

FERRAMENTA PORTÁTIL PARA MONITORAMENTO DA UMIDADE DO SOLO COM SENSOR CAPACITIVO

DAVID DE HOLANDA CAMPELO¹, AMNON AMOGLIA RODRIGUES², CLEMILSON COSTA DOS SANTOS³, FRANCISCO JOSÉ FIRMINO CANAFISTULA⁴, ADUNIAS DOS SANTOS TEIXEIRA⁵

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, UFC/Fortaleza-CE, davidcampello@gmail.com

² Mestrando em Engenharia Agrícola, UFC/Fortaleza-CE, amnonrodrigues@gmail.com

³ Prof. Adjunto do Instituto UFC Virtual, UFC, Fortaleza, CE, clemilsonccs@gmail.com

⁴ Doutor em Engenharia Agrícola, UFC/Fortaleza-CE, firmino@ufc.br

⁵ Prof. Adjunto, Ph.D., Departamento de Engenharia Agrícola, UFC/Fortaleza-CE, adunias@ufc.br

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: Nesse trabalho foi desenvolvido um sensor de baixo custo e fácil utilização para o monitoramento da umidade do solo em jardins, pequenas hortas e casas de vegetação. Um dispositivo compacto dotado de dois elétrodos, um microcontrolador de oito bits e um transceptor Bluetooth constituem o sensor capacitivo de umidade do solo. A leitura é discretizada em cinco intervalos e o valor apresentado em uma interface simples constituída com cinco LED's. O sistema é alimentado por uma bateria de nove Voltes recarregável e pode ser configurado através de uma interface Bluetooth onde os níveis máximo e mínimo de umidade podem ser fixados. Desta forma, o sensor pode atender a diferentes tipos de plantas e solos, considerando a hidrodinâmica específica do local de instalação. O monitoramento do nível de umidade pode ser feito diretamente através da coluna de LEDs ou através de um Aplicativo (*App*) instalado em um dispositivo móvel do tipo *SmartPhone* ou *Tablet* com sistema operacional *Android*. Utilizando o *App* o usuário pode administrar as características de vários sensores instalados e armazenar os respectivos valores medidos para posterior regulagem dos níveis de rega, mantendo com precisão os níveis ideais de umidade.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, instrumentação, capacitância.

PORTABLE TOOLS FOR SOIL MOISTURE MONITORING USING CAPACITIVE SENSOR

ABSTRACT: In this work was developed a Sensor Low Cost and Easy to use for monitoring soil moisture on gardens, vegetable gardens and vegetation houses. A compact device equipped with two electrodes, a microcontroller Eight bits and a transceiver Bluetooth constitutes a sensor Soil moisture. The mensure is discretized in five Intervals and this value displayed in a simple interface consisting of five LEDs. The system and powered by a battery of nine rechargeable Volts and can be configured through the interface Bluetooth Where the levels Maximum and Minimum humidity set may be. Thus, the can sensor suit different types of plants and soils. Monitoring moisture level of the can be done directly through the column of LEDs or through the a Application (*App*) installed in Mobile Device smartphone or tablet with Android OS. With the *App* interface the user can manage multiple sensors installed and store their values measured for continued regulation of irrigation levels, keeping accurate Ideal humidity levels.

KEYWORDS: irrigation, instrumentation, capacitance.

INTRODUÇÃO: A água é um recurso essencial para a produção vegetal. Tendo em vista a necessidade de um uso racional desse recurso, é de grande importância determinar quando e quanto se deve irrigar dentro de um manejo racional da irrigação. Uma estratégia para otimizar o uso da água é o

monitoramento da umidade do solo, de tal forma, que o teor de água no solo permaneça entre os limites superiores e inferiores desejáveis para uma adequada disponibilidade à planta. Em pequenas propriedades isso é feito de forma empírica podendo ocorrer uso excessivo de água para cultura alvo. Visando essa demanda foi desenvolvido um circuito eletrônico, de baixo custo, que utiliza o princípio da capacitância para quantificar o teor de água no solo. O funcionamento do sensor capacitivo é baseado na capacitância elétrica. O seu comportamento é eletrostático, similar ao de um capacitor de placas planas. No espaço entre placas é formado um campo elétrico sujeito a variações provocadas pela presença de materiais externos. A grande diferença nos valores de constante dielétrica entre a água e as partículas do solo torna possível um acompanhamento contínuo do teor de água no solo através do sensor capacitivo. Isto é, ele pode monitorar a umidade do solo com base na variação do dielétrico, já que a mudança deste vai resultar na variação do campo elétrico gerado entre os eletrodos do sensor (SANTOS, 2013). A quantidade de água no solo é então monitorada com base na variação do dielétrico. O circuito eletrônico que constitui o sensor gera uma onda quadrada com frequência proporcional à variação da constante dielétrica do solo (CRUZ *et al.*, 2010). A determinação nesse método, contudo, é feita de forma indireta. Dessa forma, para obter medidas mais confiáveis, torna-se necessário a realização de calibração individual do sensor em cada tipo de solo, em virtude das diferenças físicas que cada solo apresenta. Essa calibração pode ser feita em laboratório reproduzindo as condições de campo (SANTOS *et al.*, 2006), porém, necessita de amostragens de solo, equipamentos específicos e demanda tempo. A ideia do presente projeto é que o produtor possa calibrar o sensor indicando o momento de iniciar e finalizar a irrigação de forma mais simples e direta no campo. O estado atual de água no solo é sinalizado de forma luminosa por meio de LEDs (Diodo emissor de luz), de acordo com uma escala pré-definida. O produto tem como vantagens o baixo custo, a facilidade operacional, a possibilidade de uso em diversos tipos de solo e/ou substrato e em diferentes culturas com a calibração feita pelo próprio produtor.

MATERIAL E MÉTODOS:

O projeto foi desenvolvido e testado no Laboratório de Eletrônica e Mecânica Agrícola DENA/UFC. Para o desenvolvimento do protótipo do sistema foi seguido uma série de procedimentos descritos na Figura 1. Inicialmente foi criado o algoritmo de funcionamento do hardware em linguagem C, em seguida, foi modelado o projeto de hardware e criado o aplicativo *Android* para o monitoramento via Bluetooth, com a finalidade de programar os *setpoints* da ferramenta. Após a montagem do protótipo em matriz de contatos e a criação do software, o sistema foi testado para avaliar a desempenho de funcionamento.

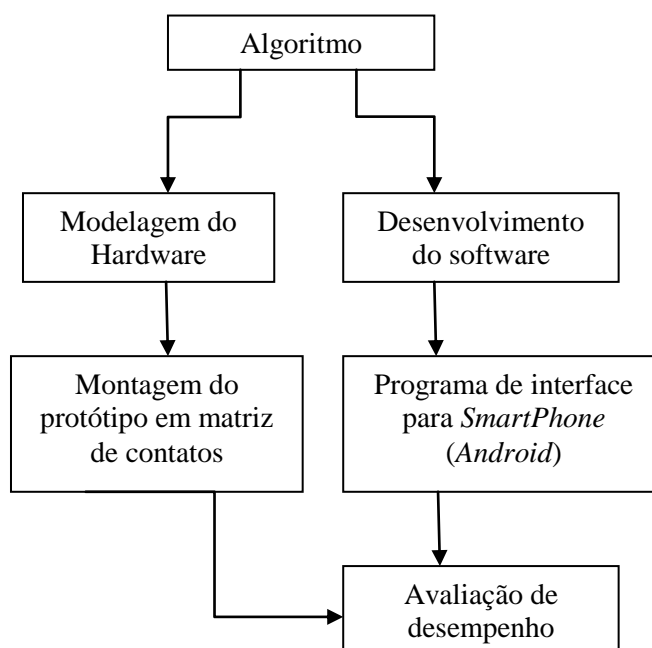


FIGURA 1. Quadro de procedimentos.

Para estabelecer os níveis de umidade foi utilizado um osciloscópio para estipular arbitrariamente cinco níveis de frequência de acordo com a **Tabela 1**, simulando os níveis de umidade do solo. Foi realizado o teste de imersão em água para avaliar o funcionamento do sistema.

TABELA 1 . Níveis de frequência

Nível de umidade	LED	Frequência (kHz)
Baixo	Vermelho 2	≥ 1700
Baixo - Médio	Vermelho 1	$1400 < 1700$
Médio	Amarelo 2	$1100 < 1400$
Alto - Médio	Amarelo 1	$800 < 1100$
Alto	Verde	< 800

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O sistema desenvolvido apresentou resposta satisfatória na simulação dos níveis de umidade. A construção do protótipo foi capaz de sinalizar os níveis críticos de umidade de forma rápida em um experimento de bancada em laboratório. Este teste constitui em dispor o sensor de umidade em um Becker de 1000 ml com água e testar com as frequências pré-definidas o funcionamento do sistema. O vídeo do teste do protótipo pode ser visualizado pelo link: https://www.youtube.com/watch?v=9Mn82ZJHAs&list=UUSw5CQ-AD0j2B9CcXYV_WBw. A calibração do sistema é feita gravando no software as leituras de umidade máxima e mínima que são reconhecidos pelo programa como sendo os limiares superior e inferior, e então, é formado um range, com três níveis intermediários equidistantes sinalizados por LEDs. O sistema é alimentado por uma bateria de 9 V e o microcontrolador utilizado no projeto é um PIC16F877A.

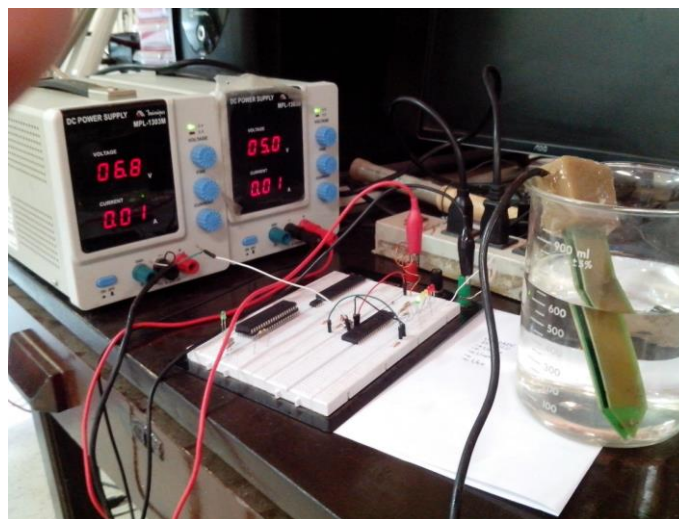


FIGURA 2. Teste com o protótipo.

CONCLUSÕES: Com a execução deste trabalho foi alcançado o desenvolvimento de um protótipo para uma ferramenta prática e acessível ao produtor agrícola, que deseja obter um produto simples operacionalmente e de baixo custo, com a finalidade de garantir maior eficiência no uso de água.

REFERÊNCIAS

CRUZ, T. M.; TEIXEIRA, A. S.; CANAFÍSTULA, F. J. F.; SANTOS, C. S.; OLIVEIRA, A. D. S.; DAHER, S. Avaliação de sensor capacitivo para o monitoramento do teor de água do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 1, p. 33-45, 2010.

SANTOS, R.M.; OLIVEIRA, A.S.; BRANDÃO, F.J.C.; PEREIRA, F.A.C. Calibração em laboratório de sensores FDR (Frequency Domain Reflectometry) para medição da umidade do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. Anais... Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006. 1 CD-ROM.

SANTOS, Clemilson Costa dos. **Plataforma de controle sem fio para irrigação de precisão**. 2013. 178 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2013.