

# **INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR AGRÍCOLA PARAIBANO POR MEIO DA INSERÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO - SENSORES DE UMIDADE**

Autores

MACEDO<sup>1</sup>, Euler Cássio Tavares de  
FLORIANO<sup>2</sup>, Jordan da silva

Centro de Energia Alternativa e Renováveis/Departamento de Engenharia  
Elétrica/PROBEX

## **RESUMO**

Nos dias atuais é crescente a busca por tecnologias que permitam a troca de informações de forma precisa e em tempo hábil, para que as ações possam ser tomadas mais rápidas, assim, diminuindo os custos e aumentando a qualidade dos produtos. Por meio da tecnologia de sensoriamento remoto é possível se obter informações sobre o nível de água existente no solo possibilitando o uso consciente da água e da eletricidade. Durante este projeto, através de pesquisas e testes em laboratórios, desenvolveu-se um protótipo de um sensor de umidade de solo baseado no método capacitivo. Visando tornar esse tipo de tecnologia mais acessível aos agricultores paraibanos, preocupou-se em desenvolver uma solução tecnológica eficiente e de baixo custo.

## **PALAVRAS CHAVES**

Sensoriamento remoto, Agricultura de precisão, Umidade do solo.

## **1.INTRODUÇÃO**

Durante o período inicial do projeto de extensão foram realizadas pesquisas sobre o cenário tecnológico da agricultura na Paraíba, como também em outros Estados do Brasil, em relação à irrigação e monitoramento de umidade no solo, observando-se principalmente a eficiência e o custo das tecnologias atualmente utilizadas.

Os resultados das pesquisas apontaram que os equipamentos e as técnicas disponíveis atualmente para o monitoramento da umidade do solo possuem um custo

---

<sup>1</sup> UFPB-João Pessoa, Professor Orientador, euler.macedo@cear.ufpb.br

<sup>2</sup> UFPB-João Pessoa, Discente Bolsista, jordan.floriano@cear.ufpb.br

alto, dificultando assim, sua utilização no plantio. Com isso verificou-se a necessidade de desenvolver uma solução tecnológica na área da agricultura irrigada que fosse acessível para agricultores das mais diversas classes.

Este estudo tem como objetivo geral a tentativa de diminuir a distância universidade-agroindústria, trazendo problemas tecnológicos da indústria para os laboratórios do Departamento de Engenharia Elétrica da UFPB e estimular a troca de informação entre a agroindústria e a universidade. E como objetivo principal a inserção de estudantes extensionistas, graduandos do curso de Engenharia Elétrica, em uma das principais agroindustriais paraibanas a fim de realizar o estudo, projeto e implementação de um sistema de monitoramento da umidade do solo das áreas de plantio de cana-de-açúcar.

Após as pesquisas de campo e a revisão de literatura, que mostraram a necessidade e a importância deste projeto, realizou-se a etapa de desenvolvimento de um sensor de umidade de solo. Nesta etapa foram realizadas simulações com ajuda do computador e testes em laboratório, os quais serão expostos na próxima seção.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

Atualmente existem vários métodos de medição do teor de umidade do solo e a escolha de um deles depende dos requisitos específicos para cada aplicação, dentre os principais requisitos avaliados estão a precisão e custo dos sensores a serem utilizados. Nesta seção serão apresentados alguns dos principais métodos de medição de umidade do solo, verificados a partir de uma densa revisão bibliográfica realizada, objetivando a escolha da metodologia a ser empregada neste projeto.

### **2.2 Método capacitivo**

O método capacitivo é um dos mais utilizados em pesquisas relacionadas a controle de irrigação devido a sua precisão e seu custo relativamente baixo. Os sensores que utilizam esse método têm seu princípio de funcionamento baseado na capacitância elétrica que se altera de valor com a variação da permissividade de um material poroso contido entre as placas do de um capacitor. Além dos capacitores de placas paralelas, conforme apresentado anteriormente, existem os capacitores coplanares (intertravados).

Apesar de o capacitor coplanar possuir uma geometria diferente ele obedece aos mesmos princípios de um capacitor de placas paralelas, em relação a medida de

umidade do solo (levando em consideração a desnecessidade de um material poroso).

Os capacitores coplanares são geralmente confeccionados em placas de circuito impresso e sua capacitância depende diretamente da área de material condutor e da distância entre estes.

### **2.3 Método por pulso de calor**

Os sensores baseados no método do pulso de calor estão se tornando mais populares a cada dia devido a sua capacidade de medir simultaneamente e com precisão o teor de água, a condutividade elétrica e as propriedades térmicas do solo. De acordo com Campbell et al (1991) o desenvolvimento da teoria de pulso de calor levou ao desenvolvimento de pequenos sensores como a sonda de duas agulhas DPHP (*Dual-Probe Heat-Pulse*) a qual permite fazer medições de algumas propriedades térmicas do solo como: capacidade volumétrica de calor, condutibilidade e difusibilidade térmica.

### **2.4 Escolha do melhor método**

Após um debate entre os membros do projeto decidiu-se que o método utilizado na pesquisa seria o capacitivo. Ele foi escolhido principalmente pela sua facilidade de operação e sua vasta bibliografia, se comparado com o método do pulso de calor. Em relação ao outro ponto observado, o custo, o método capacitivo também se destaca, visto que o custo é limitado a poucos componentes e um pedaço de placa de fenolite, enquanto o sensor baseado na medição de pulsos de temperatura necessita de uma fonte de temperatura e um sensor de temperatura, o que o custo de fabricação superior ao do primeiro.

## **3 METODOLOGIA**

Inicialmente, define-se o sensor capacitivo como sendo o conjunto composto pelo capacitor coplanar e o circuito de interface. Nesta seção serão apresentados os procedimentos práticos que foram adotados para o desenvolvimento do sensor capacitivo.

### **3.1 Capacitor coplanar**

Para o desenvolvimento do capacitor coplanar foi utilizada a ferramenta computacional Ansoft Design®, a qual permite simular circuitos eletrônicos e de radiofrequência. Para se obter o resultado esperado as dimensões foram definidas de

acordo com o apresentado pelo autor Abu-Abed(2008). Na sequência, o capacitor foi confeccionado utilizando o método de termo transferência, o qual permitiu a criação do capacitor coplanar em placa de circuito impresso.

A medição da capacitância foi realizada com o auxílio de uma ponte RLC fabricada pela Agilent. Observou-se que como resultado das medições realizadas, o capacitor quando inserido em uma amostra de solo seco apresentou um valor de 138,71 pF e em solo molhado, apresentou um valor de 395,9 pF. Esses valores foram julgados como satisfatórios, porque confirmam que existe uma diferença considerável no valor da capacitância entre as duas situações extremas de umidade do solo, facilitando assim uma medição da umidade com um circuito que varie o sinal de saída de acordo com a capacitância.

### **3.2 Circuito de interface**

Após a construção do capacitor coplanar fez-se necessário o desenvolvimento de um circuito capaz de realizar uma interface entre o capacitor coplanar e o sistema de aquisição de dados, neste caso um microcontrolador, o qual é responsável pelo processamento dos dados. Este circuito foi desenvolvido baseado no circuito integrado (CI) LM555 sendo seu princípio de funcionamento, basicamente, alterar o sinal de saída de acordo com a variação do valor do capacitor.

## **4. RESULTADOS**

Para observar o comportamento do sensor capacitivo foram realizados testes nos quais utilizou-se um osciloscópio para visualizar o sinal de saída do circuito, e medir o tempo de resposta no qual o sinal permanecia em nível alto.

Nos primeiros testes observou-se que o sinal de saída apresentava um alto nível de ruídos, o que dificulta a leitura do sinal pelo microcontrolador. Após algumas alterações, sem sucesso, no circuito percebeu-se que aumentando o valor do capacitor paralelo ao capacitor coplanar, o problema seria solucionado. A Figura 1 ilustra os resultados obtidos nos testes após as devidas correções.



Figura 1 – Resultados das medições do sensor capacitivo (Imagem produzida pelo autor em 25 de agosto de 2013)

Analisando os dados, observou-se que os valores das duas situações avaliadas (solo seco = 73,52 ms / solo molhado 142,55 ms), possuíam uma diferença de aproximadamente 70 ms. Como as condições de testes foi extrema, solo muito seco e solo muito molhado, pode-se considerar que os valores da umidade do solo em um ambiente real iriam variar com segurança nessa faixa. Com isso concluiu-se que o circuito de interface proposto correspondeu as suas expectativas, baixando o custo do sensor capacitivo e apresentando uma resposta confiável.

## 5. CONCLUSÃO

Durante este projeto realizou-se o desenvolvimento de um sensor capacitivo, composto por um capacitor coplanar e um circuito de interface. Conjunto este que apresentou um resultado satisfatório nos testes realizados. E atendeu aos requisitos básicos da pesquisa, que consiste no desenvolvimento de uma solução tecnológica com alta relação custo-benefício.

Os resultados obtidos com este projeto foram considerados favoráveis para nossa pesquisa como um todo. Concluímos todas as etapas previstas até este momento, e com isso podemos passar para a fase de implantação dos sensores capacitivos nas usinas parceiras do projeto.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABU-ABED, A. S.; LINDQUIST, R. G.; Capacitive interdigital sensor with inhomogeneous nematic liquid crystal film. **Progress In Electromagnetics Research B**, Huntsville, v. 7, p. 75–87, 2008.
- CAMPBELL, G. S.; CALISSENDOR, K.; WILLIAMS, J. H.; Probe for measuring soil specific heat using a heat pulse method, **Soil Sci. Soc. Am.**, v. 55, p. 291-293, 1991.