

XXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DO CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO

Dimaghi Schwambach¹; Alex Marcel Watanabe²; Alex Naoki Asato Kobayashi³; Lucas Cardozo Scutti⁴; Felipe Aduino de Oliveira Zepon⁵ & Edson Cezar Wendland⁶

O monitoramento do conteúdo de água no solo pode ser realizado por diferentes métodos classificados em diretos e indiretos. Métodos diretos consistem na separação da quantidade de água da matriz do solo por meio do aquecimento, extração por meio de solutos ou reação química. Por outro lado, métodos indiretos permitem o monitoramento por meio da correlação da quantidade de água no solo a variáveis elétricas do solo que oscilam com a umidade do solo. Os sensores mais comuns utilizam duas características para o monitoramento: a condutância e capacitância. No primeiro, dois eletrodos paralelos são dispostos e a corrente elétrica que flui entre eles é diretamente proporcional ao conteúdo de água no solo. Já sensores capacitivos são compostos por duas placas condutivas separadas por um material dielétrico. A aplicação de uma diferença de potencial nessas placas cria um campo elétrico que oscila com a mudança do teor de água no solo. Além da condutividade e capacitância do solo, citam-se como demais abordagens a capacidade de calor do solo, o conteúdo iônico H e a sensibilidade magnética.

O sensor capacitivo do tipo SKU:SEN0193 é um equipamento comercial de baixo custo para monitoramento da umidade do solo que opera com baixo consumo de energia, ideal para condições isoladas (NAGAHAGE; NAGAHAGE; FUJINO, 2019). Entretanto, poucas foram as pesquisas que testaram esse equipamento em laboratório (NAGAHAGE; NAGAHAGE; FUJINO, 2019) e até o momento, não há conhecimento de sua utilização para monitoramento contínuo em campo. Assim, esse trabalho tem como objetivo a (i) investigação da acurácia do sensor mediante realização de testes em laboratório; (ii) construção da curva de calibração considerando as condições pedológicas locais; (iii) descrever a implementação de uma estação de baixo custo desenvolvida para monitoramento do grau de saturação do solo; (iv) avaliar a aplicabilidade do sensor em condições de campo.

O experimento foi implementado no Instituto Arruda Botelho (IAB), Itirapina, região central do Estado de São Paulo (latitude 22°10'S, longitude 47°52'O, elevação de 790m). O monitoramento em campo adota o conceito de parcelas experimentais de monitoramento. Dentre as diversas opções de sensores (resistivo e capacitivo) e controladores (Arduíno e RaspeBerry), optou-se pela utilização de sensores capacitivos (modelo SKU:SEN0193) controlados por Arduíno, uma vez que tais sensores não são afetadas pela presença de sais comumente utilizados durante a adubação das culturas agrícolas e controladores Arduino são de menor custo e de fácil manuseio. O sensor opera sob baixa voltagem (3,3V a 5,5V). Os dados de saída do equipamento são expressos através da oscilação da

¹) Universidade de São Paulo/Departamento de Hidráulica e Saneamento, Av. Trabalhador São Carlense, 400 - Parque Arnold Schmidt, São Carlos - SP, 13566-590, fone: (16) 3373-9552, e-mail: dimaghis@gmail.com

²) Universidade de São Paulo/Departamento de Hidráulica e Saneamento, Av. Trabalhador São Carlense, 400 - Parque Arnold Schmidt, São Carlos - SP, 13566-590, fone: (16) 3373-9552, e-mail: alex.amw@hotmail.com

³) Universidade de São Paulo/Departamento de Hidráulica e Saneamento, Av. Trabalhador São Carlense, 400 - Parque Arnold Schmidt, São Carlos - SP, 13566-590, fone: (16) 3373-9552, e-mail: alexkobayashi10@gmail.com

⁴) Universidade de São Paulo/Departamento de Hidráulica e Saneamento, Av. Trabalhador São Carlense, 400 - Parque Arnold Schmidt, São Carlos - SP, 13566-590, fone: (16) 3373-9552, e-mail: lucas.scutti@usp.br

⁵) Universidade Federal de São Carlos/ Departamento de Ciências Ambientais, Rod. Washington Luiz, s/n, São Carlos - SP, 13564-905, fone: (16) 3373-9552, e-mail: fezepon@hotmail.com

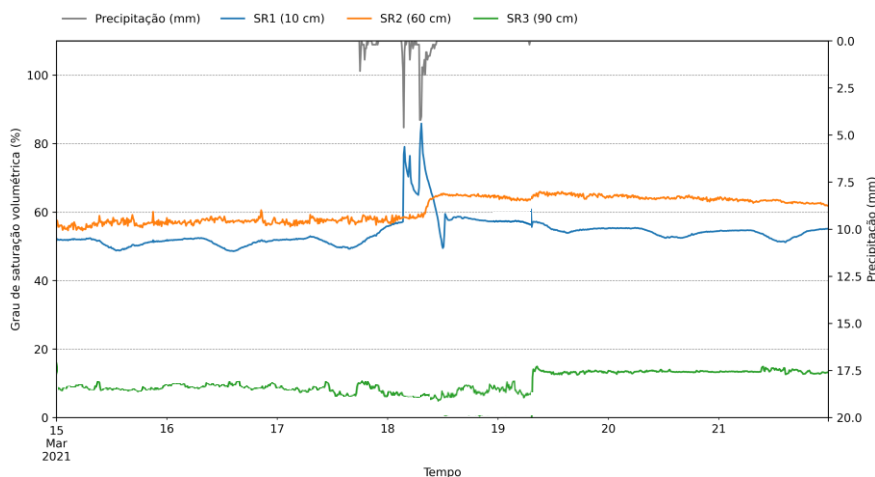
⁶) Universidade de São Paulo/Departamento de Hidráulica e Saneamento, Av. Trabalhador São Carlense, 400 - Parque Arnold Schmidt, São Carlos - SP, 13566-590, fone: (16) 3373-9552, e-mail: ew@sc.usp.br

frequência, comumente entre 260Hz (alta umidade) e 520Hz (baixa umidade). Os sensores foram instalados em campo na parcela experimental recém-construída e mantida em solo exposto nas profundidades de 10, 60 e 90 centímetros.

O período monitorado compreende eventos de precipitação que totalizam 44 mm ocorrente entre os dias 17 e 18 de março de 2021. A máxima intensidade de precipitação monitorada no período foi de 4,8 mm num intervalo de 10 minutos. O evento de precipitação antecedente ocorreu no dia 07 de março, com um total de 26,2 mm.

Os testes de calibração em laboratório apresentaram uma coerência satisfatória com coeficiente de determinação (R^2) acima de 0,93. Em campo, embora não seja possível a validação dos resultados quantitativos obtidos, é possível a identificação de um padrão de comportamento qualitativo muito coerente com as condições ambientais atuantes. Após um evento de precipitação, o sensor localizado na superfície responde imediatamente ao incremento de umidade do solo, enquanto há um retardo gradual de resposta à medida que a frente de umedecimento avança na profundidade.

Figura 1 – Monitoramento do grau de saturação do solo em diferentes profundidades com uso de sensores capacitivos durante evento de precipitação.



O custo de aquisição de equipamentos comerciais semelhantes é inacessível para a maioria dos centros de pesquisas e agricultores. A adaptação e teste de equipamentos de baixo custo como o empregado neste trabalho demonstra a importância do envolvimento da comunidade científica nacional no desenvolvimento de tecnologias nacionais nesta temática.

Brasil é um país continental com grande diversidade quanto à disponibilidade de recursos. Adicionalmente, o país possui uma vocação climática e histórica para a agricultura. O monitoramento do conteúdo de água no solo se justifica por ambas as formas. Ter o conhecimento da disponibilidade de água no solo é fundamental durante o crescimento de culturas agrícolas. Por outro lado, criar uma rede de monitoramento sob diferentes biomas, tipologias pedológicas e climáticas é fundamental para o manejo adequados dos recursos naturais disponíveis.

Referências

NAGAHAGE, E. A. A. D.; NAGAHAGE, I. S. P.; FUJINO, T. (2019). “*Calibration and Validation of a Low-Cost Capacitive Moisture Sensor to Integrate the Automated Soil Moisture Monitoring System*”. *Agriculture* 9(7), pp. 141.