



## **EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE OS MODELOS DE CALIBRAÇÃO DE TDR**

João Vitor Da Silva Domingues (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Anderson Takashi Hara (co-autor), Antônio Carlos Andrade Gonçalves (Orientador), e-mail: goncalves.aca@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências agrárias/Maringá, PR.

**Ciências agrárias- agronomia**

**Palavras-chave: Temperatura, TDR, Umidade.**

### **Resumo**

Dentro dos diferentes métodos de estimativa de umidade do solo a técnica de TDR tem sido extensivamente utilizadas no cenário agrícola. Na técnica da TDR existem incertezas no processo de estimativa da umidade do solo, sendo que existem indícios que a temperatura do cabo das sondas de TDR afeta o processo de estimativa de umidade do solo. No presente estudo foi procedido o processo de aquecimento e esfriamento dos cabos das sondas de TDR na relação  $K_a$  e umidade do solo. Os resultados obtidos evidenciam um efeito significativo no processo de calibração de sondas de TDR, apresentando uma relação inversa da temperatura com os valores de  $K_a$ .

### **Introdução**

As técnicas de medida de umidade do solo são classificadas como métodos diretos e indiretos. No primeiro, tem-se o gravimétrico e entre os métodos de medidas indiretas tem-se a TDR.

A técnica de TDR (Time Domain Reflectometry), devido a algumas vantagens que apresenta, vem sendo utilizada para a medida desta variável. Diversos autores no mundo, ao longo de três décadas recentes, têm desenvolvido modelos matemáticos de calibração para emprego com a TDR, utilizando amostras deformadas em laboratório. Evidências de que a temperatura dos componentes da sonda podem promover variações significativas de valores da constante dielétrica ( $K_a$ ) lida pelo





equipamento,(TRINTINALHA 2000) para uma mesma condição de umidade avaliada. Desta forma, este efeito de temperatura sobre o funcionamento do sistema necessita ser estudado.

## Materiais e métodos

Para o trabalho foram empregadas sondas construídas artesanalmente. O Equipamento utilizado para a leitura das sondas foi o TRASE 6050X1 da Soil moisture equipment corp.

Foram construídos 19 micros lisímetros, os quais foram preenchidos com massa de solo indeformada da camada de 0 a 0,20 m. Em cada micro lisímetro foram instaladas 3 sondas de TDR. Após tal processo foram realizadas leituras das sondas, obtendo a constante dielétrica aparente do meio ( $K_a$ ), da umidade com base em massa ( $U_g$ ) ao longo de um processo de secagem do solo até que a umidade atingisse valores correspondente ao ponto de murcha permanente, partindo da saturação. O aquecimento e o resfriamento dos cabos das sondas foram submetidos a uma amplitude de 10 a 27 graus célsius. Para o aquecimento e resfriamento dos cabos utilizou-se uma caixa de isopor com um sistema de circulação de ar por meio de um cooler de computador e um de aquecimento composto por resistência elétrica e um termostato para possibilitar a estabilidade térmica. O resfriamento da caixa era realizado por meio da inserção no seu interior recipiente com água congelada. As leituras das sondas de TDR somente eram realizadas após a estabilidade térmica entre a temperatura do ar no interior da caixa com a temperatura dos cabos de TDR. Foi ajustado por meio da análise de regressão a umidade do solo em função dos valores de  $K_a$  considerando dois conjuntos de dados pertencentes a classe de temperatura de 25 e 27 graus (C1) e 10 a 14 graus (C2).

## Resultados e Discussão

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas a estatística descritiva das variáveis dependentes e independentes das classes C1 e C2. Os valores semelhantes de CV das classes C1 e C2 das variáveis  $U_g$  e  $K_a$  indicam que as sondas tiveram uma mesma magnitude de dispersão submetidas a uma ampla variação de temperatura.

A análise dos valores da umidade do solo em função de  $K_a$  evidenciam que as sondas de TDR apresentaram diferenças em relação ao seu funcionamento,





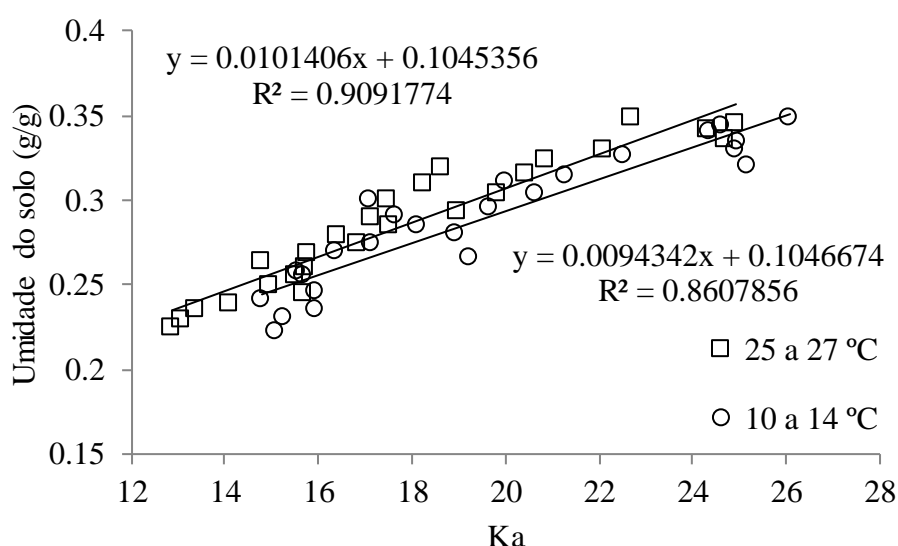
sendo que a temperatura apresentou um deslocamento do coeficiente angular dos modelos ajustados como pode ser observado na Figura 1.

**Tabela 1.** Estatística descritiva das variáveis Ug e Ka para a classe de temperatura 25 a 27 °C (C1).

Variável	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	CV	Assimetria	Curtose
Ug	0.29	0.29	0.22	0.35	13.36	0.01	-1.20
Ka	17.97	17.31	12.86	24.91	20.05	0.56	-0.62

**Tabela 2.** Estatística descritiva das variáveis Ug e Ka para a classe de temperatura 10 a 14 °C (C2).

Variável	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	CV	Assimetria	Curtose
Ug	0.29	0.29	0.22	0.35	13.27	-0.11	-1.14
Ka	19.49	18.94	14.79	26.08	19.32	0.47	-1.24



**Figura 1.** Umidade do solo em função dos valores de Ka para duas classes de temperaturas.





Considerando valores de  $K_a$  de 23 e 13 unidades, e os dois modelos apresentados na Figura 1, divergem significativamente os valores de umidade estimada, apresentando respectivamente valores de  $U_g$  de  $0,34 \text{ KgKg}^{-1}$  ( $K_a$  23) e  $0,24 \text{ g/g}$  ( $K_a$  13) para a classe de dados C1 e  $0,32 \text{ g/g}$  ( $K_a$  23) e  $0,23 \text{ KgKg}^{-1}$  ( $K_a$  13) para a classe de dados C2. Estas variações de funcionamento podem promover portanto para esta mesma amplitude de valores de  $K_a$  um erro associado no processo de estimativa de lâmina de água armazenada de 4,4 a 2,5 mm, considerando o valor de densidade do solo de  $1,36 \text{ Mg/m}^3$ , e 0,20 m de profundidade. Tais erros podem superar o valor da lâmina evapotranspirada por uma cultura.

## Conclusões

A temperatura afeta a curva de calibração das sondas de TDR, apresentando uma relação inversa do  $K_a$  com a temperatura.

## Agradecimentos

O autor agradece ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa PIBIC/CNPq-FA-UEM, ao orientador pelos conhecimentos que recebi, e ao DR Anderson Takashi Hara pelo apoio indispensável na realização desse trabalho.

## Referências

TRINTINALHA, M.A. **Avaliação da técnica da Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) na determinação da umidade em um Nitossolo Vermelho eutroférico**. Maringá, Universidade Estadual de Maringá, 2000. 64p. (Tese de Mestrado)

