

DESENVOLVIMENTO E CALIBRAÇÃO DE SENSOR RESISTIVO PARA A MEDIÇÃO DA UMIDADE DO SOLO.

ERASMO O. CARVALHO-NETO¹, JOSENARA D. S. COSTA¹, ULDÉRICO R. OLIVEIRA¹, FELLIPE A. ANDRADE¹, DANIEL S. COSTA²

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco, erasmo.neto1@hotmail.com

² Professor do Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A utilização de sensores de umidade do solo é um dos meios mais práticos para acompanhar o teor de água no mesmo, fator que está diretamente envolvido no manejo adequado da irrigação. Objetivou-se com este trabalho o desenvolvimento e calibração de um sensor de umidade do solo de baixo custo. O circuito elétrico que constitui os sensores foi desenvolvido no Laboratório de Automação e Eletrificação Rural (LAER), e a calibração foi realizada no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Os sensores foram construídos utilizando-se um par de hastes metálicas cromadas de 20cm de comprimento, fixadas em uma placa fenólica composta por um divisor de tensão e um resistor de 5,6KΩ em série com o sensor, conectados em um *data logger microcontrolado*. Os sensores foram calibrados baseando-se no método padrão da estufa utilizando o solo do tipo Neossolo Quartzarênico. A correlação da umidade volumétrica do solo com a tensão do mesmo foi expressa a partir de uma regressão linear. O sensor de umidade foi eficiente na correlação da umidade do solo com a tensão do mesmo, sendo considerado viável na aquisição de dados que podem auxiliar no processo de automatização de sistemas de irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: sensores de umidade, *data logger*, irrigação.

DEVELOPMENT AND CALIBRATION OF RESISTIVE SENSOR FOR MEASUREMENT OF SOIL MOISTURE.

ABSTRACT: The use of soil moisture sensors is one of the most practical to monitor the water content in the same factor, which is directly involved in the proper management of irrigation resources. The objective of this work was the development and calibration of a soil moisture sensor low cost. The electrical circuit which constitutes the sensors was developed in the Laboratory of Automation and Rural Electrification (LAER), and calibration was performed at the Laboratory of Soil Physics, Federal University of Vale Sao Francisco (UNIVASF). The sensors were built using a pair of chromed metal rods 20cm long, set in a phenolic plate comprises a voltage divider and a resistor of 5.6 KΩ in series with the sensor connected to a data logger. The sensors were calibrated based on the standard oven method using soil type Neossolo Quartzarenic. The correlation between the water content of the soil with the same voltage was expressed from a linear regression. The humidity sensor was effective in correlation with soil moisture tension of the same being considered feasible in the acquisition of data that can assist in the automation of irrigation systems process.

KEYWORDS: moisture sensors, *data logger*, irrigation.

INTRODUÇÃO: A umidade do solo representa um dos elementos mais relevantes no controle dos processos hidrológicos, relacionados com a irrigação, visto que exerce influência na geração do escoamento superficial, na evaporação do solo, na transpiração das plantas e em uma série de

interações geográficas e pedogênicas (ÁVILA et al., 2010). De acordo com Libardi (2005), a umidade do solo é um índice básico para quantificar a água de amostras de solo, portanto de grande importância no manejo de sistemas agrícolas irrigados.

Existem métodos diretos e indiretos de determinação da umidade do solo. Dentre os métodos diretos, o gravimétrico é o mais utilizado, consistindo em amostrar o solo e, por meio de pesagens, determinar a sua umidade gravimétrica, relacionando a massa de água com a massa de sólidos da amostra ou a umidade volumétrica, relacionando o volume de água contido na amostra e o seu volume. O método gravimétrico possui a desvantagem de necessitar de 24 horas ou mais para obter o resultado (LEÃO et al., 2007). Contudo, é o método-padrão para calibração dos métodos indiretos.

Segundo Coelho (2003), os principais métodos indiretos baseiam-se em medidas, como a moderação de nêutrons, a resistência do solo à passagem de corrente elétrica, a constante dielétrica do solo e a tensão da água no solo. Essas são características do solo que variam com a sua umidade. No entanto, esses métodos necessitam de calibração em relação à umidade do solo. Conforme o tipo de sensor e a sua sensibilidade aos fatores ambientais, bem como a variabilidade espacial da característica medida no solo, pode haver a necessidade de várias calibrações para diferentes solos, variação de temperatura e profundidades. Objetivou-se com este trabalho o desenvolvimento e calibração de um sensor de umidade do solo de baixo custo.

MATERIAL E MÉTODOS: *Desenvolvimento do Sensor:* Os circuitos elétricos que constituem os sensores foram desenvolvidos no Laboratório de Automação e Eletrificação Rural (LAER), Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Juazeiro-BA.

Os três sensores foram construídos utilizando-se um par de hastes metálicas cromadas de 20cm de comprimento, fixadas em uma placa fenolítica composta por um divisor de tensão e um resistor de 5,6Kons em série com o sensor (Figura 1). Os sensores foram conectados a um *data logger microcontrolado* para armazenamento dos dados obtidos durante as leituras (Figura 2). A tensão de alimentação do sensor é de 5,0V.

Calibração do Sensor: A etapa de calibração foi realizada no Laboratório de Física do Solo da UNIVASF, Juazeiro-BA.



FIGURA 1. Sensor resistivo.



FIGURA 2. Sensores resistivos conectados ao *data logger*.

Os sensores foram calibrados baseando-se no método padrão da estufa. Para tanto, utilizou-se três tubos de PVC, com comprimento de 30cm e diâmetro nominal de 100 mm e tampa de PVC com diâmetro de 100 mm e 12 orifícios de 1 cm de diâmetro, além de manta filtrante - PPI. A manta filtrante foi colocada sobre os furos da tampa a fim de evitar que o solo fosse perdido durante o processo de saturação. Em cada recipiente, foi estabelecida uma altura de 25 cm para a coluna de solo (NEOSSOLO QUARTZARÊNICO).

Para a determinação correta do ponto de saturação adaptou-se a metodologia de Tommaselli e Bacchi (2001), na qual, os três recipientes contendo material de solo foram inseridos em outro recipiente com lâmina de água nunca superior, a um quinto da altura do tubo, para evitar a formação de bolhas de ar dentro do solo a ser saturado. A saturação ocorreu por ascensão capilar durante 6 h.

Posteriormente, determinou-se a massa de cada amostra no ponto de saturação e os sensores foram inseridos nos tubos, um em cada amostra. Após a instalação deu-se início a coleta de dados pelos sensores a cada duas horas, durante três dias. Neste intervalo as amostras permaneceram em estufa a 65°C. Ao final dos ensaios as amostras foram colocadas em estufa a 105°C, permanecendo por 24 horas, quando novamente foram pesadas para determinação da umidade padrão.

Finalmente determinou-se a equação geral de calibração dos sensores:

$$y = ax + b \quad (1)$$

Em que:

y – umidade volumétrica do solo ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$);

a – coeficiente angular;

b – coeficiente linear;

x – tensão do solo (V).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A partir dos resultados obtidos (Figura 3) observou-se que à medida que a umidade do solo diminui, a tensão, obtida a partir da leitura do sensor, também decresce. Infere-se que quanto menor a quantidade de água no solo maior a sua resistência a passagem de corrente.

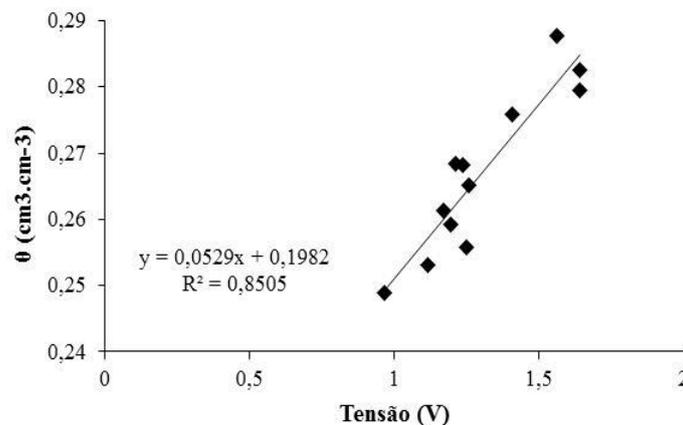


Figura 3: Resultados obtidos pelo sensor de umidade resistivo.

A equação que ajustou a relação entre tensão e umidade do solo apresentou um coeficiente de determinação igual a 85,05%, indicando que o modelo explica bem as variações no teor de água do solo em função da tensão. Portanto este sensor pode ser aplicado no uso agrícola auxiliando no controle do fornecimento de água a exemplo de um sistema automatizado de irrigação.

CONCLUSÕES – O sensor alternativo com hastes cromadas e o circuito de medição podem ser utilizados na obtenção dos valores de umidade do solo, sendo viável seu uso para auxiliar na implementação de formas de controle e automação de sistemas de irrigação.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M. Continuidade e distribuição espacial da umidade do solo em bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p.1257–1266, Campina Grande, PB. 2010.

COELHO, S.L. **Desenvolvimento de um tensiômetro eletrônico para o monitoramento do potencial da água no solo**. 2003. 106 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

LEAO, R.A.O. et al. Desenvolvimento de um dispositivo eletrônico para calibração de sensores de umidade do solo. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p. 294-303, Jaboticabal. 2007.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. 2. Ed. Piracicaba [s.n.], Editado pelo autor, 2005. p.497.

SILVA, A. **Implementação de um sistema de automação para irrigação**. 2013. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2013.

SILVA, D. **Validação de um sensor de determinação da umidade do solo para o manejo da irrigação**. 2013. 62f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2013.

SILVA, V.P.R. et al. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, p.131-138, Campina Grande-PB. 2011.

TOMMASELLI, J.T.G; BACCHI, O.O.S. Calibração de equipamento de TDR para medida de umidade do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n.9, p. 1145-1154, Brasília. 2001.