

## CURVA CALIBRAÇÃO DO SENSOR UMIDADE EC-5 EM SUBSTRATO

ESTOR GNOATTO<sup>1</sup>, YURI FERRUZZI<sup>2</sup>, DIRCEU DE MELO<sup>3</sup>, ROGER NABEYAMA MICHELS<sup>4</sup>,  
FELIPE GNOATTO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Professor Doutor, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Medianeira Pr, e-mail gnoatto@utfpr.edu.br

<sup>2</sup> Professor Mestre, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Medianeira Pr, e-mail yuri@utfpr.edu.br

<sup>3</sup> Professor Mestre, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Medianeira Pr, e-mail dirceu@utfpr.edu.br

<sup>4</sup> Professor Mestre, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Londrina Pr, e-mail rogermichels@utfpr.edu.br

<sup>5</sup> Graduando, UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Toledo Pr, e-mail felipegn412@hotmail.com

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

**RESUMO:** Devido à necessidade de aumentar a eficiência do uso da água e energia, controlar a aplicação de produtos químicos, reduzir a mão de obra, e principalmente da necessidade de incrementar a produção agrícola, cresce o interesse do produtor na automatização da irrigação e consequentemente do manejo desta. Os sensores de umidade do solo se tornaram uma ferramenta essencial para a aplicação de água na quantidade necessária e no devido tempo, contribuindo para a manutenção da produção agrícola e, também, para a utilização eficiente dos recursos hídricos. Como o comportamento do sensor EC-5 para o substrato em estudo é desconhecido, se fez necessário à determinação do comportamento da umidade do substrato, e assim, com base na curva de calibração pode-se determinar o ponto de referência a ser utilizado em um programar a irrigação na produção de mudas. O procedimento consiste basicamente em determinar o nível de tensão de resposta do sensor de acordo com a umidade do substrato Carolina soil<sup>®</sup>. O sensor respondeu linearmente ao conteúdo de água no substrato, apresentando um coeficiente de representatividade de 99,55%, e desta forma, se apresenta adequado para utilização no controle de irrigação em processos automatizados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação, automação, calibração.

## SUBSTRATE CALIBRATION CURVES FOR HUMIDITY SENSOR EC-5

**ABSTRACT:** *Due to the need to increase the efficiency of water use and energy, control the application of chemicals, reduce manpower, and especially the need to increase agricultural production, growing interest of the producer in the automation of irrigation and consequently the management this. The soil moisture sensors have become an essential tool for the application of water in required quantity and in time, contributing to the maintenance of agricultural production and also for the efficient use of water resources. As the behavior of the EC-5 sensor to the substrate under study is unknown, it was necessary to determine the behavior of substrate moisture, and thus, based on the calibration curve can determine the reference point to be used in a scheduling irrigation in the production of seedlings. The procedure basically consists in determining the level of response of the sensor voltage according to substrate moisture Carolina soil<sup>®</sup>. The sensor responded linearly to the water content in the substrate, with a coefficient of representatively of 99.55%, and thus presents for use in irrigation control in automated processes.*

**KEYWORDS:** Irrigation , automation, calibration

## **INTRODUÇÃO:**

A utilização de sensores de umidade do solo do tipo capacitivo tem se mostrado eficientes em sistemas de irrigação automatizados, o que torna possível irrigar as plantas com base no uso real da água pela planta, permitindo o controle da produção, com produtos de alta qualidade, além de evitar os déficits e excesso de água, reduz o uso inadequado dos recursos hídricos e os custos de produção. Segundo Wu-Quan (2010) um sistema de controle automático composto por sensores, e um controlador lógico programável pode garantir a uniformidade de irrigação utilizando a detecção em tempo real da umidade do solo o que permite uma melhor irrigação. Para Abraham (2000), a gestão de irrigação deve ser confiável. A eficiência de decisões de manejo depende de medições precisas, que por sua vez dependem da precisão do sensor. Fachini (2006) alerta que o manejo da irrigação em recipientes pequenos, como por exemplo, tubetes, ou bandejas, necessitam de um maior controle, devido à necessidade de uma maior frequência de irrigação que se dá em função do baixo volume de substrato disponível para a planta. Pfitscher (2011) indica que as tecnologias de automação estão sendo cada vez mais aplicadas na agricultura. Tais métodos permitem o controle da qualidade da cultura, ele é realizado através de um controlador dedicado, que elimina a necessidade de um computador no local. Como o comportamento do sensor no substrato utilizado não é conhecido se faz necessário à calibração do mesmo, determinando-se assim o comportamento da umidade do substrato e melhorando a precisão dos dados, com base na curva de calibração pode-se determinar o ponto de referência utilizado para programar a irrigação. O objetivo deste trabalho foi determinar a curva de calibração do sensor EC-5 da Decagon para substrato da Carolina Soil<sup>®</sup>.

## **MATERIAL E MÉTODOS:**

A característica dos Sensores EC-5 da Decagon<sup>®</sup> é medir o teor volumétrico de água no solo, através da medição da constante dielétrica do mesmo, sendo que esta é diretamente relacionada à função que representa o teor de água. No entanto, nem todos os solos têm propriedades elétricas idênticas. Devido a variações na densidade, mineralogia, textura e salinidade. O fabricante fornece equações básicas de calibração para alguns tipos de solos, essas equações tem precisão de  $\pm 3$  a  $4\%$  para a maioria dos solos minerais e cerca de  $\pm 5\%$  para os substratos. Desta forma, a precisão aumenta para  $\pm 1$  a  $2\%$  para todos os solos e substratos quando calibrados especificamente.

A calibração do sensor foi determinada de acordo com nota técnica para calibração de sensores de umidade do solo ECH<sub>2</sub>O (DECAGON 2010). O procedimento consiste basicamente em determinar o nível de tensão de resposta, do sensor de acordo com a umidade do substrato. O sensor EC-5 requer uma tensão de excitação constante na faixa de 2.000 a 3.600 mili Volts, e fornece uma tensão de saída (mV) proporcional a constante dielétrica do meio envolvente, portanto, à umidade volumétrica do substrato. Para a calibração do sensor a tensão foi mantida constante a uma tensão de 2.500 mV.

O conteúdo de água foi calculado em seis amostras a partir da determinação do conteúdo de água e da densidade do substrato para as condições de amostra seca até a amostra saturada.

Para os registros de tensão foi utilizado um sistema de aquisição de dados constituído por um Módulo de Aquisição e Registro de Dados “FieldLogger” com módulo IHM (Interface Homem Máquina) da marca NOVUS, sendo o mesmo programado para realizar uma leitura por segundo de cada canal e armazenar a média aritmética a cada 5 segundos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

Com base na metodologia de calibração se obteve os dados da tabela 1, onde pode-se observar os valores obtidos através de seis amostras de substrato com diferentes conteúdos de água. Cada amostra apresenta uma tensão de saída variando de 555,76 mV a 876,80 mV, as amostras foram pesadas no estado úmido e seco, desta forma através do equacionamento obtêm-se conteúdo volumétrico de cada tratamento. Sendo que a saturação foi atingida com 56% de conteúdo volumétrico de água, estando de acordo com os dados fornecidos pelo fabricante que especifica a capacidade máxima de saturação em 55%.

TABELA 1. Umidade do substrato em volume e em base substrato seco, em função da tensão de saída do sensor.

Amostra substrato	Leitura do sensor (mV)	Umidade volumétrica (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	Umidade do substrato (% base substrato seco)
1	555,76	0,21	20,68
2	648,55	0,30	30,28
3	767,89	0,41	40,68
4	819,04	0,49	48,63
5	860,27	0,54	54,48
6	876,80	0,56	55,90

A análise da regressão linear dos pontos obtidos no ensaio é mostrada na figura 1 que é apresenta na equação (1).

$$Y = -41,0313 + X * 0,10971 \quad (1)$$

Em que:

Y = Volume água no substrato (%)

X = Tensão saída do sensor (mV)

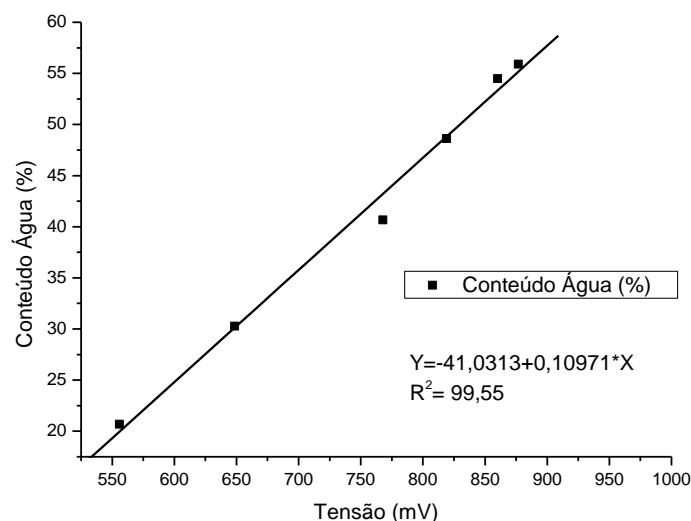


FIGURA 1 – Curva de conteúdo de água no substrato em função da tensão de saída do sensor

Com base na regressão, observa-se que o sensor responde linearmente ao conteúdo de água no substrato, com um coeficiente de determinação de 99,55%.

### CONCLUSÕES:

O sensor respondeu linearmente ao conteúdo de água no substrato, apresentando um coeficiente de representatividade de 99,55%, e desta forma, se apresenta adequado para utilização no controle de irrigação em processos automatizados. A reta de calibração apresenta o mesmo comportamento indicado pelo fabricante do solo.

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus: Medianeira-Pr e a Fundação Araucária pelo apoio.

## REFERÊNCIAS

ABRAHAM, Noble, HEMA, P.S., SARITHA, E.K., KELAPPAJI, ShinojSubramannian. **Irrigation automation based on soil electrical conductivity and leaf temperature** College of Agricultural Engineering and Technology, Kerala Agricultural University, Tavanur, Malappuram, Kerala 679573, publicadoem Agricultural Water Management 45, India 2000.

DECAGON, Devices. **Calibration ECH2O Soil Moisture Sensors**. Application Note, Revised 11/07/2010. Disponível para download em: <http://www.decagon.com/education>.

WU-QUAN; He, MING-KE; Cai, YU-BAO, Wang; XIAO-JIAN, Wang,.**Automatic Water Supply Control System of Graded Constant Pressure by Variable Frequency Speed and Its Application to Pipeline Irrigation**. Intelligent Systems (GCIS), 2010 Second WRI Global Congress on , vol.1, no., pp.385-388, 16-17. 2010 disponível para download em: URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5708783&isnumber=5708646>

FACHINI, E. **Manejo da irrigação em diferentes substratos na produção de mudas de laranja**. Tese de Doutorado Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP Câmpus de Botucatu, 2006. Disponível para download em: URL: [http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bla/33004064038P7/2006/fachini\\_e\\_dr\\_botfca.pdf](http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bla/33004064038P7/2006/fachini_e_dr_botfca.pdf) último acesso 12/06/2012 Último acesso em 25 de junho de 2012, as 17:00h.

PFITSCHER, L.L.; Bernardon, D.P.; Kopp, L.M.; Ferreira, A.A.B.; Heckler, M.V.T.; Thome, B.A.; Montani, P.D.B.; Fagundes, D.R.; , **An automated irrigation system for rice cropping with remote supervision. Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG)**, 2011 International Conference on , vol., no., pp.1-6, 11-13 May 2011 doi: 10.1109/PowerEng.2011.6036452, disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6036452&isnumber=6036414>