

# 10<sup>o</sup>

# FEPEG FÓRUM

ENSINO • PESQUISA  
EXTENSÃO • GESTÃO  
RESPONSABILIDADE SOCIAL: INDISSOCIABILIDADE  
ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



ISSN 1806-549 X

Autor(es): MARCOS KOITI KONDO, VERONICA GODINHO FERREIRA

## Calibração de Sonda de Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) para Medida da Umidade do Solo na Bacia do Rio Pandeiros – MG<sup>1</sup>

### Introdução

A determinação do conteúdo de água em solos é utilizada muitas vezes para o manejo adequado da umidade, tendo em vista a preservação da estrutura física do solo, técnicas vêm sendo desenvolvidas para a otimização desses processos para que a área superficial do solo não seja afetada.

De acordo com Santos *et al.* (2010) a técnica da TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo) vem sendo bastante utilizado, por ser um equipamento portátil, de fácil manuseio sem afetar a estrutura física do solo. Outros métodos, também são empregados como o padrão de estufa (BERNARDO *et al.*, 2006) utilizado como referência, porém, esse é um método trabalhoso, lento e que ocasiona a destruição da amostra de solo.

O conteúdo de água no solo, pela técnica TDR é determinado através dos valores da constante dielétrica do solo, no qual a constante dielétrica é representada pelo (Ka) que equivale 1 ao ar, da matriz sólida 3 e da água 80. Segundo Pereira *et al.* (2006) este valor é baseado no tempo de emissão/reflexão de um pulso eletromagnético, emitido por um gerador de pulsos, em hastes metálicas que servem como guia das ondas. Quanto maior o conteúdo de água do solo, maior será a constante dielétrica, e maior será o tempo de deslocamento do pulso aplicado (TOMMASELLI *et al.*, 2001).

A calibração do equipamento torna-se necessária, pois há diferentes tipos de solo onde suas propriedades minerais podem influenciar a determinação da constante dielétrica, no caso de solos com teor de material ferroso ou orgânico.

Diante disso o presente trabalho tem como objetivo calibrar um equipamento TDR para determinar a umidade de um solo na bacia do rio Pandeiros em Minas Gerais.

### Material e métodos

O experimento foi realizado no laboratório de Hidráulica e Hidrologia da Universidade Estadual de Montes Claros. Foram utilizadas no ensaio de calibração amostras deformadas de um Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2013), coletadas em canal de uma voçoroca na bacia do rio Pandeiros, situada nas coordenadas 15°12'29"S e 45°11'44"O, próxima ao distrito de Várzea Bonita, Januária –MG. Os atributos físicos do solo estudado são apresentados na tabela 1.

O solo foi secado ao ar e depois passado em peneira com malha de 2,0 mm, obtendo a terra fina seca ao ar (TFSA). Foram utilizados tubos de PVC DN100 PN40, com altura de 0,315 m e diâmetro interno de 0,097 m. Os tubos foram pesados, sendo colocados em uma de suas extremidades tecido de algodão tipo morim, no qual foram amarrados com barbante para evitar a perda de solo e obtidas suas massas. Foram inseridos em cada tubo aproximadamente 2,771 kg de solo, acomodado de maneira a ser obter uma densidade de 1,50 g cm<sup>-3</sup>, representativa ao local onde foi coletado. Os tubos foram pesados novamente e saturados com água destilada. Logo após a saturação foi introduzida uma guia de sonda em cada tubo, sendo também obtidas as massas do conjunto. A TDR utilizada foi da marca IMKO, utilizando quatro sondas Trime-Pico 64 cujas leituras foram armazenadas em um coletor de dados modelo Globelog Logger V 1.0.

Para a obtenção das umidades observadas, as amostras foram pesadas no primeiro dia de uma em uma hora nas primeiras oito horas de início do teste, duas vezes ao dia do segundo dia em diante e uma vez ao dia em dias alternados a partir de então, sendo anotados os horários. Ao observar que o solo parou de perder peso, cerca de 48 dias depois do início do teste, o mesmo foi retirado de cada tubo, tomando-se o cuidado de evitar a perda de material, colocando-o em bandeja de metal e secando em estufa a 105 °C até peso constante, sendo posteriormente pesado. Foram feitos cálculos das umidades correspondentes a cada pesagem, sendo feita a conversão para umidade volumétrica mediante a determinação da massa específica de cada amostra. Procedeu-se a análise de correlação de Pearson entre a obtenção da umidade do solo pelo método padrão da estufa e a umidade obtida pela TDR. Foram testados modelos de regressão, sendo escolhida para representar a relação entre as duas variáveis, aquela que apresentasse maior coeficiente de determinação R<sup>2</sup>, e significância de até 5% pelo teste t para os coeficientes de regressão.

<sup>1</sup> Apoio financeiro: FAPEMIG, CAPES, CNPq.



## Resultados e discussão

Na Figura 1A observa-se a redução da umidade do solo com o passar do período de avaliação, sendo essa redução mais expressiva nas primeiras horas de avaliação do teste. Possivelmente esse fato é explicado pela textura arenosa do solo (Tabela 1), conferindo boa drenagem natural, embora, tenha sido verificado predomínio das frações de areia de menor granulometria, principalmente areia muito fina (AMF), que sua vez atua diminuindo a drenagem do solo. É possível verificar ainda na figura 1A que os valores de umidade do solo obtidos pela TDR foram relativamente superiores ao obtidos pelo método padrão da estufa, indicando uma superestimativa da umidade do solo obtida pela TDR, evidenciando assim a necessidade de uma equação de ajuste.

As frações coloidais tais como argila e matéria orgânica, exercem marcante influência na textura e estrutura do solo, além da constante dielétrica, gerando equívocos na estimativa da umidade do solo (SANTOS *et al.*, 2010). Dessa maneira realizou-se a análise de correlação com a umidade entre os dois métodos, onde foi possível verificar a correlação de Pearson muito forte (0,99) significativa ao nível de 1%, gerando relação linear entre a umidade do solo pela TDR e pelo método da estufa, conforme a figura 1B. Oliveira *et al.* (2013) e Santos *et al.* (2010) para um Latossolo Vermelho eutrófico e um Latossolo Vermelho acríco típico verificaram também que o modelo linear foi o que melhor se adequou para ajustar a umidade do solo obtida com TDR em relação ao método da gravimetria.

Outro ponto que pode ter contribuído para as diferenças entre um método e outro pode estar relacionada a erros na obtenção da densidade do solo, haja visto que esse atributo é utilizado para calcular umidade volumétrica do solo. A necessidade de similaridade entre a densidade do solo nos recipientes utilizados para acondicionar o solo, e a área a ser monitorada com o equipamento TDR (Santos *et al.*, 2012). Todavia, isso não é uma tarefa tão simples, uma vez que com o processo de umedecimento e secagem do solo as partículas estão sujeitas a rearranjo, alterando a densidade do solo e por consequência a estimativa da umidade do solo com a TDR.

## Conclusões

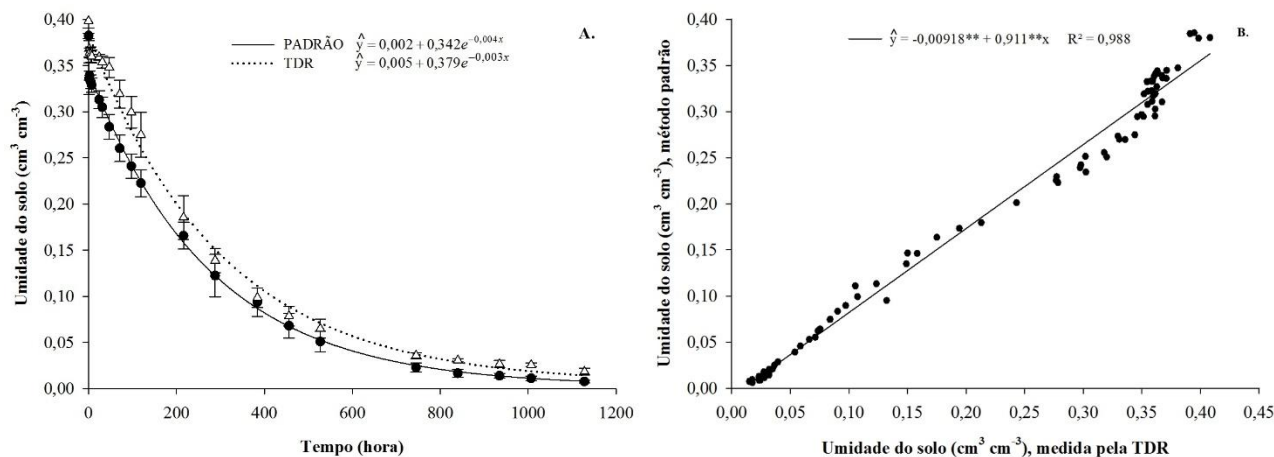
Para o solo em estudo, a equação de regressão linear apresentada na figura 1 ajusta a umidade do solo obtida pela TDR em relação ao método de gravimetria.

## Agradecimentos

A fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro ao projeto CAG-APQ-03775-14 e concessão de bolsas. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas.

## Referências bibliográficas

- BERNARDO, S *et al.* **Manual de irrigação**. Viçosa, UFV, 8. Ed., 2006. 665 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília-DF, 2013. 353p.
- OLIVEIRA, R. G *et al.* Calibração de tdr para estimativa de umidade de um latossolo vermelho eutrófico, em Janaúba – MG, Brasil. **Anais do XLII do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Fortaleza – CE, 2013.
- PEREIRA, S. *et al.* Reflectometria no domínio do tempo na determinação do conteúdo de água no solo. **R. Bras. Eng. Agric. Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 306-314, 2016.
- SANTOS, M. R. dos; ZONTA, J. H.; MARTINEZ, M. A. Influência do tipo de amostragem na constante dielétrica do solo e na calibração de sondas de TDR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 299–308, 2010.
- SANTOS, D. B. *et al.* Calibração de TDR: desempenho de alguns métodos e equações de calibração. **Agrarian**, v. 5, n. 16, p. 131–139, 2012.
- TOMMASSELLI, J. T. G.; BACCHI, O. O. S.; Calibração de um equipamento de TDR para medida de umidade de solos, **Pesq. Agropec. Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1145- 1154, 2001.



**Figura 1.** A) Leituras da umidade de solo determinada pelo método da TDR e pelo método padrão da estufa (PADRÃO) e; B) Correlação linear simples entre determinação da umidade do solo pelo método da TDR e estimativa da umidade do solo pelo método padrão da estufa, a partir de solos coletados na Bacia do rio Pandeiros, Várzea Bonita, Januária-MG, 2016.

**Tabela 1.** Atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo na bacia do rio Pandeiros, Várzea Bonita, Januária-MG.

	Dp g cm <sup>-3</sup>	Argila	Silte	AREIA					AREIA TOTAL
				AMG	AG	AM	AF	AMF	
Média	2,58	78	6	1	2	47	186	680	916
Desvio Padrão	0,07	28	5	1	1	22	47	48	32

Densidade de partículas (Dp); Areia Muito Grossa (AMG): 2-1 mm; Areia Grossa (AG): 1-0,5 mm; Areia Média (AM): 0,5-0,25 mm; Areia Fina (AF): 0,25-0,106 mm; Areia Muito Fina (AMF): 0,106-0,053 mm).