

CALIBRAÇÃO DE UM SENSOR CAPACITIVO PARA LEITURAS DE TENSÃO DA ÁGUA NO SOLO

R. F. Caitano¹, A. D. S. Oliveira², T. M. L. Cruz³, A. S. Teixeira⁴, F. M. L. Bezerra⁴

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi calibrar um sensor do tipo capacitivo para medir tensão em tempo real e sem risco ao ambiente. O estudo foi realizado no Laboratório de água e solo do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, com uma amostra de 17,0 dm³ obtida de forma indeformada do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, onde após o processo de saturação por capilaridade a mesma foi posta em uma base acoplada a uma célula de carga e foram instalados, a profundidade de 15,0 cm um tensiômetro de mercúrio e um sensor capacitivo. As leituras simultâneas de peso, tensão e frequência possibilitaram a realização das análises pretendidas. A calibração da tensão em função da frequência comportou-se de forma exponencial resultando na seguinte equação: $T = 5,6961e^{0,0014f}$, com um coeficiente de correlação maior que 95,5%. A calibração ajustou-se de forma satisfatória do ponto de saturação a que o solo atingisse, aproximadamente, 10,0% de umidade.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura de precisão, monitoramento, instrumentação.

CALIBRATION OF A CAPACITIVE SENSOR OF READINGS OF WATER STRESS IN SOIL

ABSTRACT: The objective This work was to calibrate a sensor type capacitive to measure stress in real time and without risk to the environment. The study was conducted in laboratory water and soil of the Department of Agricultural Engineering, Federal University of Ceará, with a sample of 17.0 dm³ obtained by deformability of the Irrigated Perimeter Low Acaraú, where after the process of saturation by capillary it was put into a base coupled to a load cell and were installed, to a depth of 15.0 cm of mercury tensiometer and a capacitive sensor. The simultaneous readings of weight, stress and frequency have allowed the analysis required. The calibration of the voltage as a function of frequency has

behaved in a manner resulting in the following exponential equation: $T = 5,6961e^{0,0014f}$, with a correlation coefficient greater than 95.5%. The calibration set was satisfactory from the point of saturation to reach the point, approximately 10.0% moisture.

KEYWORDS: of precision agriculture, monitoring, instrumentation.

¹Aluna de Graduação em Agronomia, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE. Fone: (85) 99923953. Email: rafaela_caitano@yahoo.com.br

²Doutorando em Irrigação e Drenagem, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE.

³Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFC, Fortaleza-CE.

⁴Profº Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a comunidade científica mundial tem intensificado os estudos dos impactos ambientais provocados pelos seres humanos. Dentre os assuntos pesquisados a poluição e seus malefícios ocupam posição especial não só por danos a saúde, mas também pelos impactos provocados ao ar e as águas. O fato de menos de 1% da água ser potável e estar disponível na superfície da Terra, torna este um bem de conflito. A irrigação é uma prática agrícola que visa aumentar a produtividade das culturas, ao fornecer água na quantidade certa, no momento certo e com boa qualidade de aplicação.

O conhecimento da distribuição da água aplicada e a intensidade de aplicação são fatores muito importantes no planejamento racional de um sistema de irrigação (OLITTA, 1987). O monitoramento da umidade do solo é um dos fatores mais importantes para manejo correto da irrigação, contribuindo de forma direta para a determinação de quando e quanto irrigar. A determinação da umidade do solo é essencial para estudos de movimento e disponibilidade de água no solo, erosão, manejo da irrigação e muitos outros processos (BERNARDO, 1989). A umidade do solo é extremamente variável com o tempo, aumentando com a chuva ou com a irrigação e diminuindo com a drenagem ou com a evapotranspiração (REICHARDT, 1987). São diversos os métodos utilizados na determinação da umidade do solo, no entanto, nenhum deve ser considerado como o melhor; a escolha do método dependerá dos objetivos desejados pelo pesquisador e/ou produtor, da instrumentação disponível, do nível de precisão desejada, e outros fatores que possam limitar a sua escolha (COELHO, 2003). Klar (1988) afirma que todos os métodos

utilizados na determinação da umidade do solo apresentam limitações, ou quanto à precisão, ou por serem dispendiosos, ou excessivamente morosos.

Dentre os métodos possíveis um dos que merece destaque é a tensiometria pelo seu uso em grande escala e haja vista o grande número de trabalhos publicados de espécies cultivadas e suas respectivas faixas tensões ótimas, porém uma das grandes desvantagens deste sistema é o retardamento na leitura da umidade atual, que segundo Villagra et al. (1988), pode chegar até a 8,0 h em tensões próximas de -47,5 kPa e no caso de tensiômetros de mercúrio há o risco de contaminação do ambiente por manuseio inadequado. Pelo exposto acima o presente trabalho teve como objetivo calibrar um sensor do tipo capacitivo para medir tensão em tempo real e sem risco ao ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de água e solo do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará nos meses de novembro e dezembro de 2008. Foram colocados em uma amostra, de solo, um tensiômetro de mercúrio e um sensor capacitivo, descrito por Oliveira (2008), ambos a uma profundidade de 15,0 cm. A amostra possuía um volume de 17,0 dm³ e foi coletada de forma indeformada, no Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú, localizado no norte do Estado do Ceará (Latitude: 3°07'13" S, Longitude: 40°05'13" W), com clima Aw' (tropical chuvoso) segundo a classificação de Köppen. A amostra foi submetida à saturação por capilaridade, facilitando desta forma a expulsão do ar, durante 48 h. Após o processo de saturação a amostra foi colocada em uma balança formada por uma base acoplada a uma célula de carga com capacidade de 50 kg (Figura 1) e esta conectada a um computador, onde eram armazenados os dados de peso.



FIGURA 1. Amostra, sobre a base da balança, contendo um tensiômetro e um sensor para calibração.

A densidade global do solo foi determinada com o auxílio de cilindros de volume conhecido sendo as amostras, contidas nos mesmos, submetidas ao processo de secagem na estufa durante 48 h a uma temperatura constante de 110 °C. Com os dados de peso seco do solo e volume da amostra obteve-se o resultado para densidade global. A umidade, com base em massa, era determinada pela diferença de peso entre as leituras e com o uso da densidade global a mesma era convertida em umidade com base em volume. Na medida em que se tomava nota das leituras de umidade anotavam-se também os dados de tensão e frequência emitida pelo sensor capacitivo, possibilitando desta forma as análises comparativas entre ambos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra apresentou uma densidade global de $1,6 \text{ t m}^{-3}$. A figura 2 mostra o comportamento da frequência e tensão em função da umidade, as dispersões ocorridas tanto nas leituras de frequência como de tensão pode ser atribuídas a temperatura, concordando com Cruz (2007), estudando as propriedades do sensor capacitivo e Coelho (2003), trabalhando no desenvolvimento de tensiômetro eletrônico.

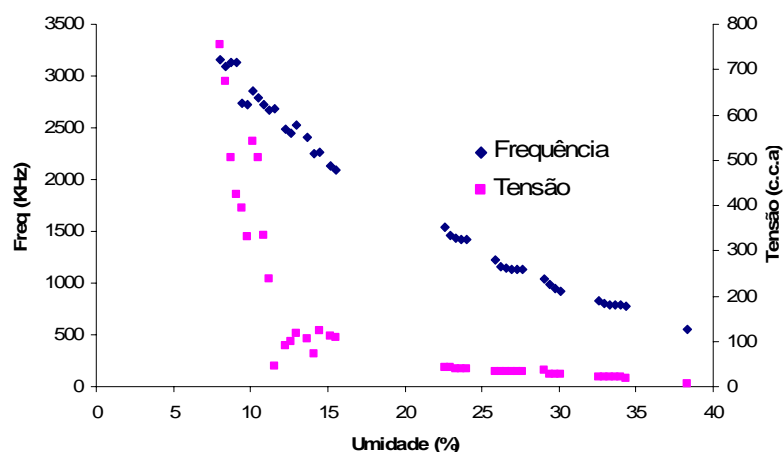


FIGURA 2. Comportamento da frequência (KHz) e do módulo da tensão (c.c.a) em função da umidade.

A curva de correlação entre frequência e tensão comportou-se de forma exponencial, como pode ser observada na figura 3, com um coeficiente acima de 95,5%.

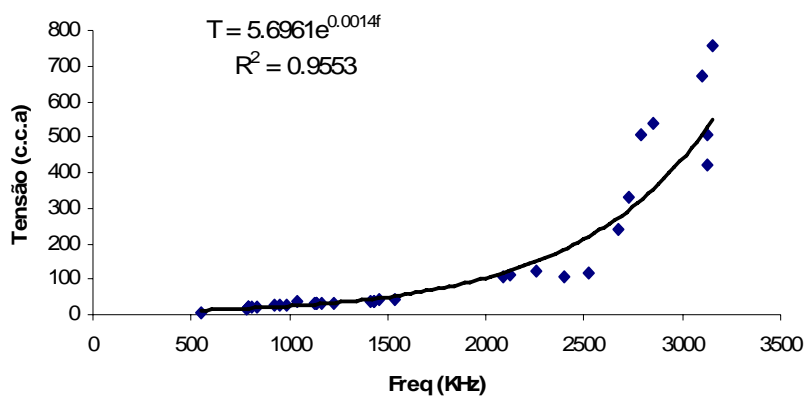


FIGURA 3. Curva de correlação para calibração da tensão (c.c.a) em função da frequência(KHz).

A figura 4 compara o comportamento das tensões estimadas, pela calibração, e medidas em função da umidade. Pode-se perceber que a curva de tensão estimada segue, praticamente, justaposta a medida em praticamente todo o espectro de umidade, havendo distorção apenas quando a umidade é menor que 10,0%.

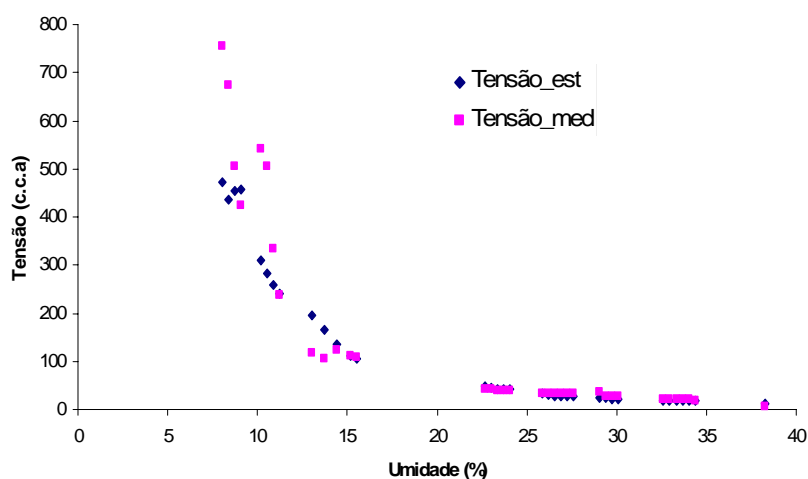


FIGURA 4. Tensão medida e estimada em função da umidade.

CONCLUSÕES: A calibração mostrou-se satisfatória, no espectro de umidade que vai desde a saturação até 10,0%, para o solo estudado, podendo o sensor ser utilizado como um medidor de tensão da água no solo.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, S. *Manual de Irrigação*. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1989.

COELHO, S. L. *Desenvolvimento de um tensiômetro eletrônico para monitoramento do potencial de água no solo*. 2003. 106 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará.

CRUZ, T. M. L. *Avaliação de um sensor capacitivo para o monitoramento da umidade do solo*. 2007. 69 p. Monografia (Curso de Agronomia) – Universidade Federal do Ceará.

OLITTA, A. F. L. *Os métodos de irrigação*. São Paulo: Nobel, 1987. 267p.

OLIVEIRA, A. D. S. *Avaliação do sensor de umidade TOPDEA no manejo da irrigação*. 2008. 65 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará.

REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo: Manole, 1987. 188 p.

VILLAGRA, M.M.; MATSUMOTO, O.M.; BACCHI, O.O.S.; MORAES, S.O.; LIBARDI, P.L.;

REICHARDT, K. *Tensiometria e variabilidade espacial em terra roxa estruturada*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 12, p.205-10, 1988.