

SENSOR DE BAIXO CUSTO PARA MEDIDAS DE VOLUME DE ÁGUA E CONDUTIBILIDADE ELÉTRICA EM SOLOS NA AGRICULTURA

Paulo Rogério DE AQUINO ARLINO¹, Luis Eduardo DA ROSA²

RESUMO

Através da análise de medidas realizadas sob condições controladas em laboratório, foi feita uma avaliação preliminar de um protótipo de sensor de baixo custo para se conhecer a condutibilidade elétrica e a umidade de solos. O protótipo foi desenvolvido pela equipe do laboratório de eletrônica da Divisão de Ciências Meteorológicas do INPE objetivando o desenvolvimento de tecnologia nacional, diminuindo custos e facilitando o acesso e a disseminação deste tipo de instrumento.

INTRODUÇÃO

Medidas de condutibilidade elétrica assim como de volume de água em diferentes tipos de solo são de grande importância em áreas como agricultura e engenharia. Fabricantes de instrumentos têm se preocupado com esse desenvolvimento e já existe uma grande variedade de equipamentos comerciais com esta finalidade.

O advento das estações meteorológicas automáticas e de coletores automáticos de dados têm contribuído para este desenvolvimento, objetivando a construção de sensores que possuam algum tipo de sinal elétrico como saída.

Atualmente, medidas *in situ*, do volume de água no perfil do solos são realizadas mais comumente com o uso de sondas de neutrons ou TDR's (Time Domain Reflectometry).

O sensor proposto, mede indiretamente o volume de água e a condutibilidade elétrica de solos através da medida direta de sua permissividade elétrica (ϵ), que varia em função do tipo de solo e da quantidade de água presente no mesmo. Portanto é um sensor que deve, necessariamente, ser calibrado para cada tipo de solo.

Von Hippel (1954) tabulou uma ampla lista de materiais quanto a sua permissividade elétrica, onde encontramos valores de 30,09 pF/m para solos arenosos secos e de 716,85 pF/m para a água destilada. Esta diferença significativa entre os valores de permissividade de solos e água nos oferece a possibilidade de uma grande excursão de sinais para medidas do teor de água no perfil dos solos.

Zegelin et al. (1989) testaram inúmeras construções de sondas para medidores do tipo TDR. Baseado em seus resultados pode-se concluir que o modelo de três hastes apresenta a melhor relação entre facilidade de construção e precisão de medidas. Por se tratar de uma construção do tipo coaxial, reduz-se muito as interferências eletromagnéticas a que está sujeito esse tipo de medida, além de permitir a realização de medidas de infiltração quando usada na posição horizontal.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi construída uma sonda de 0.15m de comprimento formada por três hastes alinhadas, sendo as duas hastes externas interligadas entre si e a blindagem do sensor, constituindo o *polo negativo* da sonda e a haste central sendo o *polo positivo*. Associado a essa sonda, foi projetado e construído um circuito sensível à capacitância da sonda, definida por [Kraus, 1986]

$$C = \frac{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot l}{\ln(b/a)}$$

Onde: C = Capacitância da sonda,
 ϵ = Permissividade do meio (Solo + água) e
"l", "b" e "a" = Dimensões físicas da sonda.

¹ Engenheiro eletrônico. Divisão de Ciências Meteorológicas - DCM/INPE, Av. dos astronautas, 1758 - 12227-010. São José dos Campos - SP. E-mail: paulo@met.inpe.br.

² Técnico Eletrônico. Divisão de Ciências Meteorológicas - DCM/INPE

Este circuito foi acoplado à base da sonda, eliminando problemas de casamento de impedâncias e interferências eletromagnéticas.

O circuito proposto fornece como saída, um sinal de tensão contínua (Vdc), cujo valor é inversamente proporcional a quantidade de água presente no solo. Nesta primeira etapa de testes, este sinal é lido diretamente por um coletor de dados do tipo CR10 da Campbell Scientific, Inc.

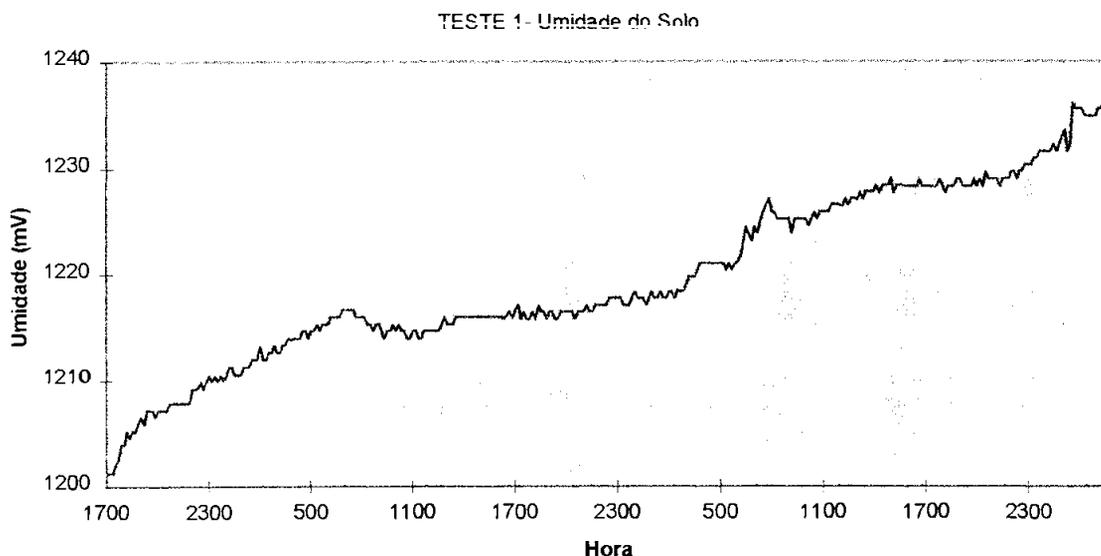
Não foi feito nenhum tipo de calibração do sensor quanto a tipos diferentes de solo ou volumes diferentes de água em sua composição, sendo o objetivo principal deste trabalho, avaliar a viabilidade da construção e uso desse tipo de sensor para as medidas propostas.

Foram realizados dois testes com o objetivo de avaliar o desempenho do sensor, analisando a perda natural de água por evaporação de duas amostras de solo. No primeiro caso, foram feitas medidas de volume de água em uma amostra de solo úmido durante três dias consecutivos, medindo a sua variação de umidade do solo. No segundo caso, uma amostra de solo úmido ficou exposta à perda de água durante três dias consecutivos, mas desta vez submetida a uma perda de umidade mais acentuada, provocada pela incidência direta de radiação e vento, gerados de forma artificial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico 1 apresenta o resultado da variação de umidade da primeira amostra de solo, submetida a perda natural por evaporação, dentro de um ambiente fechado. Os valores de volume de água são apresentados em milivolts (mV) devido a não calibração do sensor.

Gráfico 1. Perda de umidade do solo no primeiro teste.



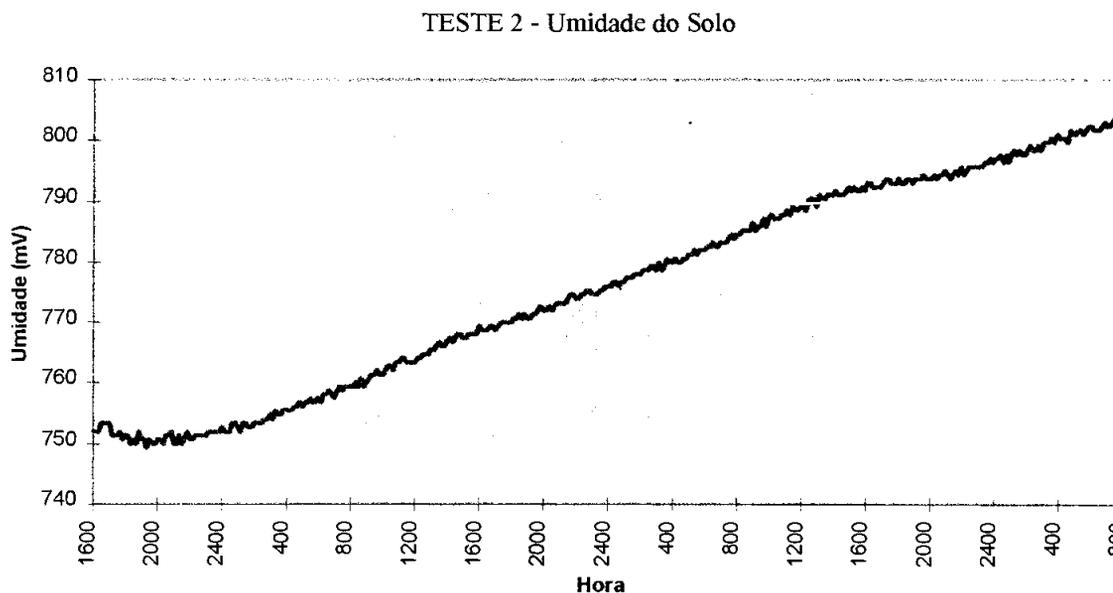
Não foi medido em nenhum momento o volume real de água da amostra. Neste ensaio verificou-se que a taxa média de variação foi de 0.454mV/hora.

O gráfico 2 mostra o resultado da variação de umidade para a segunda amostra de solo, que foi submetida a uma perda forçada por evaporação. Neste caso, a influência da temperatura ambiente foi insignificante, visto que a amostra estava sob a ação direta e contínua de radiação e vento, provocando uma perda de água mais acentuada em relação ao primeiro teste.

Observa-se que o comportamento da curva de perda de água apresentou uma linearidade melhor com uma taxa de variação de 0.916 mV/hora.

As amostras de solo utilizadas nos dois testes possuíam valores iniciais de volume de água diferentes, que podem ser notados pelos valores absolutos de tensão (mV).

Gráfico 2. Perda de umidade do solo no segundo teste.



CONCLUSÕES

Apesar de haverem sido testadas amostras de solo com valores iniciais de umidade diferentes, que já causariam diferentes taxas de evaporação, os valores encontrados indicam que este tipo de sensor possui grande sensibilidade para medidas de volume, taxa de evaporação e infiltração de água em solos.

BIBLIOGRAFIA

- ZEGELIN, S.J.; WHITE, I.; JENKINS, D.R. Improved Field Probes for Soil-Water Content and Electrical Conductivity Measurement Using Time Domain Reflectometry. CSIRO Centre for Environmental Mechanics, Camberra 37p., 1989.
- VON HIPPEL, A.R.: Dielectric Materials and Applications, p. 301-370, The M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1954.
- KRAUS, J.D.; CARVER, K.R. Eletromagnetismo, segunda edição, Editora Guanabara, Rio de Janeiro, 780p., 1986.
- HAYT, W.H.; KEMMERLY, J.E.; Análise de Circuitos em Engenharia, McGraw-Hill do Brasil, 619p., 1975.
- CAMPBELL SCIENTIFIC, INC.; CR10 Measurement and Control Module Operator's Manual, Logan, Utah, 1991.
- YANUKA, M.; TOPP, G.C.; ZEGELIN, S.; ZEBCHUK, W.D.; Multiple Reflection and Attenuation of TDR Pulses: Theoretical Considerations for Applications to Soil and Water, Water Resources Research, Vol. 24, No. 7, p. 939-944, July 1988.
- TOOP, G.C.; YANUKA, M.; ZEBCHUK, W.D.; ZEGELIN, S.; Determination of Electrical Conductivity Using TDR: Soil and Water Experiment in Coaxial Lines, Water Resources Research, Vol. 24, No. 7, p. 945-952, July 1988.