



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

COMPRIMENTOS DE CABOS ENTRE TDR E MULTIPLEXADORES E EFEITOS NA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO

Arthur José Mendes Pamponet⁽¹⁾; Eugenio Ferreira Coelho⁽²⁾; Edvado Bispo Santana Junior⁽¹⁾; Gian Carlo Carvalho⁽¹⁾

⁽¹⁾ Estudantes de Pós- Graduação em Ciências Agrárias. Núcleo de Engenharia de água e solo; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Rua Rui Barbosa, 710 – Centro – Cruz das Almas – BA, 44380-000; arthurpamponet@gmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador; Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura; Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, Cruz das Almas – BA, 44380-000

Resumo – A Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) é uma ferramenta utilizada para a determinação da umidade do solo. Objetivou-se estudar o efeito de diferentes comprimentos dos cabos RG 58, 65% malha de transmissão dos sinais eletromagnéticos entre os multiplexadores do nível 1 e 2, para determinação da umidade do solo. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Irrigação da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical utilizando o conjunto TDR, datalogger, multiplexadores e sondas artesanais. Foram utilizados cabos coaxiais de 50 Ohms condumax, com 4 mm de diâmetro. O meio utilizado foi um recipiente com solo argiloso desestruturado e úmido. Os comprimentos de cabo avaliados foram 2,00, 4,00, 6,00, 8,00, 10,00 e 12,00 m. Os resultados mostraram que quanto maior o comprimento do cabo maior foi a variação das estimativas de umidade num dado tempo e faixa de umidade. O uso de cabos com comprimento superior a 8,00 m ocasiona maiores valores absolutos, de umidade do solo ao longo do tempo, com maiores variações com o cabo de 12m.

Palavras-Chave: TDR; cabo coaxial; transmissividade

INTRODUÇÃO

A determinação do teor da umidade do solo é uma importante informação para o bom desenvolvimento das atividades agrícolas, como o manejo de água no solo. O uso da técnica da Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) tem se tornado cada vez mais frequente devido à precisão dos resultados obtidos e por ser: método não destrutivo, a não utilização de radiação ionizante, possibilidade de automação, leituras que são realizadas em tempo real e possibilidade de acoplamento de dispositivos multiplexadores (Coelho & Or, 1996). A TDR faz uso de uma propriedade física do solo, constante dielétrica, e que depois de estabelecida é correlaciona com a quantidade de água presente no solo. A TDR estabelece a constante dielétrica do solo, através da medição do tempo (t) para um pulso eletromagnético emitido em barras condutoras paralelas de comprimento L, instaladas no solo. O uso do equipamento TDR 100 (Campbell Scientific) opera com leituras diretas no equipamento ou por meio de

multiplexadores de leituras que podem ser eletromecânicos ou eletrônicos. Esses multiplexadores são usados como ferramenta para o aumento dos pontos de medição simultânea de umidade em sistemas automáticos de leitura (Baker & Almarras, 1990; Coelho & Or, 1996). Para se realizar a acoplagem do equipamento TDR a um dispositivo multiplexador é necessário o uso de cabos coaxiais, que podem possuir diferentes comprimentos em função da necessidade de posicionamento dos multiplexadores em locais de diferentes distâncias. Não se tem na literatura recomendação de comprimento de cabo que deva ser utilizado entre a TDR e os multiplexadores, e também sua respectiva influência sobre os valores de umidades medidos em campo, medida por sondas artesanais.

O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento das leituras de umidade do solo por sondas artesanais em função da adoção de diferentes comprimentos de cabos coaxiais entre os níveis 1 e 2.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Irrigação e Fertirrigação da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, localizada no Município de Cruz das Almas – BA. Foi utilizado o conjunto TDR 100, Datalogger CR 10X, sondas de TDR confeccionadas artesanalmente e multiplexadores SDMX50 (Campbell Scientific) configurados para os níveis um e dois (Figura 1). As sondas artesanais de TDR possuíam hastes de 0,003 m de diâmetro e 0,10 m de comprimento, espaçadas de 0,017 m, isoladas com resina epóxi. O cabo coaxial utilizado foi da marca condumax de 50 Ohms, com 4,8 mm de diâmetro externo, 0,9 mm de espessura de cobertura, malha de 65% e 3,0 m de comprimento para as sondas. Foi utilizada uma amostra de solo do tipo Latossolo Amarelo Álico desestruturada e umedecida em um recipiente de 20 litros. Os tratamentos consistiram na variação do comprimento do cabo coaxial, o qual faz a comunicação entre o multiplexador de nível 1 de distribuição (cabo b na figura 1) e o multiplexador receptor, de nível 2.

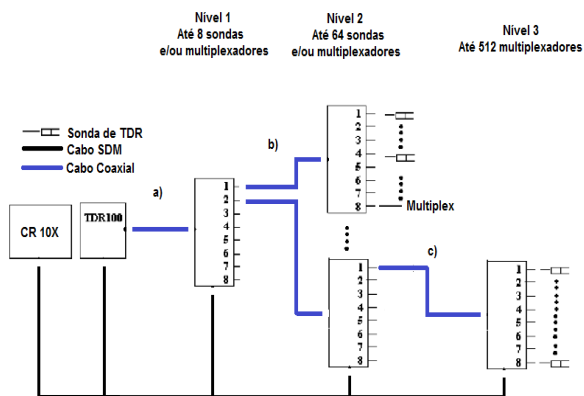


Figura 1. Componentes do Sistema TDR (adaptado do manual da TDR 100)

Avaliação 1

Estudou-se o efeito do comprimento de cabo coaxial: 2,00, 4,00, 6,00, 8,00, 10,00 e 12,00 m (T1, T2, T3, T4, T5 e T6, respectivamente) responsáveis pela transmissão do pulso eletromagnético, correspondendo a letra **b** na Figura 1. Após umedecimento do solo foram instaladas dezesseis sondas artesanais de TDR em dois multiplexadores de nível 2 (letra b na Figura 2). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos (comprimento de cabos) e dez repetições de leituras de umidades.

Avaliação 2

Comparou-se o uso do nível 2 com o nível 3, utilizando o comprimento máximo permitido do cabo coaxial determinado através da avaliação 1. Utilizou-se oito sondas na condição de nível 2 e as demais representando a condição de nível 3 (letra b na Figura 2).

Nas duas atividades a superfície do solo foi coberta com lona plástica para evitar a evaporação e observar a variação dos dados de umidade determinados pela TDR 100, com frequência de leitura de 10 minutos. O tempo de observação foi de 2 horas para cada tratamento.

Foi realizada uma análise de variância para a atividade 1 para definição do comprimento de cabo entre o nível 2 e 3 mais adequado. Determinou-se o coeficiente de variação das leituras de umidade ao longo de duas horas tanto na atividade 1 como na 2. Também foi aplicado a estatística descritiva para a análise da atividade 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comprimento do cabo coaxial teve efeito significativo na determinação da umidade do solo, de acordo ao apresentado na Tabela 1. Estatisticamente, apenas os comprimentos de 2 e 6 m foram iguais, diferindo dos demais. O coeficiente de variação da umidade do solo para cada comprimento do cabo mostra que até 10 m de comprimento o CV foi inferior a 2 %. Essas umidades são superestimadas quando comparadas aos demais tratamentos com cabos menores (figura 2). Assim, recomenda-se o uso do

cabo de 8 m, por apresentar umidade intermediária, com médio CV (1,46%), propiciando mobilidade em estudos com o uso de multiplexadores para aferir umidades simultâneas em 64 pontos.

Tabela 1. Comprimento do cabo coaxial, média das umidades de solo e coeficiente de variação (%) entre tratamentos, todos para nível 2

Comp. Cabo (m)	Umidade ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	CV (%)
4	0,3632 a	1,2774
2	0,3745 b	1,380
6	0,3771 b	1,460
8	0,3845 c	1,460
10	0,4007 d	1,176
12	0,4228 e	3,449

Média Geral 0,3871

CV (%) 0,3891

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem pelo teste Scott-Knott a 5%.

A figura 2 apresenta a variação da umidade do solo, após a variação do comprimento do cabo coaxial no nível 2. Quanto maior foi comprimento do cabo coaxial, maior foi a constante dielétrica, bem como foi maior o valor da umidade absoluta.

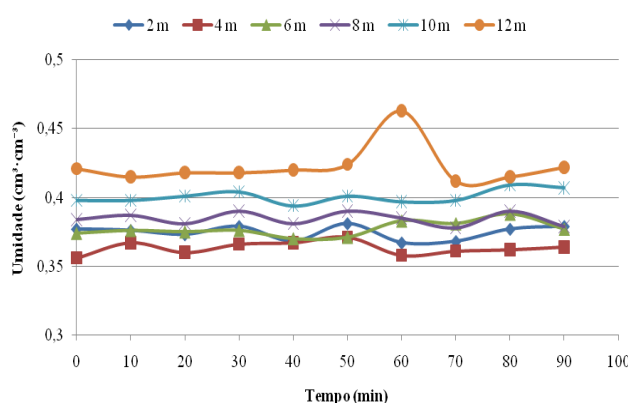


Figura 2. Comportamento da umidade do solo em função do tempo para diferentes comprimentos de cabo coaxial

O cabo com 12 m apresentou os maiores variações dos valores de umidade com o tempo, produzindo as maiores umidade, com 10 m possuindo menores variações mais o segundo maior valor de umidade. Por outro lado, o cabo de 4 m produziu a menor de umidade ao longo do tempo.

Segundo Coelho et al. (2005) pode ser utilizados comprimentos de cabos até 13 m de comprimento, com variação de 0,75% tanto no solo, quanto na água, sendo que acima desse comprimento a variação da umidade aumenta até 1,7% até o comprimento de 19 m.

O coeficiente de reflexão foi alterado com a variação do tamanho do cabo coaxial, com diferentes picos e amplitudes o que consequentemente, interferiu nos valores de umidade no nível 2, como é verificado na figura 3.

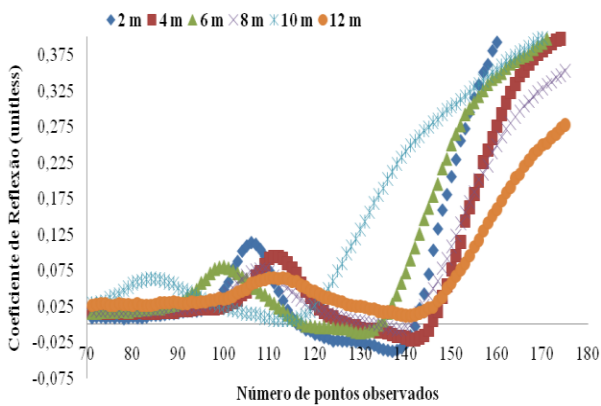


Figura 3. Coeficiente de Reflexão com distância de 3 metros

Quanto maior o comprimento do cabo coaxial, menos acentuada é a reflexão do sinal no início da sonda, como também foi visto por Coelho et al. (2005). Quanto menor a reflexão no início da sonda e maior a atenuação do sinal eletromagnético. Os comprimentos aparentes das sondas diferem com o comprimento do cabo

A figura 4 apresenta o comportamento da umidade do solo determinada simultaneamente com a sonda conectada aos multiplexadores do nível 2 e do nível 3.

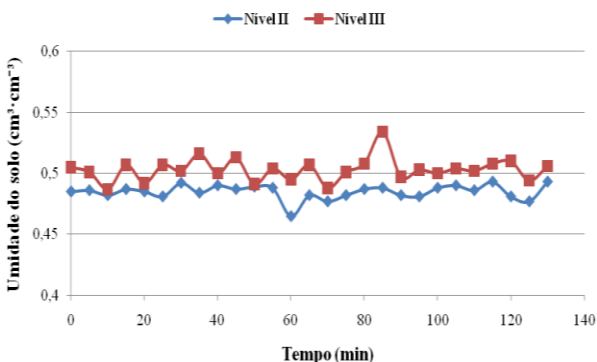


Figura 4. Umidade do solo determinada em dois níveis diferentes em função do tempo

No uso do nível 3 as umidades são maiores em relação ao nível 2 (Tabela 3) indicando efeito do cabo de união dos níveis 1, 2 e 3 e dos próprios multiplexadores que contribuem na impedância na linha de transmissão do sinal eletromagnético. Na figura 4, o valor da umidade média no nível 2 foi igual a $0,4847 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, enquanto que no nível 3 o valor foi de $0,5030 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, com amplitude total de $0,028$ e $0,047 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, respectivamente.

O uso do nível 3 é necessário uma calibração para que haja o ajuste da umidade do solo, mesmo não havendo diferença estatística nos valores de umidade do solo determinados entre os dois níveis o que possibilita o uso simultâneo de 512 sensores de TDR. Entretanto conforme tabela 3, a variação dos dados está na ordem de 1,2105% para o nível 2 e 1,8887% para o nível 3.

Tabela 3. Análise da estatística descritiva da umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) para diferentes níveis

Nível	Média	Min	Máx.	Amplitude Total	CV(%)
II	0,4847	0,4650	0,4930	0,0280	1,2105
III	0,5030	0,4870	0,5340	0,0470	1,8887

A utilização do nível 3 compreende mais uma alternativa para diversas pesquisas, principalmente naquelas que avaliam o comportamento da água e sua dinâmica no interior do solo, com potencial de 512 sensores.

CONCLUSÕES

1. O cabo de 8,00 m de comprimento é o recomendado quando se deseja utilizar 64 sensores de TDR.
2. O uso do nível 3 é recomendável a realização de uma calibração específica.

AGRADECIMENTOS

Toda Equipe do Laboratório de Irrigação da Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas.

REFERÊNCIAS

- BAKER, J.M.; ALLMARRAS, R.R. System for automating and multiplexing soil moisture measurement by Time Domain Reflectometry. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.54, n.1, p.1-6. 1990.
- COELHO, E.F.; OR, D. A parametric model for two-dimensional water uptake by corn roots under drip irrigation. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.60, n. 4, p.1039- 1049.1996.
- COELHO, E. F.; VELLAME, L. M e COELHO FILHO, M. A.Sonda de TDR parágrafo Estimativa da Umidade e Condutividade elétrica do solo, com multiplexadores de OSU. Rev. bras. eng. agric. ambiente. [online]. 2005, vol.9, n.4, p. 475-480. ISSN 1807-1929. doi: 10.1590/S1415-43662005000400006.
- MANUAL DE INSTRUCTION. TDR 100. Revision 4/07. Campbell Scientific, Inc. Copyright 2000 – 2007.