



ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE SENSORES PARA A DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO

Isabelle de Paula Sousa, Fernanda Laurinda Valadares Ferreira, Sidney Pereira, Francielle de Cássia Coelho Vieira, Filipe Diniz Guedes, Daniela Aparecida Freitas

Introdução

Um dos principais fatores que afetam o desenvolvimento e produção de uma cultura é a quantidade de água disponível no solo. A determinação da umidade do solo é de fundamental importância para um bom desenvolvimento das culturas agrícolas, sendo um dos fatores indispensáveis para uma agricultura sustentável e sem prejuízos ao meio ambiente, uma vez que se refere às propriedades do sistema água-planta-solo Souza e Matsura [1].

Diversos são os métodos para determinar a umidade do solo. Entre os métodos diretos a gravimetria é considerado padrão e os indiretos baseiam-se em propriedades químicas ou físicas do solo Santos *et al.*[2]. Vários sensores foram desenvolvidos para determinação da umidade, mas requerem algum tipo de calibração.

O sensor TDR (reflectometria no domínio do tempo) baseia-se no efeito da umidade do solo sobre a velocidade de propagação de pulsos de micro-ondas em cabos condutores envoltos por solo Noborio [3]. Outro equipamento para o mesmo fim, mas com menor precisão é sensor YL-69 desenvolvido para o microcontrolador Arduino-UNO onde determina a umidade através da condutividade elétrica do solo Hsu *et al.* [4]. Também com princípio elétrico existe o sensor MO750, projetado para ser utilizado em atividades de olericultura.

O objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência dos sensores TDR PRIME PICO IHP T3, YL-69, e MO750 empregados na medição da umidade do solo.

Material e métodos

O experimento foi realizado no laboratório de física da Universidade Federal de Minas Gerais no Instituto de Ciências Agrárias, campus Montes Claros – MG, no mês de fevereiro de 2015.

Utilizou-se um solo com textura franco siltoso, coletado na camada de 0-20 cm da área do pivot central da própria instituição. Após o processo de coleta, o solo foi peneirado em malha de 2 mm, seco em estufa, por um período de 48 horas sob temperatura constante de 105°C.

Os equipamentos utilizados para realizar as medições de umidade foram o TDR PRIME PICO IHP T3 produzido pela fábrica alemã INKO Micromoduletechnik GmbH, o sensor de umidade YL-69 da marca E-BEST e o sensor MO750 fabricado pela Extech Instruments Corporation.

As amostras foram preparadas colocando-se sucessivamente pequenas quantidades de solos seco em cilindros de PVC de 150 mm de diâmetro e 50 cm de altura, mantendo-se uma uniformidade no processo de compactação. O solo foi umedecido gradualmente até a saturação enquanto eram realizadas as leituras com os sensores e retiradas amostras para determinação da umidade real por gravimetria.

Foram realizadas as leituras com os sensores e determinações da umidade por gravimetria nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-15 cm, com três repetições cada.

Os dados foram submetidos à regressão e determinado o coeficiente de representatividade do ajuste.

Resultados e Discussão

Após ajuste dos dados verificou-se que para a camada de 0-5 cm (fig. 1), o sensor YL-69 apresentou ajuste com maior coeficiente de representatividade $r^2 = 0,93$.

A sonda TDR não teve respostas satisfatórias, pois apresentou $r^2 = 0,51$. Entretanto este resultado esta coerente com a informação do fabricante da sonda, pois este afirma que a profundidade de penetração eficaz é cerca de 15 cm IMKO [5]. Esta variação pode estar relacionada devido ao incompleto contato solo sonda causando assim um menor tempo de viagem (constante dielétrica do ar é muito menor do que a do solo), especialmente quando o solo se encontra úmido Serrarens *et al.* [6].

O sensor MO750 foi eficiente até o solo atingir 20% de umidade, pois acima deste valor o aparelho não obteve leitura. Nas profundidades de 5-10 cm (fig. 2) e 10-15 cm (fig. 3) os sensores apresentaram alto coeficiente de representatividade como pode ser observado na tabela 1.



Conclusões

Conclui-se que no solo estudado, que possui textura predominante franco siltoso, o sensor MO750 foi eficiente na indicação da umidade até no limiar de 20%. A sonda TDR foi mais eficiente para leitura de profundidade acima de 10 cm. O sensor YL-69 apresentou menor precisão na determinação da umidade necessitando de mais testes para avaliar sua eficiência para manejo de irrigação.

Referências

- [1] SOUZA, C. F.; MATSURA, E. M. Avaliação de sondas de TDR multi-haste segmentadas para estimativa da umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.6, no.1, 2002.
- [2] SANTOS, R. M *et al.* Montagem e acurácia de um sistema experimental de pesagem para calibração de sensores de umidade do solo. **Ciênc. Agrotec.**, vol. 30, n. 6, p. 1162-1169, 2006.
- [3] NOBORIO, K. Measurement of soil water content and electrical conductivity by time domain reflectometry : a review. **Computers and electronics in agriculture**, vol. 31, n. 3, p. 213-237, 2001.
- [4] HSU, D *et al.* School of Engineering Science Simon Fraser University Burnaby, **British Columbia**, vol. 5 A 1S6, 2013.
- [5] IMKO Micromodultechnik GMBH, 2012. Disponível em: < <http://www.imko.de/en/products/soilmoisture/soil-moisture-sensors/trimepicoiph3> > acesso em: 27/05/06.
- [6] SERRARENS, D *et al.* Soil moisture calibration of TDR multilevel probes. **Scientia Agrícola**, vol.57, n.2, 2000.

Tabela 1. Curva de regressão e coeficiente de representatividade dos sensores.

Profundidade (cm)	Sensores	Curva de regressão	R ²
0-5	MO750	$y = 0,0949x^2 - 0,4412x - 0,0341$	0,961
	SENSOR YL-69	$y = 1201,5e-0,049x$	0,927
	TDR	$y = 0,0118x^2 - 0,1644x + 0,864$	0,512
5-10	MO750	$y = 0,0614x^2 - 0,3013x - 0,1249$	0,993
	SENSOR YL-69	$y = 0,3531x^2 - 38,488x + 1122,5$	0,948
	TDR	$y = 0,0045x^2 + 0,6674x - 0,0451$	0,942
10-15	MO750	$y = 0,0708x^2 - 0,3415x - 0,3153$	0,978
	SENSOR YL-69	$y = 0,166x^2 - 30,189x + 1101,2$	0,941
	TDR	$y = -0,0014x^2 + 1,3288x - 1,2424$	0,954

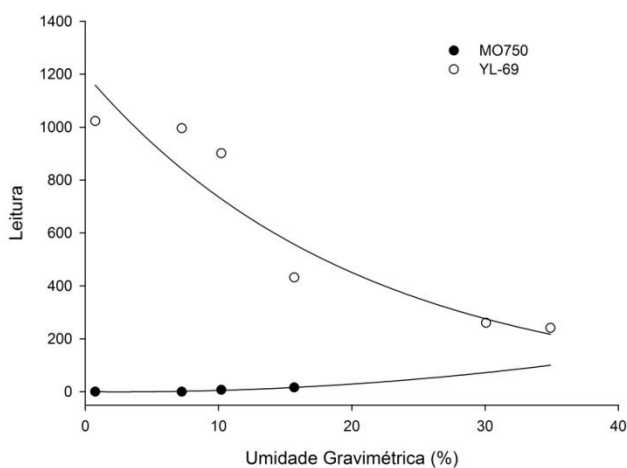


Figura1. Umidade do solo na profundidade 0-5 cm.

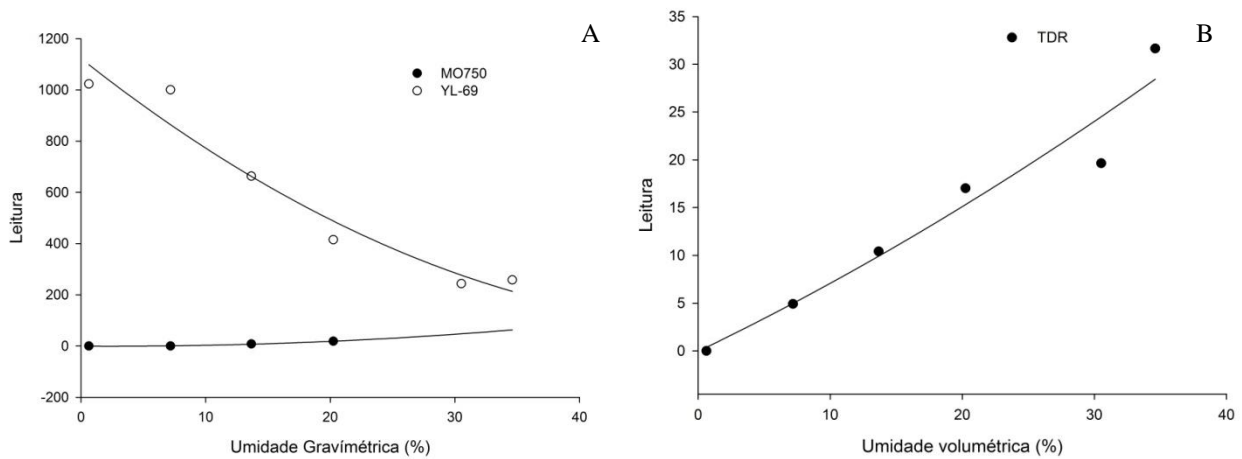


Figura 2. Umidade do solo na profundidade 5-10 cm. (A) Curva com sensor MO750 e sensor YL-69; (B) Curva com o sensor TDR.

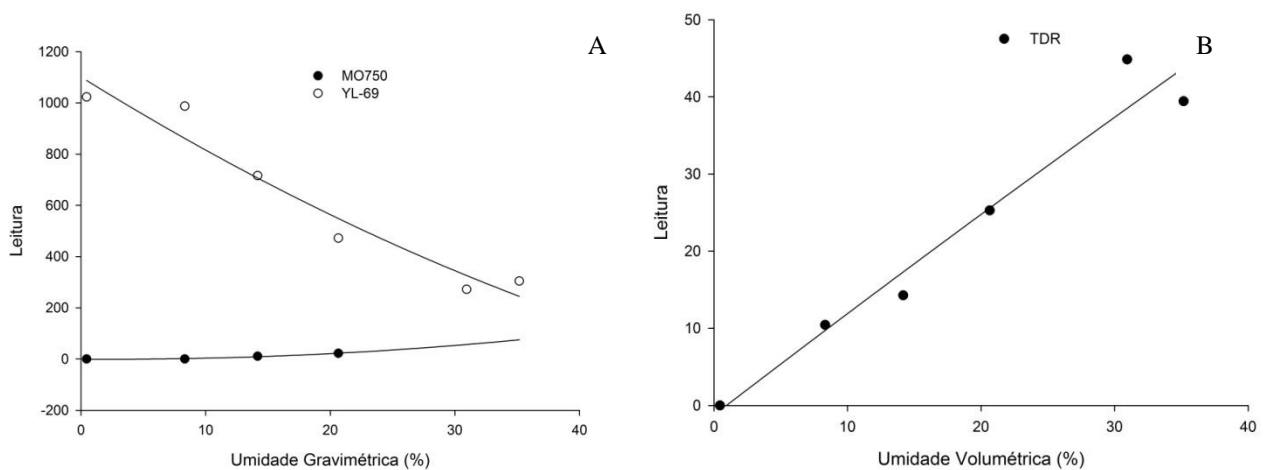


Figura 3. Umidade do solo na profundidade 10- 15 cm. (A) Curva com sensor MO750 e sensor YL-69; (B) Curva com o sensor TDR.