



## 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 Serrares *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

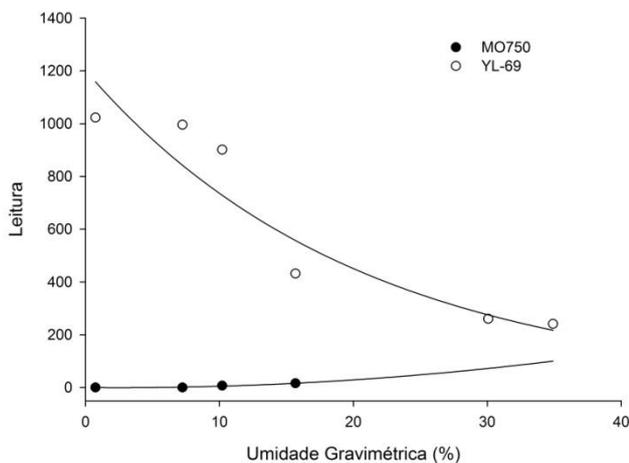
Conclui-se que no solo estudado, que possui textura predominante franco siltoso, o sensor MO750 foi eficiente na indicação da umidade até no limiar de 20%. A sonda TDR foi mais eficiente para leitura de profundidade acima de 10 cm. O sensor YL-69 apresentou menor precisão na determinação da umidade necessitando 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 <sup>2</sup>
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.

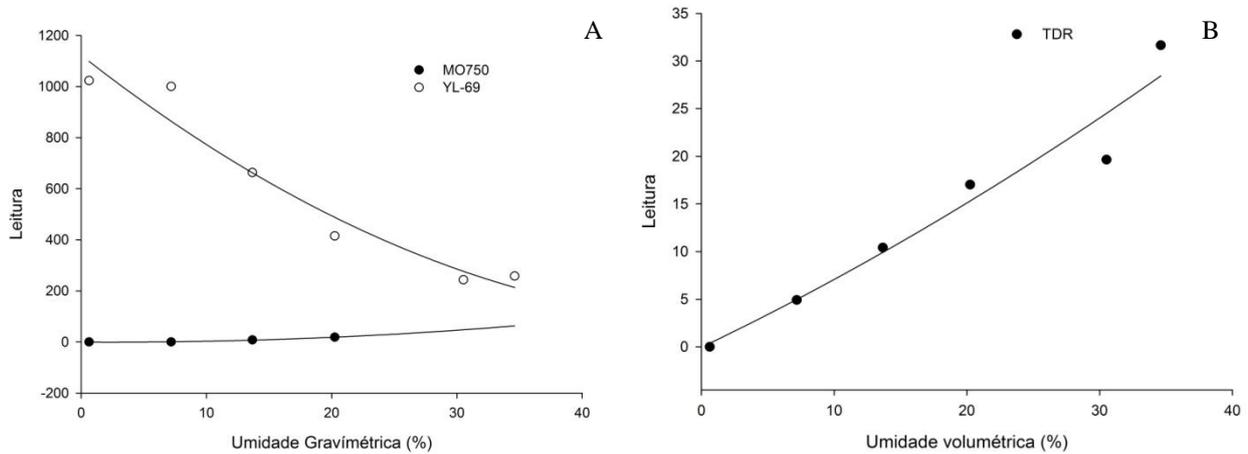


Figura 2. Umidade do solo na profundidade 5-10 cm. (A) Curva com sensor MO750 e sensor YL-69; (B) Curva com o sensor TDR.

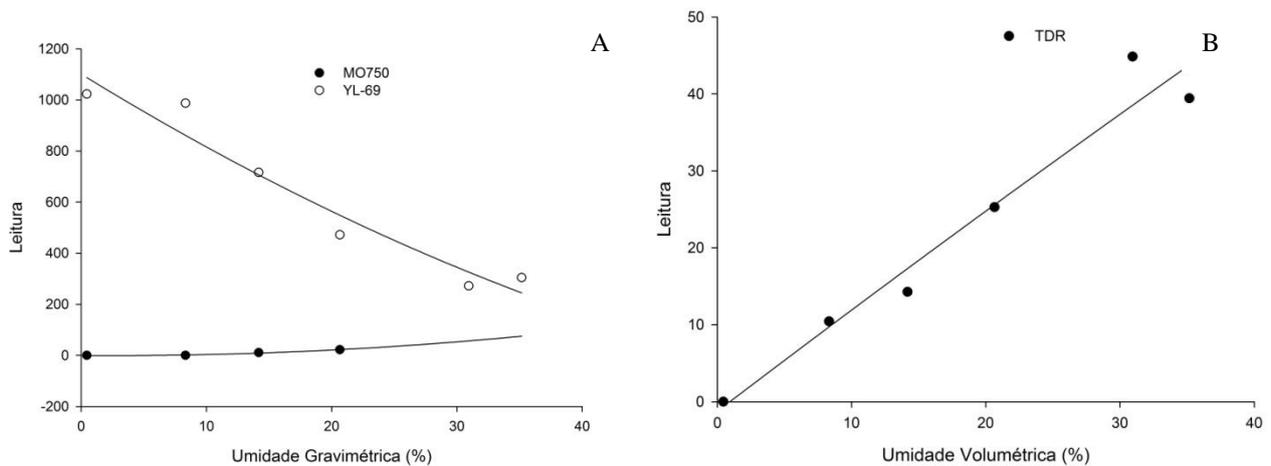


Figura 3. Umidade do solo na profundidade 10- 15 cm. (A) Curva com sensor MO750 e sensor YL-69; (B) Curva com o sensor TDR.