

Foto: Arquivo



Sensor Capacitivo para Sondagem da Umidade no Perfil de Solo

Ladislau Marcelino Rabello¹
Carlos Manoel Pedro Vaz²
André Torre Neto³

É apresentado neste trabalho um sistema de que tem por finalidade um sistema mecânico e eletrônico para a medida da umidade ou conteúdo de água no solo ($m^3.m^{-3}$) em campo, no perfil do solo, de forma rápida e não destrutiva, em várias profundidades.

A determinação da umidade do solo é muito importante para o correto manejo da irrigação das culturas, bem como para a identificação de técnicas de manejo do solo, mais adequadas. A água é um fator fundamental na produção vegetal. Sua falta ou seu excesso afetam de maneira decisiva o desenvolvimento das plantas e, por isso, seu manejo racional é um importante ponto na produção agrícola, é importante também para a área de engenharia de transportes e geotecnia na avaliação da condição hídrica, proporcionando um uso mais adequado das técnicas de construção de estradas e de exploração do solo e subsolo.

A determinação da umidade do solo pelo sistema proposto consiste na medida da constante dielétrica do solo, com a presença da água na região, em diferentes profundidades do solo, de uma forma não destrutiva e sem a utilização de radiação ionizante ou outro método que provoque degradação ambiental. O sensor na forma de 2 anéis paralelos é posicionado na extremidade de uma haste metálica, logo acima de uma ponta cônica, facilitando a inserção do sistema no interior do solo e possibilitando uma medida ágil e prática.

As medidas da umidade do solo podem ser feitas

de forma gravimétrica, ou seja, coletando-se amostras e medindo-se a sua massa e volume no laboratório, ou com a utilização de sensores capacitivos, resistivos e outros baseados em propriedades dielétricas, térmicas, ópticas ou radiações ionizantes como a moderação de neutrons ou atenuação de raios gama.

As técnicas de radiação ionizante tornaram-se muito comuns nas décadas de 60, 70 e 80, mas estão praticamente em desuso, atualmente, devido aos aspectos de segurança e proteção ambiental.

As técnicas baseadas em propriedades dielétricas são bastante utilizadas atualmente, consistindo em um grande número de sistemas comerciais com diversas características específicas de *design*, resolução, precisão e preço.

Dentre as técnicas dielétricas as mais sofisticadas são as que utilizam o princípio da Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) onde é medido o tempo de propagação de ondas eletromagnéticas, geralmente na frequência de alguns gigahertz, em uma haste metálica inserida no interior do solo. O tempo de propagação é função da constante dielétrica do solo que varia quando o solo umedece ou seca. Nesta faixa de frequência, as constantes dielétricas relativas ou permissividades dielétricas dos solos variam de 3 a 5, da água é 80 e do ar 1, fazendo com que a técnica tenha uma alta sensibilidade (1 a 2%) para a medida da umidade do solo. Além da boa precisão essas técnicas são pouco

¹ Eng. Elétrico, Dr., Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP, rabello@cnpdia.embrapa.br.

² Físico, Dr., Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP, vaz@cnpdia.embrapa.br.

³ Físico, Dr., Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP, andre@cnpdia.embrapa.br.

dependentes da textura e densidade do solo e utilizáveis em solos com uma faixa de condutividade elétrica que vai até alguns ds/m^2 (deci-siemens por metro quadrado). Entretanto, os equipamentos que utilizam essa técnica são relativamente caros e sofisticados, limitando sua aplicação mais ampla. Um outro grupo de equipamentos também utiliza o princípio da medida de propriedades dielétricas, mas no domínio da frequência (FDR), na faixa de centenas de KHz a algumas dezenas MHz.

Esses equipamentos são muito mais simples do ponto de vista eletrônico e por conseguinte mais baratos, mas possuem algumas desvantagens como uma maior dependência da salinidade e do tipo de solo. Entretanto, do ponto de vista do uso mais amplo, por produtores rurais, para fins de irrigação ou manejo dos solos, essa técnica é bastante adequada e tem sido bastante utilizada. Neste caso, existem diversos modelos de sensores e equipamentos como aqueles para serem instalados em um dado local para o acompanhamento da umidade pontualmente ou aqueles que fornecem a umidade ao longo do perfil do solo por meio da instalação de um tubo de acesso (tubo de PVC instalado no campo). Entretanto, não existe um equipamento com sensor de contato que possibilite a realização de sondagens em campo para fins, por exemplo, de mapeamento, de uma forma rápida e em várias profundidades. Desta forma, o sensor apresentado propõe um sistema mecânico e eletrônico para a realização de sondagem da umidade em várias profundidades em uma área de forma rápida e ágil. Sua principal vantagem é a de poder ser inserida no solo como uma lança com o sensor na ponta e retirada com facilidade, sem a necessidade da instalação de tubos de acesso, ou seja, com uma deformação mínima do solo (pequeno orifício de cerca de 1 cm de diâmetro). Este conceito é único e, aliado à simplicidade do sensor dielétrico, conferem a este modelo uma característica única e bastante adequada a diversas aplicações para o mapeamento e sondagem da umidade do solo.

A medida é obtida através de um multímetro, após uma eletrônica de leitura e condicionamento do sinal recebido pela eletrônica do circuito de leitura do sensor capacitivo, que é posicionada na extremidade superior do sistema Fig. 1. Os resultados de validação deste sistema mostram, como pode se observado na Fig. 2, uma boa correlação entre a variação do valor de tensão de saída proporcional à umidade, como dielétrico do capacitor.

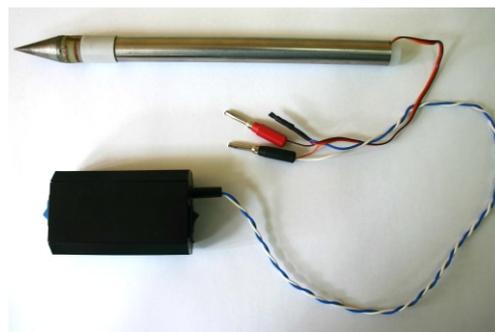


Fig. 1: foto da haste com o sensor capacitivo próximo a ponta, junto com a fonte de alimentação eletrônica e terminais para ligar em multímetro.

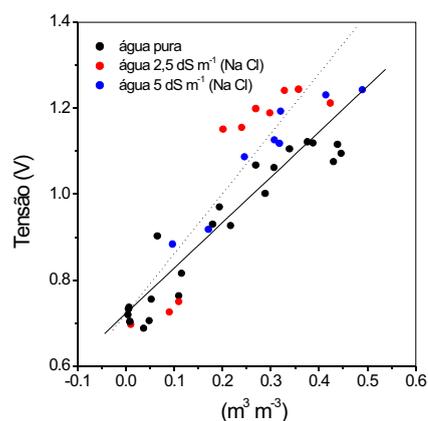


Fig. 2: curva de calibração do sensor capacitivo em função da umidade da amostra de solo.

Referências bibliográficas

- PERRIER, E. R.; MARSH, A. W. Performance characteristics of various electrical resistance units and gypsum materials. *Soil Sci.*, Baltimore, v. 86, p. 140-147, 1958.
- KELLEY, O. J. A rapid method for calibration of various instruments for measuring soil moisture in situ. *Soil Sci.*, Baltimore, v. 58, p. 433-440, 1944.
- PLATER, C. V. de. A portable capacitance-type soil moisture meter. *Soil Sci.*, Baltimore, v. 80, p. 391-395, 1955.
- GAUDU, J. C.; MATHIEU, J. M.; FUMANAL, J. C.; BRUCKLER, L.; CHANZY, A.; BERTUZZI, P.; STENGEL, P.; GUENNELON, R. Mesure de l'humidité des sols par une méthode capacitivité: analyse des facteurs influençant la mesure. *Agronomie, Paris*, v. 13, p. 57-73, 1993.
- MALICKI, M. A.; HANKS, R. J. Interfacial contribution to two-electrode soil moisture sensor readings. *Irrigation Science*, New York, v. 10, p. 41-54, 1989.
- BERBERT, P. A.; STENNING, B. C.; SILVA, J. de S.; QUEIROZ, D. M. de; MELO, E. de C. Derivação de uma equação para o cálculo do teor de umidade de sementes de trigo utilizando-se o fator de qualidade Q^1 . *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 3, n. 2, p. 202-210, 1999.

Comunicado Técnico, 71

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Instrumentação Agropecuária
 Rua XV de Novembro, 1542 - Caixa Postal 741
 CEP 13560-970 - São Carlos-SP
Fone: 16 3374 2477
Fax: 16 3372 5958
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br
 www.cnpdia.embrapa.br

1a. edição
 1a. impressão 2005: tiragem 300

Comitê de Publicações

Presidente: Dr. Carlos Manoel Pedro Vaz
Secretária Executiva: Valéria de Fátima Cardoso
Membros: Dra. Débora Marcondes B. P. Milori,
 Dr. João de Mendonça Naime,
 Dr. Washington Luiz de Barros Melo

Membro Suplente: Dr. Paulo S. P. Herrmann Junior

Expediente

Supervisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto
Revisão de texto: Dr. Victor Bertucci Neto
Normalização bibliográfica: Valéria de Fátima Cardoso
Tratamento das ilustrações: Valentim Monzane
Editoração eletrônica: Valentim Monzane