



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA SOBRE OS MODELOS DE CALIBRAÇÃO

*Renata Cristiane Pereira*¹; *Anderson Takashi Hara*²; *João Vitor da Silva Domingues*³; *Daniela D’Orazio Bortoluzzi*⁴; *Antonio Carlos Andrade Gonçalves*⁵; *Marcos Vinícius Folegatti*⁶

¹Mestranda do curso de pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR. rcpereira03091988@gmail.com

²Pós Doutorando do curso de pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR. haratakashi1987@gmail.com

³Academico do curso de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR. jv_domingues@yahoo.com.br

⁴Mestranda do curso de pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR. dani_dorazio@hotmail.com

⁵Orientador, docente do curso de pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR. goncalves.aca@gmail.com

⁶Docente do curso de pós-graduação em Agronomia, Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP. mvfolega@usp.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a temperatura do ambiente em relação aos componentes do sistema do equipamento TDR (Time Domain Reflectometry). Avaliou-se a influência da temperatura sobre os modelos de calibração de sondas, as avaliações foram realizadas a partir de mostras deformadas de um solo identificado como Nitossolo. A umidade do solo tem sido uma informação primordial para o manejo na agricultura irrigada, visto que, o manejo da irrigação é influenciado pela umidade presente no perfil do solo. A técnica que utiliza o equipamento de TDR, apresenta vantagens que possibilita monitorar a umidade do solo de maneira eficiente, pois em função do custo alto envolvido, a produção artesanal de sondas vem sendo consolidada. No entanto, as mesmas têm sido afetadas pela variação de temperatura do ambiente, tais interferências apresentam são capazes de causar alterações nas leituras do equipamento. Avaliações preliminares, revelam que tais variações podem promover alterações substanciais, nos valores de constante dielétrica mensuradas pelo equipamento. Desta forma, um modelo de calibração a ser empregado em um determinado solo, pode sofrer a influência da temperatura, necessitando de uma padronização em relação a variável umidade do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Constante Dielétrica; Irrigação; TDR, Umidade.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da disponibilidade de água no perfil do solo e umidade presente no mesmo, é de fundamental importância para os campos da ciência básica e aplicada, bem como para a agricultura irrigada (FREITAS et al., 2012). Segundo VOESENEK et al., (1992) o encharcamento do solo mesmo ocorrendo em períodos eventuais, pode ocasionar modificações nas propriedades físicas, químicas e bioquímicas do solo, dessa maneira, tal fato afeta o desenvolvimento e a produtividade das plantas.

As técnicas de medida de umidade do solo podem ser classificadas como métodos diretos e métodos indiretos. Como método direto, tem-se o gravimétrico, nesta metodologia utiliza-se uma estufa ou um forno de micro-ondas (KLAR et al., 1966). Os métodos indiretos são utilizados para determinar a quantidade de água presente no solo (TRINTINALHA, 2000). Dentre os métodos de medidas indiretas tem-se a TDR, esta metodologia consiste na utilização de ondas eletromagnéticas, apresenta uma vasta versatilidade na utilização da técnica de aplicação da reflectometria de microondas, e tem sido uma excelente ferramenta para determinação do conteúdo de água do solo (TOPP et al., 1980; TOMMASELLI et al., 2001).

Demais pesquisadores como Dalton et al. (1984) e Nadler et al. (1991), em seus trabalhos utilizaram este método para determinação da condutividade elétrica dos solos. Esta metodologia foi desenvolvida inicialmente por Fellner-Feldegg (1969), através de uma única medida (a velocidade de propagação de um pulso eletromagnético), e de uma estimativa da constante dielétrica aparente, estima-se a umidade do meio. Nesta metodologia mede-se o tempo de viagem de um pulso eletromagnético (EM), o caminho constituído por uma sonda pode realizar o trajeto por uma ou mais hastes metálicas, de comprimento conhecido. Este tempo de viagem



está relacionado com a constante dielétrica aparente (K_a) do meio, no qual a sonda guia é inserida.

Para Amato e Ritchie (1995) a maioria das guias de ondas utilizadas para a determinação da constante dielétrica dos solos, apresentam comprimento variando entre 15 e 30 cm, desta forma a sensibilidade tende a ser diminuída em solos com baixa umidade.

Afim de auxiliar na determinação da umidade do solo, alguns autores desenvolveram sondas com geometrias diferentes, as mais relevantes são a guia de onda do tipo serpentina (SELKER et al., 1993), a guia de onda do tipo espiral (NISSEN et al., 1998; VAZ; HOPMANS, 2001) e as guias de onda multihaste segmentada (SOUZA et al., 1999).

A utilização *Reflectometria no Domínio do Tempo* (TDR) têm contribuído em pesquisas na agricultura irrigada, esta tecnologia apresenta facilidade para obtenção e armazenamento de dados, são capazes de estimar a umidade do solo e condutividade elétrica. Desta forma torna-se possível monitorar a distribuição de água no perfil do solo, e conseqüentemente realizar o manejo de água no solo de maneira eficiente (BIZARI et al., 2011).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a condução do trabalho foram empregadas sondas construídas artesanalmente, sendo que o equipamento utilizado para a emissão do pulso foi o TRASE 6050X1 da Soil moisture equipment corp.

Em uma segunda etapa de condução do trabalho foram construídos 19 micro lisímetros, com uma tubulação de PVC de 100 mm por 25 cm de altura, os mesmo foram preenchidos com massa de aproximadamente 2,1 kg, utilizou-se uma amostra indeformada da camada de 0 a 0,20 m de profundidade (Figura 1A), proveniente de um solo identificado como Nitossolo Vermelho distroférrico.

2.1 AVALIAÇÃO DO EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE O MODELO DE CALIBRAÇÃO

O micro lísimetro foi saturado com água, posteriormente foram instaladas 2 sondas por lisímetro, a instalação das sondas foi realizada simultaneamente, Trintinalha (2000). Imediatamente após instalação de cada sonda, realizou-se uma leitura do K_a afim de verificar possíveis interferências nas leituras, devido à proximidade das sondas.

Após o processo de montagem e saturação, foram realizadas leituras regulares da constante dielétrica aparente do meio (K_a) e da umidade com base em massa (U_g), obtida a partir da medida da massa do conjunto. A medida do valor de K_a pelo tempo foi realizada diariamente, este procedimento foi realizado para que a umidade atinasse valores abaixo do PMP (ponto de murcha permanente), para o solo em estudo este valor foi definido como 0.24 KgKg^{-1} .

Avaliou-se a correlação existente entre as leituras realizadas, estas avaliações foram realizadas mediante a utilização da TDR, e de acordo com método padrão de determinação da umidade do solo. Foram impostas variações de temperatura do cabo das sondas de TDR por meio do aquecimento e resfriamento destas (Figura 1B).

Para este procedimento os cabos foram inseridos em uma caixa de isopor, no interior da caixa, foi promovido o aquecimento do ar por meio de uma lâmpada incandescente, sendo que a temperatura foi estabelecida por meio de um termostato. O resfriamento do ar da caixa foi realizado inserindo recipientes com água congelada, a constância dos valores de temperatura foi estabelecida por meio do sistema de aquecimento já mencionado. A homogeneização do ar no



interior da caixa foi gerada pela circulação de ar forçada, com auxílio de um cooler de computador. Em cada processo de aquecimento e resfriamento foi adotado um tempo de 3 horas, este período foi definido para que houvesse o equilíbrio térmico da temperatura do ar dentro da caixa com os cabos das sondas de TDR.

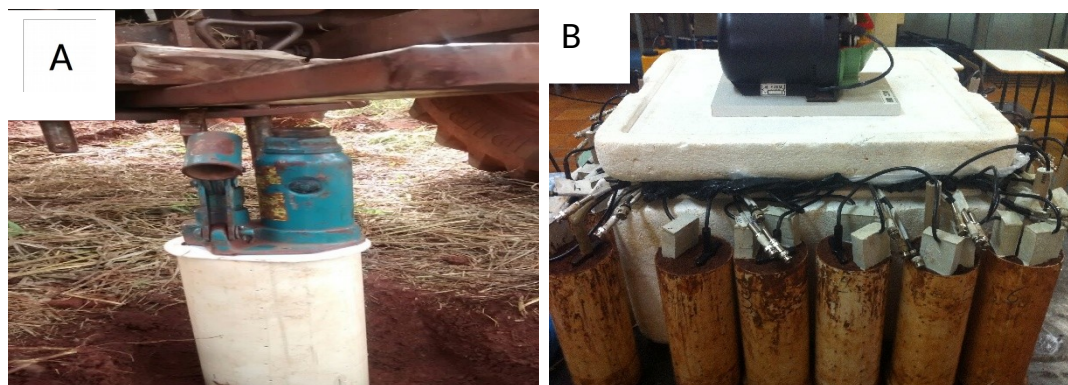


Figura 1: Coleta de amostras indeformadas (A) e aquecimento dos cabos das sondas de TDR (B).

Os pares de dados levantados de K_a e U_g associados a diferentes temperaturas, foram divididos em duas classes de dados, a classe C1 consistiu em um conjunto de dados submetidos a faixa de temperatura de 25 a 27 °C, os dados referentes a classe C2 foram submetidos a faixa de temperatura de 10 a 14 °C

Com o propósito de avaliar a tendência do efeito da temperatura na relação de K_a e U_g , nas duas classe de dados (C1 e C2) foram determinadas a média dos valores de umidade e K_a , em intervalos do valor de U_g de 0,01 KgKg^{-1} ao longo de todo domínio desta variável.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas a estatística descritiva das variáveis dependentes e independentes das classes C1 e C2. Considerando as variáveis independentes, estas apresentaram coeficiente de variação (CV) de 20 e 19 % para K_a , para as classes C1 e C2 respectivamente. A variável dependente U_g das classes C1 e C2 apresentaram o valor de 13% de CV. Os valores semelhantes de CV das classes C1 e C2 das variáveis U_g e K_a indicaram que as sondas tiveram uma mesma magnitude de dispersão, foram submetidas a uma ampla variação de temperatura. Tais resultados sinalizam uma relação determinística da relação K_a e U_g .

Tabela 1: Estatística descritiva das variáveis U_g e K_a para a classe de temperatura 25 a 27 °C

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

A análise dos valores da umidade do solo em função de K_a , evidencia que as sondas de TDR apresentaram diferenças em relação ao seu funcionamento, as mesmas apresentaram uma baixa dispersão dos valores, em relação aos modelos ajustados observa-se o elevado coeficiente de determinação dos modelos.



Tabela 2: Estatística descritiva das variáveis U_g e K_a para a classe de temperatura 10 a 14 °C

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

O efeito da temperatura no processo de obtenção da variável K_a existe, e pode ser visualizada pela equação ajustada da U_g em função do K_a . Ao observarmos o efeito médio de todas as sondas, considerando uma amplitude de temperatura entre 10 e 14 graus celsius, e comparando com uma amplitude de temperatura entre 25 e 27 graus celsius, observa-se o paralelismo dos dois modelos, uma vez que o coeficiente linear do modelo apresenta valores semelhantes. Esse resultado evidencia que a temperatura promove o deslocamento dos eixos dos modelos, e modifica a faixa do domínio da função em relação aos valores de K_a .

Observa-se que para um mesmo domínio do eixo das ordenadas (Tabelas 1 e 2), na classe C1, o domínio do eixo das abscissas apresentou valores de K_a de 13 e 25. Com relação a classe C2 no domínio do eixo das abscissas o K_a apresenta valores de 15 e 26. Tais resultados evidenciam a necessidade de se utilizar modelos de calibração, estes devem ser apropriados para cada classe de temperatura.

O valor de 23 para a classe C1 expressa uma umidade estimada de $0,34 \text{ KgKg}^{-1}$ enquanto para classe C2 o valor seria de $0,32 \text{ KgKg}^{-1}$. A diferença entre estes valores promoveria variações, estas em termos de estimativa de lâmina armazenada, o valor corresponde a 4,4 mm, considerando densidade do solo de $1,36 \text{ Mg m}^{-3}$, e camada do solo de 0,2 m, a inferência quanto ao erro nestas condições pode ser considerado superior à evapotranspiração diária de uma determinada cultura.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

REFERÊNCIAS

- AMATO, M.; RITCHIE, J.T. Small spatial scale soil water content measurement with time- domain reflectometry. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 59, p.325-329, 1995.
- BIZARI, D. R.; MATSURA, E. E.; SOUZA, C. F.; ROQUE, M. W. Haste portátil para utilização de sondas de tdr em ensaios de campo. 2011.
- DALTON, et al. Time- Domain Reflectometry: Simultaneous Measurement of Soil Water Content and Electrical Conductivity with a Single Probe. **Science**, v.224, p.989-900, 1984.
- FELLNER-FELDEGG, H. The measurement of dielectrics in the time domain. **Journal of Physics Chemicals**, v.73, p.616-623,1969.
- FREITAS, W. A.; CARVALHO, J. A.; BRAGA, R. A.; MESSIAS, J. B. A. **Manejo da irrigação utilizando sensor da umidade do solo alternativo**. 2012.



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

KLAR, A. E.; VILLA NOVA, N. A.; MARCOS, Z. Z.; CERVÉLLINI, A. Determinação da umidade pelo método das pesagens. **Anais**.1966.

NADLER, A.; DASBERG, S & LAPID, I. Time domain reflectometry measurements of water content and electrical conductivity of layered soils columns. **Soils science Society of America Journal**, Madison, v.55: 938-943, 1991.

NISSEN, H.H.; MOLDRUP, P.; HENRIKSEN, K. High-resolution time domain reflectometry coil for measuring soil water content. **Soil Science Society of America Journal**. v. 62, 1203-1211, 1998.

SELKER, J.S.; GRAFF, L.; STEENHUIS, T. Noninvasive time domain reflectometry moisture measurement probe. **Soil Science Society of America Journal**. v. 57, 934-936, 1993.

SOUZA, C. F.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desempenho de sondas multihaste segmentada para monitoramento da umidade do solo por meio da técnica de TDR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBEA/UFPel, 1999.

TOMMASELLI, J. T. G.; BACCHI, O.O. S. Calibração de um equipamento de TDR para medida de umidade de solos. **Pesquisa. Agropecuária. Brasileira**, v. 36, n.1, p. 1145-1154, set. 2001.

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

VAZ, C.M.P.; HOPMANS, J.W. Simultaneous measurement of soil strength and water content with a combined penetrometer-moisture probe. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 65, 4-12, 2001.