in coaxial transmission lines. *Water Resources Research*, Washington, v.16, p.574-582, 1980.
- [4] RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de. CAUTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. *Análise química para avaliação de fertilidade de solos tropicais*, Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285 p.
- [5] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Brasília, 1997. 212 p.
- [6] OR, D. et al. [Online]. WinTDR: – Soil analysis software: users guide (USU Soil Physics Group), version 6.0. 2003. Chap. 9, p. 4. Homepage: <http://soilphysics.usu.edu/wintdr>

Quadro 1. Sequência, localização, classificação dos solos segundo EMBRAPA [2], coordenadas geográficas e elevação.

Sequência/Localização	Solo	Latitude(S)	Longitude(W)	Elevação
1 - Pratânia	Nitossolo Vermelho Distroférrico	22°48'26,7"	48° 37' 05,0"	717m
2 - Unesp Horticultura	Nitossolo Vermelho Distroférrico	22° 50'27,3"	48° 25'58,8"	776m

Quadro 2. Densidade de partículas, obtida pelo método do Balão Volumétrico.

Solo	Profundidade	Amostra	Dens. De Partículas (g.cm ⁻³)
1	15	3	3,01
1	30	4	3,03
2	15	9	2,84
2	30	10	2,86

Fonte: Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo – Campus de Botucatu, segundo EMBRAPA [5].

Quadro 3. Granulometria e textura dos solos analisados.

Solo	Profundidade (cm)	Amostras	g/kg					Silte	Textura do Solo
			Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Argila	Argila		
1	15	3	67	182	249	490	261	Argilosa	
1	30	4	57	195	252	477	271	Argilosa	
2	15	9	86	333	419	453	128	Argilosa	
2	30	10	105	278	383	489	128	Argilosa	

Fonte: Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo – Campus de Botucatu, segundo EMBRAPA [5].

Quadro 4 Análise Química dos solos

Solo	Prof.	Amostras	PH	M.O.	P _{resina}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	cm		CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³				mmol _c /dm ³			
1	15	3	5,5	16	1	28	0,5	30	11	41	69	50
1	30	4	5,2	17	2	31	0,9	31	11	43	74	48
2	15	9	4,5	17	14	50	2,3	14	8	25	74	33
2	30	10	4,3	16	6	55	1,5	10	5	17	72	23

Fonte: Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo – Campus de Botucatu, segundo Raji et al.[4].

Quadro 05. Resumo da análise de variância

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância		
Solo 1	24	305,3789	12,72412	9,353443		
Solo 2	24	468,1935	19,50806	32,79808		
Modelo Topp	24	622,7323	25,94718	33,11505		
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2098,667	2	1049,333	41,82468	1,27E-12	3,129642
Dentro dos grupos	1731,131	69	25,08886			

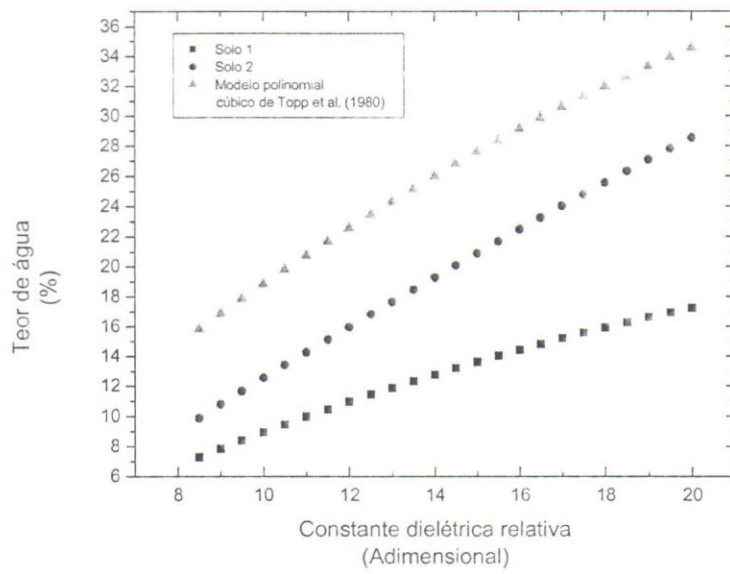


Figura 1. Comportamento do Teor de água em função da Constante dielétrica relativa para os modelos polinomiais cúbicos obtidos para os solos 1 e 2, além do modelo geral de Topp & Davis [3].