

## MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DE SOLO E AMBIENTE NO CULTIVO DE *Manihot esculenta*

Igor da Silva Dantas<sup>1</sup>, Wagner Henrique Moreira<sup>2</sup>, Wesley Tessaro Andrade<sup>3</sup>, Jean Marcel Milaré Araújo<sup>4</sup>, José Lucas Fernandes Siqueira<sup>5</sup>, Alisson Geraldo Alves Ferreira<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Bolsista PIBIC/IFMS. igor.dantas1502@hotmail.com

<sup>2</sup>Orientador, Doutor, Professor EBTT, Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. wagner.moreira@ifms.edu.br

<sup>3</sup>Coorientador, Mestre, Professor EBTT, Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. wesley.andrade@ifms.edu.br

<sup>4</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Bolsista PIBIC/IFMS. jeam.10marcel@gmail.com

<sup>5</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Bolsista PIBITI/IFMS. joselucas9860@gmail.com

<sup>6</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Bolsista PIBITI/IFMS. alisson.ferreira@novaandradina.org

### RESUMO

Ter uma boa qualidade do solo e um clima adequado são fundamentais para a realização do manejo da cultura e obtenção de alta produtividade. Atributos como o teor de água do solo, temperatura do solo e características climáticas atmosféricas, promovem interferência direta na qualidade físico-químico-biológica do solo. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de automação para monitoramento constante do teor de água do solo, temperatura interna do solo, temperatura superficial do solo, temperatura ambiente, umidade relativa, pressão atmosférica e luminosidade através da plataforma de prototipação Arduino. Para comandar os sensores foi utilizada uma placa microcontroladora Arduino e os sensores: LM393, DS18B20, Mlx90614, Bme280 e Resistor Solar. Os dados foram coletados em um plantio de mandioca (*Manihot esculenta*) para avaliação do equipamento em condição de campo. A confecção e calibração do protótipo permitiu realizar a coleta eficiente de dados a campo que irá reduzir a demanda de mão de obra. Porém, estudos ainda são necessários para automatizar a análise dos resultados e indicação de resultados simplificados para facilitar a tomada de decisões.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arduino; Temperatura do solo; Teor de água.

## 1 INTRODUÇÃO

O solo desempenha um papel importante na produção agrícola, possuindo função de suporte para o desenvolvimento das plantas, fornecimento de nutrientes, água e calor (OLIVEIRA, *et al.*, 2005). Na agricultura moderna a coleta e análise de dados é de suma importância e o monitoramento da qualidade do solo e clima é indispensável para realização de manejo adequado.

A automação dos sistemas para monitoramento das características agrônômicas apresentou avanços nos últimos anos, suprimindo as demandas de novas tecnologias e sensores eletrônicos adequados, consequentemente reduzindo as demandas de mão de obra e tempo necessário para as operações (MOREIRA, *et al.*, 2014). O monitoramento em tempo real pode auxiliar na tomada de decisão, um exemplo é o monitoramento do teor de água presente no solo, que resulta na redução de aplicações excessivas de lâmina d'água na irrigação (SOUZA *et al.*, 2016). No entanto, a produção agrícola não é resultado de atuação de fatores isolados, havendo diversas interações, por exemplo água no solo, temperatura e cobertura (KADER *et al.*, 2019), com isso se torna necessário monitorar vários atributos.

Apesar da evolução e automação dos sistemas de monitoramento, os custos ainda não são acessíveis para pequenos e médios produtores, dessa forma a utilização de placas microcontroladoras pode ser considerada uma forma de redução de custos (SOUZA *et al.*, 2011). Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de automação para monitoramento constante do teor de água do solo, temperatura interna do solo, temperatura

superficial do solo, temperatura ambiente, umidade relativa, pressão atmosférica e luminosidade através da plataforma de prototipação Arduino.

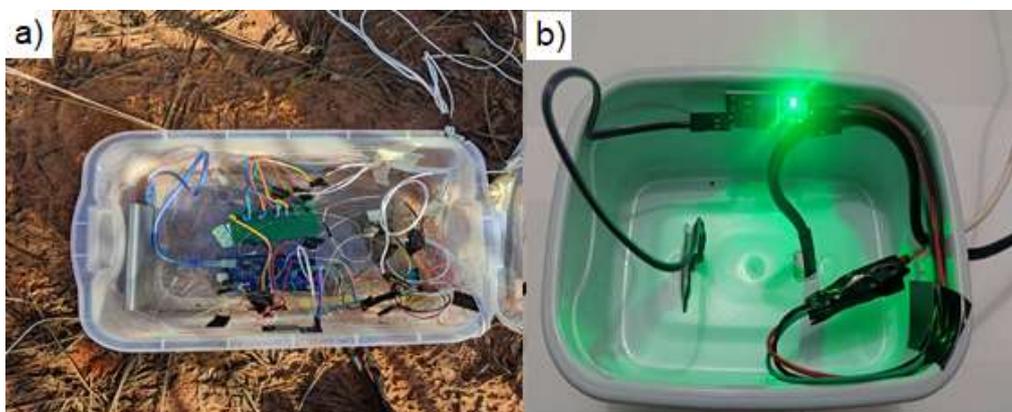
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O sistema automatizado foi obtido com os seguintes materiais: sensor de umidade do solo (LM393), sensor de temperatura a prova d'água para temperatura interna (DS18B20), sensor para umidade relativa e pressão atmosférica (Bme280), luminosidade (Resistor Solar) e placa de prototipação Arduino. Os sensores foram conectados ao Arduino nas suas respectivas portas de comunicação e alimentação. Após a construção do sistema, iniciou-se a etapa de desenvolvimento de um algoritmo em C++ (IDE do Arduino). Este algoritmo trabalha de forma ressonante com as informações coletadas pelo circuito, e em seguida fornece informações em tempo real.

O protótipo foi construído e buscando proteger componentes sensíveis a água (placa Arduino, potenciômetro do higrômetro e sensores de leitura interna), evitando danos aos sensores que possam ocasionar erros. Foi realizada a inserção de cartão de memória para salvar os dados, reduzindo a necessidade de acompanhamento pelo operador.

O dispositivo, foi finalizado e a calibração realizada em laboratório. Para calibração, amostras foram coletadas, saturadas e submetidas a secamento em condição de temperatura ambiente por 10 dias. Durante o secamento foram realizadas avaliações com o sensor e aferição quanto a massa da amostra, de forma a obter dados de teor de água (massa de água dividido pela massa de sólidos da amostra) e correlacionar o teor de água com o sinal analógico do sensor, para obter uma equação que permite a calibração.

Durante os testes, foram avaliados também a durabilidade e eficiência dos sensores, buscando realizar possíveis melhorias. Com o protótipo pronto, foram realizados testes a campo no cultivo de mandioca, com oito meses de desenvolvimento pós plantio.



**Imagem 1:** Protótipo utilizado para coleta de dados (a) e compartimento com sensores (b)

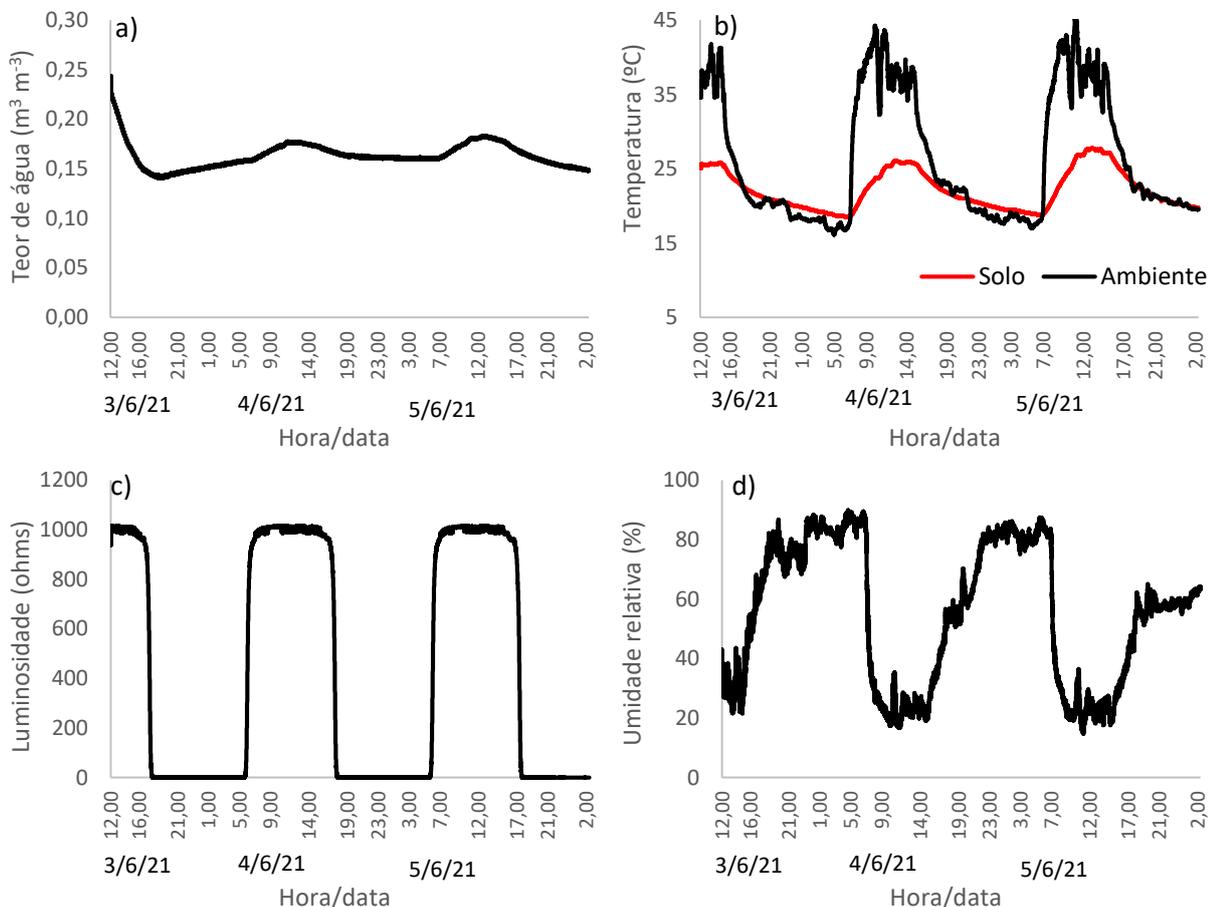
**Fonte:** Dados da pesquisa

No teste a campo, a leitura de dados foi automatizada e realizada diariamente o monitoramento do solo e do ambiente. As leituras foram realizadas pelo período de 4 dias consecutivos (entre 3 a 6/6/21), a cada 10 segundos, totalizando 18.800 leituras.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através das leituras a campo do teor de água do solo são representados no Gráfico 1. A presença de oscilação no período inicial foi resultado de alta umidade relativa e precipitação de 15 mm (WEATHER UNDERGROUND, 2021). Em geral, os teores de água do solo foram condizentes com o solo, que é arenoso.

A temperatura atmosférica apresentou maior variação quando comparada com solo, resultado em acordo com Oliveira et al. (2005). A flutuação da temperatura do solo também sofre influência direta dos teores de água, apresentando relação inversamente proporcional (OLIVEIRA *et al.*, 2005).



**Gráfico 1:** Teor de água no solo (a), temperatura do solo e do ambiente (b), luminosidade (c) e umidade relativa do ar (d) entre os dias 03/06/2021 e 06/06/2021 coletados pelo protótipo

**Fonte:** Dados da pesquisa

O fotoresistor realizou leitura eficiente da luminosidade, conseguindo mensurar o fotoperíodo. Já a umidade relativa apresentou grandes oscilações, no entanto essas oscilações são plausíveis, uma vez que a leitura foi realizada em um intervalo de períodos de chuvas e clima nublado na região. A relação da luminosidade com a umidade relativa foi inversamente proporcional.

Os resultados obtidos de todos os sensores mostraram eficiência, com os sensores sendo aprovados no teste de durabilidade e possibilitando o monitoramento por mais de três dias consecutivos. O período de monitoramento, pode ser estendido, com a substituição da bateria por uma com maior amperagem.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A confecção e calibração do protótipo permitiu realizar a coleta eficiente de dados a campo. A produção de novos sistemas de baixo custo permite que pequenos e médios produtores tenham acesso as novas tecnologias e possibilita aumentar sua produtividade sem deixar de lado os aspectos sustentáveis. O próximo passo, será automatizar parcialmente a análise dos resultados, pois os dados obtidos pelo protótipo, são excessivos

para visualização pelo produtor, necessitando de processamento prévio e indicação de resultados simplificados e objetivos para facilitar a tomada decisões.

## REFERÊNCIAS

KADER, M. A.; NAKAMURA, K.; SENGE, M.; MOJID, M.A.; KAWASHIMA, S. Soil hydro-thermal regimes and water use efficiency of rain-fed soybean (*Glycine max*) as affected by organic mulches. **Agricultural Water Management**, v. 223, p. 105707, 2019.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377418303317?via%3Dihub>.

Acesso em: 20 ago. 2021.

MOREIRA, W. H.; PETEAN, L. P.; BETIOLI JUNIOR, E.; TORMENA, C. A.; FIGUEIREDO, G. C.; SILVA, Á. P. D. Método alternativo para quantificação do intervalo hídrico ótimo em laboratório. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 158-165, 2014. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/TB5ySkbQxDsYdNVtjcfQ6KS/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 de julho de 2021.

OLIVEIRA, M. L.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G. R. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.535-539, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Ymr9zy5DY4hMjYLhryPL7jM/?lang=pt>. Acesso em: 02 jul. 2021.

SOUZA, C. F.; SILVA, C. R.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; COELHO, E. F. Monitoramento do teor de água no solo em tempo real com as técnicas de TDR e FDR. **IRRIGA**, [S. l.], v. 1, n. 01, p. 26, 2018. DOI: 10.15809/irriga.2016v1n01p26-42. Disponível em: <https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1603>. Acesso em: 23 ago. 2021.

SOUZA, A. R.; PAIXÃO, A. C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; AMORIM, H. S. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelos PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 1702, 2011. Disponível em: <http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/331702.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

WEATHER UNDERGROUND. **IFMS / NA - INOVAA1**: previsão para nova Andradina, BR. 2021. Disponível em: <https://www.wunderground.com/dashboard/pws/INOVAA1/graph/2021-06-3/2021-06-3/daily>. Acesso em 20 jun. 2021.