

CALIBRAÇÃO DE SENSOR TDR PARA O MUNICÍPIO DE LONDRINA NO ESTADO DO PARANÁ

DANIEL S. ALVES¹, LARISSA F. D. PINTO², ELIZEU D. DOS SANTOS³, PABLO R. NITSCHÉ⁴

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Analista em Ciência e Tecnologia, Área de Agrometeorologia e Fisiologia Vegetal, AAF/IDR-PR, Londrina – PR. Fone (43) 3376-2406, danielsoares@idr.pr.gov.br

² Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina – PR.

³ Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agricultura Conservacionista, Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR-EMATER (IDR-PR), Londrina – PR

⁴ Engenheiro Agrícola, Dr., Pesquisador, Área de Agrometeorologia e Fisiologia Vegetal, AAF/IDR-PR, Londrina – PR.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 – Congresso On-line

RESUMO: Dentre os diversos métodos existentes para estimar o conteúdo de água no solo, o uso de técnicas como a Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR), tem despertado interesse da pesquisa por não ser destrutiva, permitir leituras em tempo real e possibilitar automação de sistemas agrícolas. Nesse sentido, o trabalho teve por objetivo desenvolver uma equação de calibração da sonda TDR para o solo do município de Londrina - PR. O experimento foi realizado no Laboratório de Ecofisiologia do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). Para elaboração da equação de calibração foi selecionada amostras de um Latossolo vermelho de textura argilosa representativo da região, dessa forma os resultados foram correlacionados considerando a umidade do solo determinada pelo método gravimétrico, com a constante dielétrica aparente e umidade dada pela calibração de fábrica dos sensores. Todas as equações apresentaram correlação linear positiva e de elevado coeficiente de regressão para obtenção da umidade de solo, demonstrando precisão e acurácia na determinação de umidade do solo.

PALAVRAS-CHAVE: água disponível, condutividade elétrica, reflectometria.

TDR SENSOR CALIBRATION FOR THE MUNICIPALITY OF LONDON IN THE STATE OF PARANA

ABSTRACT: Among the several existing methods to estimate the water content in the soil, the use of techniques such as Time Domain Reflectometry (TDR), has aroused interest in research because it is not destructive, allows real-time readings and enables automation of agricultural systems. In this sense, the work aimed to develop a calibration equation of the TDR probe for the soil in the municipality of Londrina - PR. The experiment was carried out at the Ecophysiology Laboratory of the Agronomic Institute of Paraná (IAPAR). To elaborate the calibration equation, samples of a red oxisol of clay texture representative of the region were selected, thus the results were correlated considering the soil moisture determined by the gravimetric method, with the apparent dielectric constant and moisture given by the factory calibration of the sensors. All equations presented a positive linear correlation and a high regression coefficient to obtain soil moisture, demonstrating precision and accuracy in soil moisture determination.

KEYWORDS: water available, electrical conductivity, reflectometry.

INTRODUÇÃO: O conhecimento do conteúdo de água no solo é indispensável no manejo da agricultura; a fim de auxiliar nas tomadas de decisão. As sondas de TDR, (*Time Domain Reflectometry*), são equipamentos formados por hastes de aço inoxidável que quando inseridas no solo determinam o teor de umidade por meio da constante dielétrica e o tempo da distância percorrida entre as reflexões de um pulso eletromagnético (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2009). O uso dos TDR vem sendo aplicado por ser um método não destrutivo permitindo fazer várias repetições, além de ser de fácil manuseio, possibilitando realizar o monitoramento do volume de água e a frente de molhamento do solo em diferentes locais ao mesmo tempo (COELHO et al., 2006; TOMMASELLI, 2001; TOPP et al., 1980). Sabe-se que o método e as equações idealizadas por Topp et al. (1980), ainda é o mais aplicado ao uso da calibração dos TDR. As leituras de umidade de solos realizadas com sensores, são consideradas de grande exatidão, porém não apresentam alto refinamento por desconsiderarem em grande parte características químicas e físicas dos solos, as quais podem vir a gerar interferências nas leituras devendo, portanto, serem calibradas para cada situação de uso específico a fim de evitar leituras incorretas. Diante disso, esse trabalho teve por objetivo, desenvolver uma equação de calibração para sensor TDR considerando um Latossolo Vermelho no município de Londrina – PR.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no Laboratório de Ecofisiologia do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), localizado na cidade de Londrina - PR. Foram utilizadas amostras de 30 kg de solo retiradas da camada de 0 a 20 cm de profundidade, provenientes da área onde se encontra a estação meteorológica do IAPAR Londrina. A amostra foi destorroada manualmente e seca ao ar, em seguida peneirada em malha de 2 mm. Posteriormente, foram colocadas em recipientes de PVC com 30 cm de altura e 10 cm de diâmetro, os quais foram vedados na extremidade inferior com uma tela plástica para permitir apenas a passagem de água e evitar a perda de solo (Figura 1).



FIGURA 1. Tubo de PVC utilizado para calibração.

O modelo de sensor TDR utilizado para calibração foi o CS616 Campbell Scientific®. Sendo assim, foram preparados 4 recipientes para o estudo, sendo estes preenchidos com solo. Após este processo, os solos tiveram a massa de solo seco aferida (M_2) e posteriormente foram saturados por ascensão capilar. Após período de saturação e drenagem do excesso de água do recipiente, obteve-se a massa úmida (M_1) correspondente a umidade no ponto de máxima saturação. Na sequência foram inseridas as sondas TDR, uma por recipiente, e após a estabilização do sistema sonda e solo iniciou-se as medidas ao longo do tempo. A determinação indireta de umidade de solo e da água disponível foram calculadas segundo as equações (1) e (2) descrito por Bernardo et al. (2006):

$$U_v = \frac{M_1 - M_2}{M_2 - M_3} \times d_s \quad (1)$$

Em que:

U_v = Umidade volume ($m^3 m^{-3}$)

M_1 = Massa de solo saturado (kg)

M_2 = Massa solo seco (kg)

M_3 = Massa recipiente e sonda TDR (kg)

d_s = Densidade do solo

Já para o cálculo da água disponível (AD) em porcentagem considerou a seguinte fórmula:

$$AD = U_{saturada} - U_{seca} \quad (2)$$

Em que:

$U_{saturada}$ = Umidade de saturação ($m^3 m^{-3}$)

U_{seca} = Umidade seca ($m^3 m^{-3}$)

Depois de saturadas as amostras tiveram a massa do solo e dados das leituras das sondas (constante dielétrica e umidade do fabricante) obtidos durante 30 avaliações em um período de 60 dias. Os dados coletados pela leitura das sondas TDR foram armazenados em datalogger CR3000 (Campbell Scientific®). Com isso as estimativas obtidas por gravimetria e pelos sensores foram comparadas utilizando-se de diagrama de dispersão e linhas de tendência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A relação absoluta entre período e a umidade do solo gravimétrica (U_G) e umidade do solo aferido com sonda TDR (U_{TDR}) estão representados na Figura 2.A. Observou-se que nos primeiros 8 dias, a U_{TDR} superestimou a gravimétrica, houve estabilidade nas leituras 9 e 12, e após a 13ª leitura avaliada a umidade a U_{TDR} subestimou a gravimétrica, indicando menor quantidade de água no solo. Ao final do período a água disponível no solo, ou seja, a diferença entre a umidade no ponto de saturação e a menor umidade aferida foi de 0,08 e 0,26 $m^3 m^{-3}$ considerando a U_G e a U_{TDR} , tais resultados justificam a necessidade de uma equação de calibração para estimar a umidade do solo utilizando sondas TDR. Diante disso, foi avaliada a relação entre a constante dielétrica aparente K_a (Figura 2.B) e a U_{TDR} (Figura 2.C) com a U_G . Nas duas situações a correlação foi linear e positiva, com R^2 pouco superior a 97% para ambos. A água disponível foi de 0,09 e 0,17 $m^3 m^{-3}$ nas avaliações realizadas, considerando os valores de K_a e da U_{TDR} , respectivamente. Os resultados indicam a possibilidade de uso de diferentes equações de calibração, seja pelo uso da variável K_a ou da umidade do solo estimada pelo fabricante, U_{TDR} , corrigida para o solo em estudo. Além disso, os resultados indicam uma superestimação da calibração de fábrica sobre a quantidade de água realmente disponível no solo, quando comparada ao método gravimétrico. Esses valores são semelhantes aos apresentados por De Faria e Caramori (1986), onde fazem a caracterização físico - hídrica para o solo da região de Londrina.

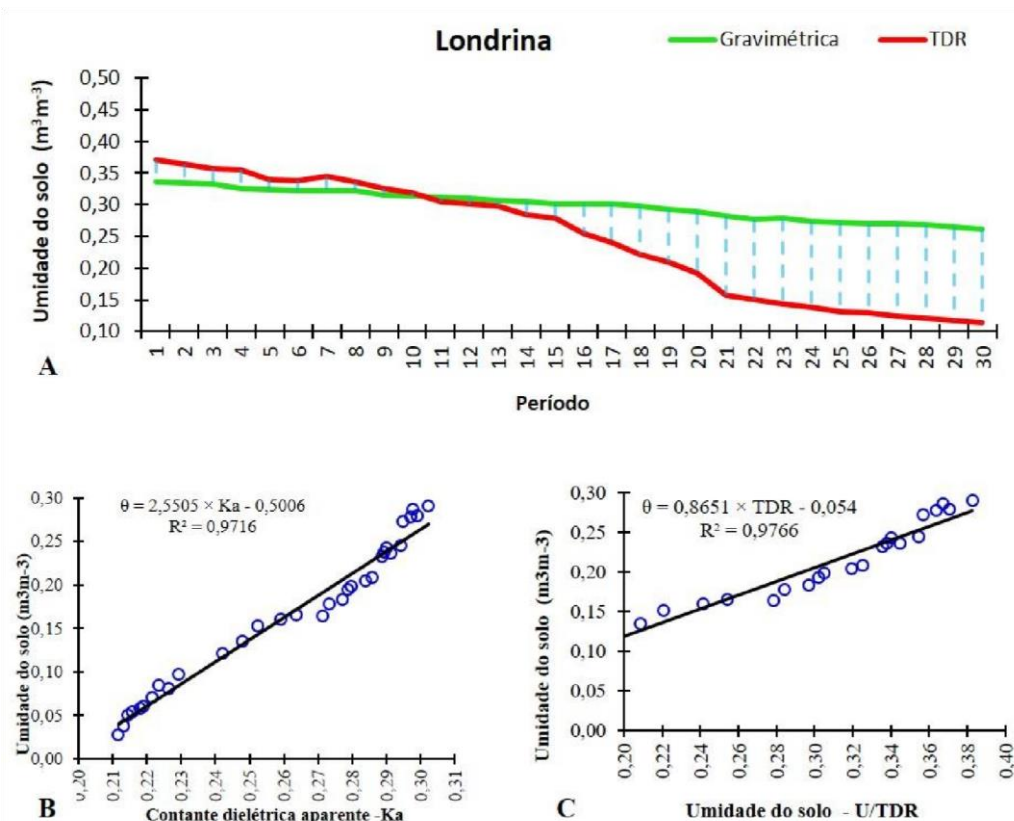


FIGURA 2. Valores absolutos de umidade gravimétrica e umidade do solo-TDR (A); Coeficiente de relação entre K_a , TDR e umidade do solo gravimétrica para o município de Londrina (B. C.).

CONCLUSÕES: Os resultados de umidade do solo considerando a equação de calibração do fabricante superestimam os resultados, diante disso, o uso de sondas de TDR com precisão e acurácia está condicionado a sua calibração considerando os diferentes tipos de solo. Todas as curvas apresentaram ótimo desempenho na determinação de umidade de solo. Em solos de textura argilosa as correlações demonstraram maior grau de eficiência na geração de dados de umidade de solo em ambos os métodos avaliados, logo as sondas de TDR devidamente calibradas podem ser utilizadas para o monitoramento da água no solo permitindo o uso racional dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS:

- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8 Ed. Viçosa: UFV, 2008. 625 P.
- COELHO, E. F. et al. Desempenho de modelos de calibração de guias de onda acopladas a TDR e a multiplexadores em três tipos de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 1, p. 23-30, 2006.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação princípios e métodos**. 3. ed. Viçosa: Ufv, 2009. 355 p.
- TOMMASELLI, J. T. G. Criteria for calibration of probes of TDR. MATSURA, EE; JAVAREZ JUNIOR, A.; GOMES, EP & SOUZA, CF, eds. **Technical applications of TDR in the agriculture**. Campinas, FEAGRI/UNICAMPI, p. 85-114, 2001.
- TOPP, G. C.; DAVIS, J. L.; ANNAN, A. P. Electromagnetic determination of soil water content: Measurements in coaxial transmission lines. **Water resources research**, v. 16, n. 3, p. 574-582, 1980.