

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR AGRÍCOLA PARAIBANO POR MEIO DA INSERÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO

ROLIM¹, Geórgia de Souza, FLORIANO¹, Jordan Silva, MACEDO², Euler Cássio Tavares

Universidade Federal da Paraíba

Discente bolsista

georgia.rolim@cear.ufpb.br / euler@cear.ufpb.br

RESUMO

A utilização de sensores para a medição de diversas variáveis, como a umidade do solo, tem se tornado cada vez mais comum devido à sua facilidade de utilização e à precisão dos dados coletados. Os sensores podem medir a umidade a partir da variação de alguns parâmetros específicos que variam em cada solo, como a condutividade elétrica, a salinidade e a umidade. Neste projeto visamos à escolha de um melhor método para a coleta de dados sobre a umidade de um determinado solo para uma futura implementação de uma rede de sensoriamento remoto com a finalidade de monitorar a umidade do solo de uma área. Para tanto, foram realizadas pesquisas a cerca das especificações dos tipos de sensores disponíveis e feitas comparações de acordo com as necessidades específicas. Através destas, chegamos à conclusão de que o uso de sensores capacitivos seria o mais apropriado para o desenvolvimento deste projeto devido à sua facilidade de manejo e precisão na coleta de dados.

PALAVRAS-CHAVE

Sensores, Umidade, Coplanares.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da dinâmica da água no solo é importante para o seu uso e manejo racional e o consequente desenvolvimento pleno das plantas. O teor de água no solo deve estar entre os limites superiores e inferiores desejáveis para o desenvolvimento ótimo da planta. Isto requer o controle mais apurado de parâmetros, tais como: evaporação, irrigação, drenagem e umidade do solo. O objetivo de monitorar a umidade do solo é, principalmente, entender a forma na qual a água é retirada em diferentes partes do solo, de modo que as irrigações nas lavouras possam ser melhor programadas.

O objetivo inicial deste projeto é escolher o melhor método para desenvolver uma rede de sensoriamento que possibilite o monitoramento do teor de água no solo em uma área determinada, por meio do uso de tecnologia capacitiva, propiciando um controle mais exato da quantidade de água necessária para um bom desenvolvimento da lavoura.

¹ Discente Bolsista do PROBEX na Universidade Federal da Paraíba.

² Professor Orientador do PROBEX da Universidade Federal da Paraíba CEAR/DEE.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 ANÁLISE DOS PRINCIPAIS MÉTODOS PARA MONITORAMENTO DA UMIDADE DO SOLO

Pode-se realizar a medição de umidade do solo por meio de métodos diretos e indiretos. O método gravimétrico é considerado o método direto padrão, que consiste em amostrar o solo e por meio de pesagens determinar a sua umidade gravimétrica, relacionando a massa de água com a massa de sólidos na amostra (umidade volumétrica). Sua desvantagem principal é precisar de pelo menos 24h para a obtenção de resultados, porém, ainda é o método principal para a calibração dos métodos indiretos.

Os métodos indiretos são aqueles que estimam o teor de água no solo a partir de outras propriedades dele. A desvantagem destes métodos é que requerem calibrações locais para aumentar sua precisão nas medidas, mas nos estudos de monitoramento da água do solo são ideais, devido à praticidade, rapidez e repetibilidade nas medidas feitas em um determinado ponto do perfil do solo (SILVA, 2008).

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 e afetam cada sensor de forma particular, de acordo com a sua sensibilidade aos fatores ambientais.

Dentre os métodos indiretos, os baseados na determinação constante dielétrica do solo (K), são os mais utilizados, dentre eles pode-se citar o de reflectometria no domínio do tempo (TDR) e reflectometria no domínio da frequência (FDR) ou técnica por capacitância. Estes métodos têm sido utilizados na pesquisa, em função da sua precisão, facilidade de acoplamento a um sistema de coleta de dados, rapidez e segurança ao operador. Apesar de todos os métodos se basearem na medida de K , cada método apresenta características específicas que resultam em algumas vantagens e desvantagens ao usuário final.

A técnica de reflectometria no domínio do tempo baseia-se na propagação de ondas eletromagnéticas através de hastes condutoras envoltas pelo solo. Este fenômeno se deve a diferença entre as constantes dielétricas (K), da água, do ar e do solo. Na matriz do solo estas constantes variam entre 1 e 81. O ar possui o valor mínimo igual a 1, as partículas sólidas variam entre 3 e 5, e a água, o valor máximo é de 81 (Noborio, 2001). A constante K medida no sistema ar-solo-água é denominada de constante dielétrica aparente (K_a), assim, conhecendo-a pode-se determinar a umidade volumétrica do solo por meio de curvas de calibração obtidas a partir de dados de campo ou de laboratório (Souza & Matsura, 2003).

Os sensores resistivos são aqueles que em circuitos comportam-se como resistores, mas devido a certas propriedades físicas ou químicas, variam o valor de sua resistência de acordo com certas características. Em se tratando de umidade, de modo similar ao que ocorre nos capacitivos, eles têm sua resistência alterada de forma proporcional à alteração do teor de água no substrato. Eles precisam de um circuito externo que faça circular uma corrente pelo sensor de modo que a resistência possa ser mensurada.

Sensores capacitivos trabalham com base na relação entre a variação da capacitância elétrica do sensor e da quantidade de água presente na amostra utilizada. A medida que o solo se torna mais úmido ou mais seco, a capacitância do sensor sofrerá uma alteração proporcional à essa alteração de umidade do meio. Para tanto, eles devem

ser alocados com uma boa localização: evitar proximidade com bolsões de ar, pedras ou quaisquer outros sólidos do ambiente e dar importância à distância com objetos de metal ao redor para evitar interferências na mensuração; posto que os sensores têm um campo de atuação limitado.

Este último foi o escolhido para ser empregado nesta pesquisa em função da sua precisão, facilidade de acoplamento a um sistema de coleta de dados, rapidez e segurança ao operador.

2.2 SENSORES CAPACITIVOS

Os sensores capacitivos podem ser desenvolvidos com capacitores de placas paralelas ou coplanares. O conceito básico de detecção capacitivo situa-se na teoria de capacitância de configuração de placas paralelas, a qual consiste em um meio dielétrico intercalado entre dois eletrodos paralelos. A mudança do meio dielétrico, a distância entre as placas e da área de sobreposição dos eletrodos ocasionarão mudanças na capacitância de acordo com a equação seguinte.

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d} \quad (01)$$

Sendo $\epsilon_0 \epsilon_r$ a permissividade elétrica relativa, “A” a área de contato com o meio e “d” a distância entre os capacitores.

Além da configuração estrutural, as principais diferenças entre os capacitores de placas paralelas e os capacitores coplanares são a distribuição de fluxo elétrico e a equação de capacitância relacionada. Devido à curvatura do fluxo elétrico na estrutura coplanar, a equação de capacitância para esta estrutura é aproximada pela técnica de mapeamento e é dada pela seguinte equação:

$$C = \frac{2\epsilon_r \epsilon_0 l}{\pi} \ln \left[\left(1 + \frac{w}{a} \right) + \sqrt{\left(1 + \frac{w}{a} \right)^2 - 1} \right] \quad (02)$$

Sendo $\epsilon_0 \epsilon_r$ a permissividade elétrica relativa, “l” a espessura do dielétrico, “w” o comprimento do eletrodo e “a” a distância entre os eletrodos. Esta equação é válida apenas quando a relação $w/a \gg 1$.

Como foi dito acima, é importante que os sensores estejam bem alocados, posto que seu campo de atuação é limitado, é de suma importância que o solo que esteja em contato com os sensores seja uma amostra que represente bem o substrato como um todo. O sensor de placas paralelas apresentará seus resultados a partir do solo que está entre os seus eletrodos e o de placas coplanares, a partir daquele que estiver em sua vizinhança, limitando-se a um pequeno raio de atuação.

3. METODOLOGIA

As especificações mais importantes para manter em mente ao selecionar um sensor de umidade são: precisão, repetibilidade nas medidas, permutabilidade, estabilidade a longo prazo, capacidade de recuperação de condensação, resistência a contaminantes químicos e físicos, tamanho, acondicionamento, relação custo-eficácia.

Outros fatores significativos a longo prazo são os custos associados com a substituição do sensor de campo e calibrações internas, bem como a complexidade e confiabilidade do sinal condicionado e de aquisição de dados. Por todas estas considerações, foi necessária uma compreensão dos tipos mais utilizados de sensores de umidade e a tendência geral de seu desempenho esperado antes de se efetuar uma escolha.

Para a escolha dos sensores que serão utilizados neste projeto, utilizamos artigos já publicados e fizemos uma análise comparativa das especificações de cada um dos sensores possíveis de serem utilizados para escolhermos o mais adequado à nossa aplicação. Neste caso, o capacitivo pareceu ser o mais apropriado.

4. RESULTADOS

Para atender às nossas necessidades, a utilização do sensor capacitivo mostrou-se mais viável para este projeto, devido ao seu custo de produção, acurácia de seus dados e maior facilidade de produção.

Como base para o nosso sensor, utilizaremos capacitores de placas coplanares, em vez de o padrão de construção de placas paralelas. Dessa forma, não há a preocupação de se preencher a lacuna entre as placas do capacitor paralelo com o solo específico, posto que as linhas de campo elétrico se estendem para fora a partir das placas para o dielétrico em ambos os lados.

5. CONCLUSÃO

O objetivo inicial do projeto foi finalizado. Tendo conhecimento de que o sensor capacitivo é a melhor opção para o desenvolvimento deste projeto, agora passamos para a fase da fabricação e da calibração do mesmo, para que este possa apresentar resultados precisos de acordo com o tipo de solo no qual estará imerso.

6. REFERÊNCIAS

[1] SENSORES CAPACITIVOS. Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de Lorena – EEL. Disponível em: <http://www.demar.eel.usp.br/eletronica/2010/Sensores_capacitivos.pdf>. Acesso em: 2 maio 2013.

[2] AVALIAÇÃO DE SENSOR CAPACITIVO PARA O MONITORAMENTO DO TEOR DE ÁGUA DO SOLO. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162010000100004>. Acesso em: 6 maio 2013.

[3] PRINCIPAIS MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO. Disponível em: <<http://giovanijr.wordpress.com/agricultura-irrigada/principais-metodos-de-determinacao-da-umidade-do-solo/>>. Acesso em: 7 maio 2013.

[4] ANÁLISE COMPARATIVA DE SENSORES DE VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO EM FUNÇÃO DA SUPERFÍCIE. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/molin/analisecomp.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2013.

[5] UTILIZAÇÃO DE SENSORES CAPACITIVOS PARA MEDIR UMIDADE DO SOLO. Disponível em: <<http://chasqueweb.ufrgs.br/~valner.brusamarello/eleinst/trab3.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2013.

[6] EVALUATION OF SOIL MOISTURE SENSOR. Disponível em: <http://www.maesc.org/maesc01/Presentations/C4_2_ppt.pdf>. Acesso em: 7 maio 2013.

[7] CAPACITIVE SENSING: PARALLEL PLATE ELECTRODES AND COPLANAR ELECTRODES CONFIGURATION. Disponível em: <http://urrg.eng.usm.my/index.php?option=com_content&view=article&id=259:capacitive-sensing-parallel-plate-electrodes-and-coplanar-electrodes-configuration-&catid=31:articles&Itemid=70>. Acesso em: 14 maio 2013.