

# CALIBRAÇÃO DE TDR-100 PARA AVALIAÇÃO DA UMIDADE DE TRÊS SOLOS DO RS

LIMA C. L. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R.;  
KUNZ, M.

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Centro de Ciências Rurais (CCR); Departamento de Solos; Faixa de Camobi, Km 9, Campus Universitário, 97105-900, Santa Maria - RS. E-mail: [clrlima@mail.ufsm.br](mailto:clrlima@mail.ufsm.br); [dalvan@ccr.ufsm.br](mailto:dalvan@ccr.ufsm.br); [reichert@smail.ufsm.br](mailto:reichert@smail.ufsm.br); [kaiser@mail.ufsm.br](mailto:kaiser@mail.ufsm.br); [mauriciokunz@mail.ufsm.br](mailto:mauriciokunz@mail.ufsm.br)

## INTRODUÇÃO

Dentre as diferentes técnicas utilizadas na avaliação da umidade do solo, a da Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) tem sido amplamente indicada como um método não destrutivo e de grande potencialidade na avaliação da umidade de solos brasileiros. Foi introduzida inicialmente na medição de propriedades dielétricas dos líquidos e, posteriormente, a partir do ano de 1980 começou a ser considerada muito promissora na área da ciência do solo. O princípio desta técnica baseia-se na estimativa da velocidade de propagação de ondas eletromagnéticas em uma guia de onda metálica que é inserida no solo, o qual fornece a constante dielétrica do solo ( $k_a$ ). Como a água é o componente que exerce maior influência sobre a constante dielétrica do solo, pois possui uma constante dielétrica relativa (81) bem maior do que partículas minerais do solo (3-5), pode-se estimar a umidade volumétrica de um determinado tipo solo em função da sua constante dielétrica. Os modelos empíricos de calibração são práticos e úteis no estabelecimento das curvas de calibração do TDR e vem sendo investigados por diferentes autores (Otto et al. 2001; Tommaselli & Bacchi, 2001; Teixeira et al., 2003; Vaz et al., 2003). Apesar do modelo proposto por Topp et al. (1980) estimar satisfatoriamente a umidade do solo, os modelos ajustados têm sua aplicabilidade limitada a condições locais em função de diferenças existentes de condutividade elétrica, teores de argila, quartzo e matéria orgânica do solo. O uso de um único modelo empírico geral, ajustado para diferentes tipos de solos pode comprometer a precisão das determinações da umidade quando aplicado a cada solo individualmente. Resultados ideais são originados a partir de curvas de calibrações para cada condição e tipo de solo. O objetivo deste estudo foi determinar as equações de calibração específicas para solos representativos do RS (Latossolo e Argissolo Vermelho distrófico) utilizando-se um equipamento da Campbell (TDR – 100).

## MATERIAL E MÉTODOS

A calibração do equipamento TDR-100 foi realizada no Laboratório de Física de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Utilizou-se um (i) Latossolo Vermelho distrófico típico de textura muito argilosa (619 g kg<sup>-1</sup> de argila, 178 g kg<sup>-1</sup> de silte e 202 g kg<sup>-1</sup> de areia), um (ii) Argissolo Vermelho distrófico arênico de textura arenosa (89,3 g kg<sup>-1</sup> de argila, 297 g kg<sup>-1</sup> de silte e 613 g kg<sup>-1</sup> de areia) e um (iii) Latossolo Vermelho distrófico típico de textura argilosa (549 g kg<sup>-1</sup> de argila, 266 g kg<sup>-1</sup> de silte e 185

g kg<sup>-1</sup> de areia), predominantes nas regiões de Cruz Alta, Santa Maria e Passo Fundo (RS), respectivamente.

Amostras com estrutura alterada foram coletadas na camada de 0 a 0,30 m e acondicionadas em sacos plásticos. Posteriormente, foram secadas ao ar livre e peneiradas em malha com diâmetro de 0,002 m. Para que fossem realizadas as medições com o equipamento TDR-100, as amostras foram preparadas colocando-se sucessivamente pequenas quantidades de solos em cilindros de PVC de 0,1 m de diâmetro e 0,3 m de altura, mantendo-se uma uniformidade no processo de compactação. As amostras foram saturadas lentamente por ascensão capilar e após a saturação inseriu-se uma sonda de duas hastes em cada uma delas. As sondas foram construídas no próprio laboratório da UFSM, sendo constituídas de duas hastes de aço inox com 0,005 m de diâmetro e 0,23 m de comprimento e espaçadas em 0,045 m.

As leituras de umidade do solo iniciaram-se com o solo saturado, obtendo-se diferentes valores de umidade ao colocar as amostras em mesa de tensão a 0,10 m e 0,60 m de sucção. Após o equilíbrio, as amostras foram pesadas em balança de precisão e efetuaram-se as leituras com o equipamento TDR-100. Posteriormente, em intervalos de tempos variáveis, as amostras foram colocadas em estufa a 60°C. Após atingir a umidade desejada deixavam-se as amostras esfriar e efetuavam-se as leituras de umidade do solo. Finalmente, as amostras eram retiradas dos cilindros de PVC, colocadas em latas de alumínio e secadas em estufa a 105° C, para que fosse determinada a massa seca de cada solo. Estes valores eram utilizados para calcular a umidade gravimétrica e a densidade do solo. A umidade volumétrica foi estimada multiplicando-se a densidade pela umidade gravimétrica. Os resultados das leituras obtidas pelo TDR em relação à umidade foram ajustados aos modelos linear e polinomial para cada tipo de solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A constante dielétrica ( $k_a$ ) medida pelo TDR-100, para os diferentes tipos de solos estudados apresentou uma boa relação com os valores de umidade volumétrica ( $\theta$ ) (Figuras 1, 2 e 3), corroborando as relações lineares apresentadas por Otto & Alcaide (2001) na utilização de um TDR trime FM. Os coeficientes de determinação dos modelos encontrados ( $R^2 \leq 0,99$ ) indicaram um perfeito ajuste das equações testadas. A equação proposta por Topp al. (1980), pouco se diferenciou das demais relações obtidas para o Latossolo Vermelho distrófico típico (Cruz Alta) e o Argissolo Vermelho distrófico arênico (Santa Maria), indicando que qualquer equação testada poderá ser utilizada nesta amplitude de umidade (Figuras 4a e 4b). No entanto, para o Latossolo Vermelho distrófico típico da região de Passo Fundo, verificou-se que o modelo proposto por Topp et al. (1980) foi semelhante as demais equações em um intervalo de umidade do solo compreendido aproximadamente entre 0,03 a 0,05 g kg<sup>-1</sup>, o que possivelmente devido a reduzidas diferenciações obtidas, não justifica a restrição da utilização destes modelos somente nesta faixa de umidade (Figura 4c). A utilização do TDR na determinação da umidade volumétrica esta sendo bastante promissora na área da ciência do solo. Apesar da simplicidade da utilização desta técnica, em laboratório ou a campo, em qualquer direção no perfil de solo e em tempo real, pode ser utilizada no monitoramento de sistemas de irrigação em solos com diferentes sistemas de manejo. No entanto, para que haja obtenção exata da umidade, curvas de calibrações devem ser estimadas de maneira que possam ser minimizadas e corrigidas as diferenças existentes entre equipamentos e tipos de solos.

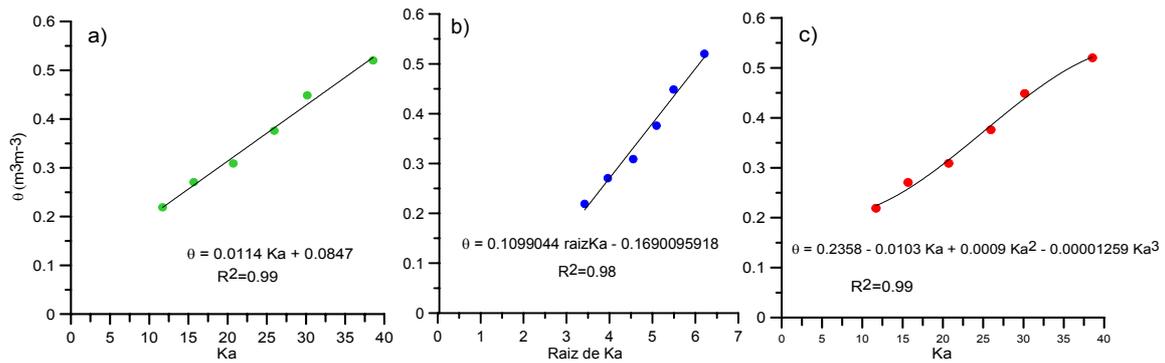


Figura 1- Curvas de calibração do TDR-100 para um Latossolo Vermelho distrófico (Cruz Alta, RS), nos modelos (a) linear, (b) linear com a raiz da constante dielétrica (Ka) e (c) polinomial.

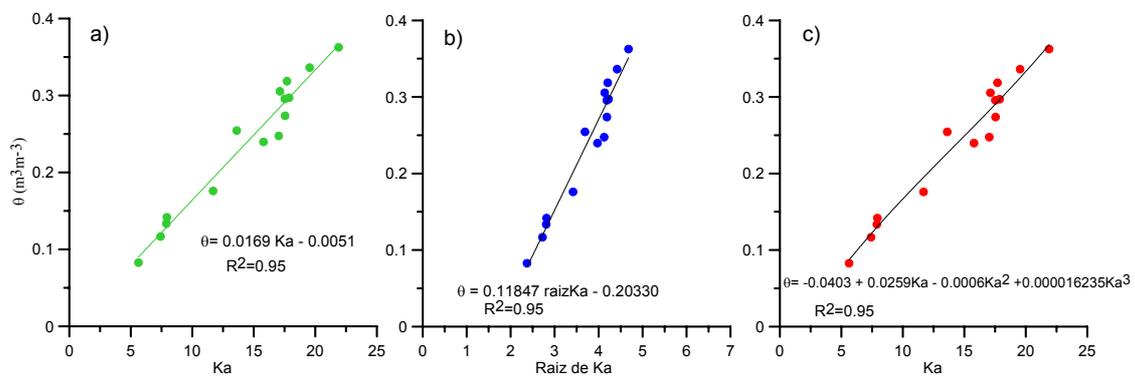


Figura 2- Curvas de calibração do TDR-100 para o Argissolo Vermelho distrófico (Santa Maria, RS), nos modelos (a) linear, (b) linear com a raiz da constante dielétrica (Ka) e (c) polinomial.

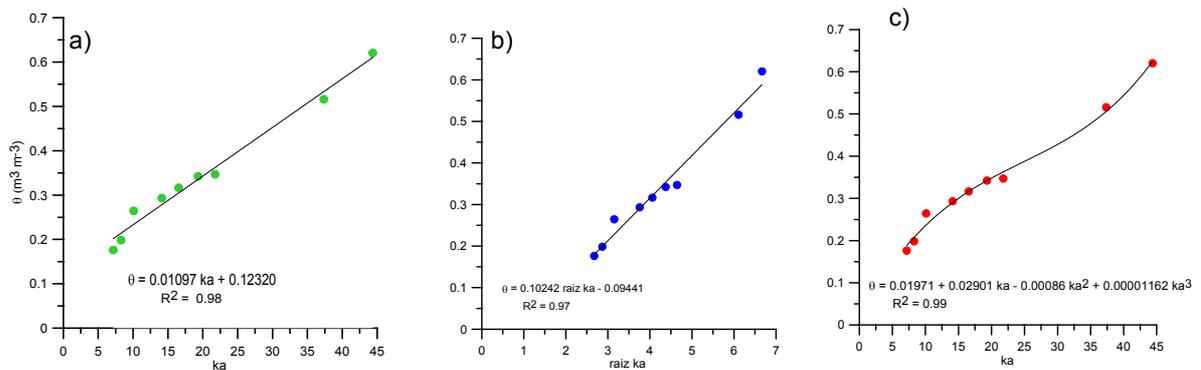


Figura 3 - Curvas de calibração do TDR-100 para o Latossolo Vermelho distrófico (Passo Fundo, RS), nos modelos (a) linear, (b) linear com a raiz da constante dielétrica (Ka) e (c) polinomial.

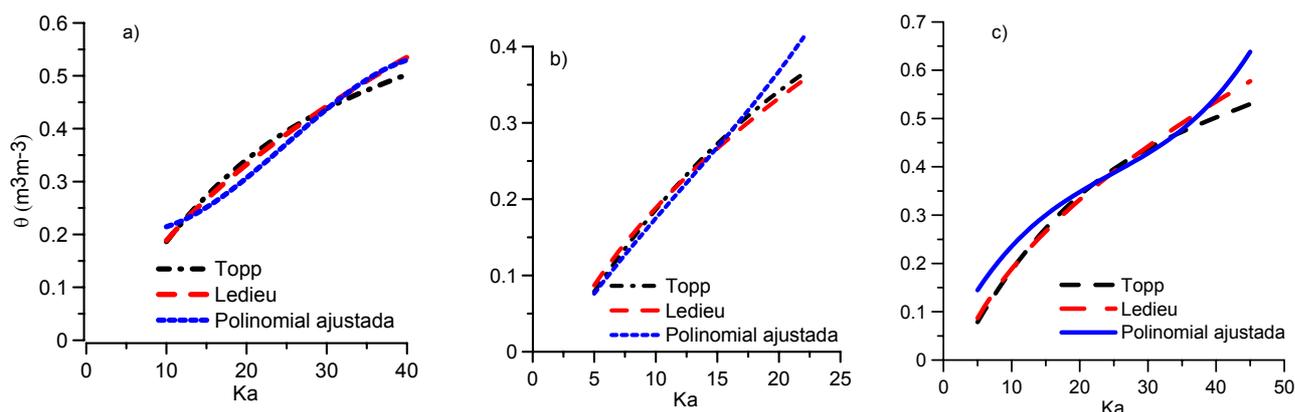


Figura 4 – Relações obtidas entre as equações de Topp e Ledieu e a polinomial ajustada, para o (a) Latossolo Vermelho distrófico (Cruz Alta, RS), (b) Argissolo Vermelho distrófico (Santa Maria, RS) e (c) Latossolo Vermelho distrófico (Passo Fundo, RS).

## CONCLUSÕES

A constante dielétrica ( $k_a$ ) obtida com o TDR-100 teve estreita relação com a umidade volumétrica ( $\theta$ ) dos diferentes tipos de solos estudados.

O modelo proposto por Topp et al. (1980) foi adequado para estimar a umidade volumétrica dos solos, utilizando-se o TDR-100.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- OTTO, S. R. L.; OTTO, R. F.; HANKE, E. L. SLOB, M. R. Determinação da umidade volumétrica do solo no tempo real com equipamento baseado no princípio do TDR. In: Congresso e Mostra de Agroinformática, Ponta Grossa, Paraná, 2000. Anais, Ponta Grossa, Paraná, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000.
- OTTO, S. R. L., ALCAIDE, M. Utilização do método TDR – tensiômetro na obtenção da curva de retenção de água no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.25, p.265-269, 2001.
- TEIXEIRA, W. G.; SCHROTH, G.; MARQUES, J. D.; HUWE, B. Sampling and TDR probe insertion in the determination of the volumetric soil water. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.575-582, 2003.
- TOMMASELLI, J. T. G; BACCHI, O. O. S. Calibração de um equipamento de TDR para medida da umidade de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.1145-1154, 2001.
- TOPP, G. C.; DAVIS, J. L.; ANNAN, A. P. Electromagnetic determination of soil water content: measurement in coaxial transmission lines. *Water Resources Research*, v.16, p.547-582, 1980.
- VAZ, C. M. P.; PATRIZZI, V. C.; MATSURA, E. E.; VIDAL TORRADO, P.; BACCHI, O. O. S. Desempenho de 3 equipamentos de TDR para a medida da umidade e condutividade elétrica dos solos. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Ribeirão Preto, SP, 2003. Anais, Ribeirão Preto, SP, 2003.