

## **TENSIOMETRO DE BAIXO CUSTO PARA O MONITORAMENTO DE ÁGUA NO SOLO: Sensor de umidade do solo com plataforma Arduino\***

*Eduardo Borga Farina<sup>1</sup>; Allan Charles Mendes de Sousa<sup>2</sup>; Gabriela Jordão Lyra<sup>3</sup>; Gilson Ribeiro Nachtigall<sup>2</sup>; Ricardo de Araújo<sup>2</sup> e Nicole Trevisani<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Aluno do curso Técnico em Eletroeletrônica Integrado ao Ensino Médio [farinaedu@outlook.com](mailto:farinaedu@outlook.com);

<sup>2</sup> Professora do Instituto Federal do Ceará; e

<sup>3</sup> professores do Instituto federal Catarinense Campus Videira; [allan.sousa@ifc.edu.br](mailto:allan.sousa@ifc.edu.br); [gilson.nachtigall@ifc.edu.br](mailto:gilson.nachtigall@ifc.edu.br); [nicole.trevisani@ifc.edu.br](mailto:nicole.trevisani@ifc.edu.br)

### **INTRODUÇÃO**

Entende-se por irrigação, como sendo uma prática agronômica responsável por fornecer água às plantas, no momento e na quantidade necessária para atender suas necessidades hídricas.

O monitoramento da umidade do solo é indispensável para o manejo da irrigação, pois permite o produtor estimar a quantidade de água a ser aplicada, em função da capacidade de retenção de água no solo. Faria et al (2004), ressalta, que é comum a irrigação de lavoura com excesso de lâmina d'água, como precaução à ocorrência de estresse hídrico, o que resulta em desperdício de água e energia.

Este trabalho, a princípio, tinha o objetivo construir um tensiômetro de baixo custo para auxiliar o produtor no manejo da irrigação. Diante da Pandemia causada pela COVID-19, precisou ser reformulado, e acrescido o seguinte objetivo: Construir um sensor de umidade do solo utilizando um microcontrolador Arduino.

### **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (materiais e métodos)**

#### **Construção do tensiômetro utilizando material de baixo custo e fácil acesso.**

O equipamento foi construído seguindo as orientações de montagem do Irrigas, patenteado pela Embrapa (Calbo & Silva, 2001). O irrigas é um equipamento de baixo custo, utilizado como sensor de umidade no solo. Este equipamento é utilizado para indicar se o solo está seco ou úmido.

Para a construção do irrigas, utilizou-se uma vela de filtro da marca Cristalina, empregada na filtragem de água para consumo humano. Inicialmente, realizou-se uma vedação com cola na parte superior da vela para evitar a entrada de ar, em seguida, com o uso de um alicate, foi realizado um desgaste no bico da vela para facilitar a conexão com a mangueira.

Seguindo recomendações do fabricante, o elemento filtrante foi umedecido com água corrente, e em seguida submerso em água por um período de 15 minutos (Figura 1a). Após isto, realizou a filtragem de 12 litros para melhorar a condutividade hidráulica do material (Figura 1b)



Figura 1. (a) Saturação da vela (b) Filtragem antes do experimento

Com a vela ainda submersa para evitar a entrada de ar, conectou-se uma mangueira de nível cheia de água, ao ponto de conexão do elemento filtrante. Na outra ponta da mangueira foi colocada uma rolha com o objetivo de fechar o sistema (Figura 2).

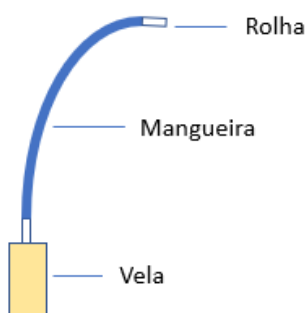


Figura 2. Esquema de montagem do equipamento.

### Determinação da capacidade de campo em vasos

Após a conclusão da etapa anterior, cada vela foi instalada em um vaso com solo em capacidade de campo, de acordo com a metodologia descrita por Santos et al., (2013).

Foram utilizados dois vasos plásticos com capacidade de 2 litros, os quais foram perfurados para facilitar a drenagem. O solo utilizado foi previamente peneirado em malha de 5 mm, e após isso depositados nos vasos. Em seguida, os vasos foram colocados para saturar em um balde com água contendo 2/3 da sua altura, onde permaneceram por um período de 24 horas, até atingirem a saturação.

Em seguida, os vasos foram colocados para drenar com a superfície coberta com um plástico para evitar a evaporação. Após cessar a drenagem continua, a umidade foi monitorada até atingir massa constante (Figura 3a). O monitoramento da umidade foi realizado através do peso do conjunto “solo + vaso”, utilizando uma balança de uso doméstico com capacidade para 10 kg (Figura 3b).



Figura 3. (a) Solo em capacidade de campo. (b) balança utilizada para pesagem.

Terminada esta operação, com o auxílio de uma espátula, retirou-se cuidadosamente do vaso um volume de solo correspondente ao volume da vela, a qual foi inserida cuidadosamente para evitar compactação. Feito este procedimento, o conjunto (solo + vaso + vela saturada + mangueira) foi pesado conforme o nível da água baixava na mangueira (Figura 4).



Figura 4. Instalação da vela no vaso

Concomitante a pesagem dos vasos, registrou-se a altura de descida da lâmina de água na mangueira a cada pesagem.

Em seguida o solo dos vasos foi despejado em bandejas de alumínio e colocado para secar a uma temperatura de 105° C. Após isto, determinou-se a umidade gravimétrica.

Inicialmente, o projeto tinha como objetivo realizar este trabalho em campo. Porém, por conta da pandemia de COVID-19, as atividades não puderam ser realizadas conforme inicialmente planejadas, pois demandariam muito tempo de permanência no campo, e no laboratório. No entanto, as adaptações realizadas permitiram a continuidade da pesquisa, e a proposição de novas atividades.

Foram adicionadas como atividades a este projeto a construção de um sensor de umidade do solo, utilizando um microcontrolador Arduino, sensores eletrônicos e atuadores. Esse equipamento, servirá para identificar a umidade em termos percentuais de volume de solo, que auxiliará o produtor na realização do manejo de irrigação.

Após a construção deste equipamento, o mesmo será calibrando por meio da leitura de amostras de solo com umidade conhecida, que em seguida serão relacionadas às leituras. Ressalta-se, que para isto, será solicitada a continuidade do projeto nos próximos editais de pesquisa.

O equipamento é composto basicamente por um Arduino Uno, um sensor de umidade, resistores e leds. O sensor de umidade de solo tem uma tensão de operação de 3,3V-5V, com saída digital e analógica. No projeto, optou-se pela saída analógica.

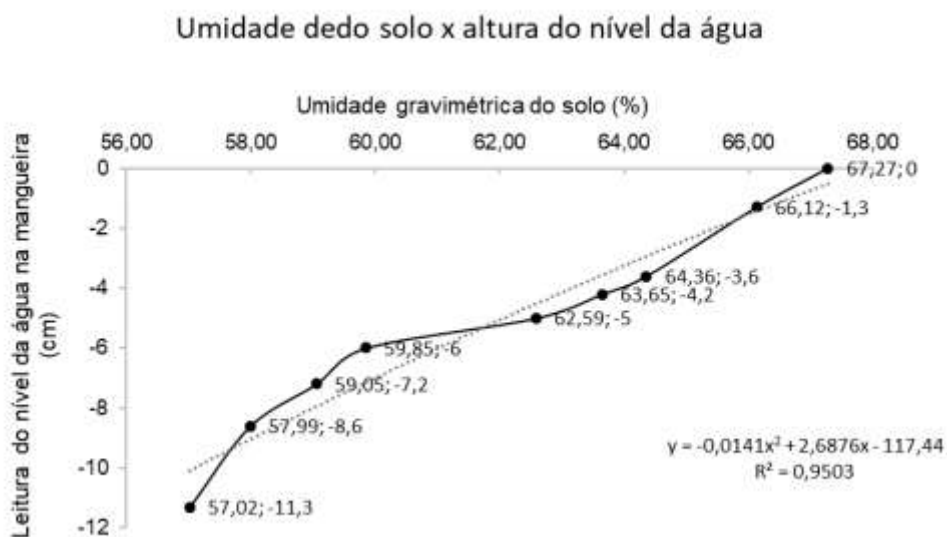
O sensor realiza a leitura da umidade do solo, e enviar essa informação para o Arduino, que por sua vez, realiza a seguinte lógica: Em condições ideais de umidade é ativa-se o led verde; quando estiver com 50% da água disponível é ativado o led amarelo, e quando estiver em murcha permanente ativa-se o led vermelho.

Dessa forma, nos intervalos de umidade serão classificados em três categorias, são elas: ideal, crítica e murcha permanente. Nesse trabalho, a calibração foi realizada com o sensor total submerso em água; parcialmente submerso em água e sem nenhum contato com a água. Com a continuidade da pesquisa, as leituras serão realizadas no solo em condições de laboratório e no campo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O solo apresentou capacidade de campo em vaso de 67,27 %. Ressalta-se, que o solo utilizado foi peneirado em peneira de 5 mm, portanto, apresentava-se desestruturado, o que pode ter provocado um adensamento, e consequentemente, aumento da capacidade de retenção.

Houve relação inversa entre a umidade do solo contido no vaso e o nível da água no interior da mangueira. Conforme reduziu a umidade no vaso, observou-se um caminhamento da água no sentido vela-solo, provocado pelo aumento do potencial, que se deu em função da perda de água (Figura 5).



**Figura 5.** Leitura do nível da água na mangueira e umidade gravimétrica do solo



Observou-se também, que ao repor o volume de água perdida no solo, houve reposição do volume de água no interior da mangueira, que se deu devido ao vácuo criado no sistema, conforme fornecia água ao solo. Vale ressaltar, que a variação da umidade no solo e a altura da lâmina da água na mangueira, são características influenciadas pela textura do solo, porosidade, estrutura, densidade e teor de matéria orgânica. Devendo-se, portanto, realizar uma calibragem, para cada substrato utilizado.

A programação do Arduíno foi realizada utilizando a lógica “if”, considerando três intervalos de leitura, determinados numa escala de 0 a 1024. Para as leituras com valores entre 0 e 400, utilizou-se a classificação “ideal”, para as leituras compreendidas entre “401” e “800” utilizou-se a classificação “crítica”, e para os valores maiores ou igual a 801, “murcha permanente”, sendo acionados os leds verde, amarelo e vermelho, respectivamente (Figura 6).

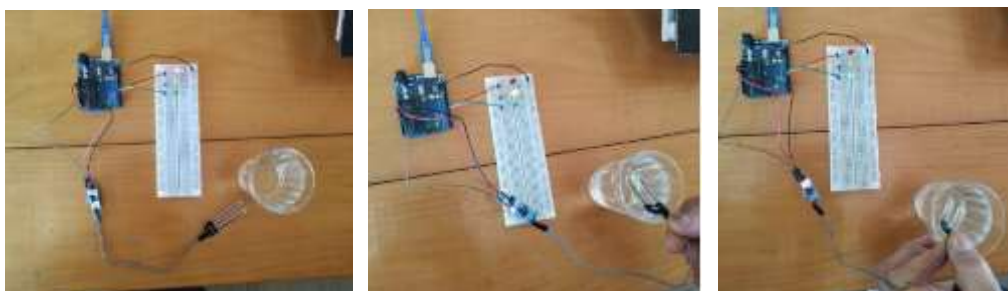


Figura 6. Acionamento das lâmpadas de led em diferentes níveis de umidade.

O sistema Arduíno apresentou-se sensível às leituras de umidade. No entanto, para ser utilizado em leituras de umidade do solo é necessário realizar de a calibração do aparelho com valores de umidade conhecida do solo, conforme também indicado por Cassaro et al., (2020)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A umidade do solo apresentou correlação inversa com a altura da lâmina d'água na mangueira.

O sistema “Irrigas” pode ser utilizado para determinar a lâmina de água do solo a ser aplicada. Para isso, é necessário a continuidade do estudo para relacionar

a leitura do nível da água na mangueira, com a tensão e a umidade solo, através da curva de retenção.

O sistema Arduino apresentou-se sensível as leituras de umidade. É necessária a continuidade do estudo para realizar a calibração do sensor em amostras de solo com diferentes teores de umidade.

## REFERÊNCIAS

CALBO, A. G.; SILVA, W.L. de C e. **Sistema irrigas para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimentos**. Brasília, DF. Embrapa Hortaliças, 174p. 2005.

CASSARO, F. A. M.; OLIVEIRA, J. A. T.; CRUZ, H.; PIREZ, L. F. Utilização de um sensor de umidade para o Arduino na determinação da curva característica de retenção de água por um sistema poroso. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 42, e20190130 (2020).

FARIA, R. A.; SOARES, A. A.; SEDIYAMA, RIBEIRO, C. A. A. S. Economia de água e energia em projetos de irrigação suplementar no Estado de Minas Gerais. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** vol.6 no.2 Campina Grande, 2002.

SANTOS, C. S. et al. Estimativa da umidade na capacidade de campo em vasos e em laboratório. **Revista Verde** (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 2, p.151 - 160, abr-jun, 2013.