

CONTROLADOR ELETRÔNICO DE BAIXO CUSTO PARA IRRIGAÇÃO DE PRECISÃO

Pedro Ayrwan Lúcio Vieira 1

Danyella Raissa Rodrigues Texeira 2

Samuel Silva 3

Lara Silva Xavier 4

Giovanni Matias Sampaio 5

1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das atividades mais importantes para a sustentação da vida e o desenvolvimento econômico de sociedades em todo o mundo. No entanto, regiões semiáridas enfrentam dificuldades específicas para manter a produtividade agrícola, especialmente devido à escassez de água, um recurso essencial e limitado. A adoção de tecnologias para o uso racional da água tornou-se uma das principais estratégias para garantir a sustentabilidade da produção agrícola em contextos de escassez hídrica. Nesse cenário, a irrigação automatizada destaca-se como uma solução eficaz para o manejo hídrico inteligente, reduzindo perdas e promovendo o uso eficiente dos recursos naturais.

Estudos recentes evidenciam os benefícios dos sistemas automatizados de irrigação no controle da umidade do solo, na redução de desperdícios e no aumento da produtividade (Stephanes et al., 2023; Silva et al., 2024). A aplicação de tecnologias de baixo custo, como a plataforma Arduino, tem se mostrado promissora para democratizar o acesso à automação, especialmente em comunidades rurais e na agricultura familiar (Brito et al., 2021; Satra et al., 2023).

Apesar dos avanços, ainda são escassos os estudos que aliam simplicidade de implementação, baixo custo e foco no pequeno produtor, especialmente em regiões com recursos técnicos e financeiros limitados. Dessa forma, este artigo propõe o desenvolvimento de um controlador de irrigação automatizado baseado em Arduino, com o objetivo de contribuir para a sustentabilidade da agricultura em regiões semiáridas e ampliar o acesso à tecnologia no meio rural.

Este projeto apresenta forte relevância social ao oferecer uma solução tecnológica acessível para pequenos produtores agrícolas, especialmente em regiões de baixo desenvolvimento tecnológico, como o entorno do Canal do Sertão, em Alagoas. Nesses contextos, a carência de recursos e a limitada adoção de tecnologias dificultam o aumento da produtividade e a sustentabilidade da produção. A utilização de um controlador de irrigação automatizado baseado na plataforma Arduino pode representar um avanço significativo, ao permitir a aplicação precisa da água, aumentar a eficiência dos cultivos e contribuir diretamente para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável das comunidades locais.

Do ponto de vista científico, o projeto integra conhecimentos de eletrônica, programação e sensoriamento em um contexto prático e relevante. A incorporação de sensores de umidade do solo permite o monitoramento em tempo real das condições hídricas, o que viabiliza análises sobre o crescimento das plantas e a otimização do uso da água (Shemul et al., 2022). Essa abordagem abre espaço para o desenvolvimento de técnicas de irrigação mais eficientes e adaptadas às condições locais.

Além dos benefícios ambientais, a automatização da irrigação traz vantagens econômicas ao reduzir o desperdício de água, diminuir os custos de produção e aumentar os rendimentos das lavouras. O baixo custo dos componentes eletrônicos utilizados torna

essa tecnologia viável até mesmo para produtores com recursos limitados, ampliando seu impacto social.

Como limitação, destaca-se a fragilidade dos componentes eletrônicos, que podem exigir substituição por versões mais resistentes ao longo do tempo, especialmente em ambientes rurais expostos.

2 METODOLOGIA

O projeto será desenvolvido no Ifal – Campus Piranhas, com colaboração voluntária de uma empresa de tecnologia e programação. Os testes de campo serão realizados em propriedades agrícolas de agricultores locais. O design da carcaça do controlador será feito no Fusion 360® (versão estudante), e a fabricação das peças ocorrerá com impressora 3D (filamento ABS e PLA) e máquina CNC de corte a laser (placas de acrílico), no espaço IFMaker. A execução prática seguirá as etapas:

1. Montagem do circuito – O Arduino Mega atuará como unidade central, conectado a sensores de umidade do solo e de chuva, display LCD, teclado, relés, motobomba e eletroválvulas.
2. Programação – Código em C/C++ para ler dados dos sensores, exibir no LCD e acionar motobomba e válvulas conforme necessidade de irrigação.
3. Calibração – Ajuste do sensor de umidade de acordo com as condições físicas do solo, utilizando curva de retenção de água (Equação 1) e inserção dos coeficientes A e B no controlador.
4. Testes e ajustes – Validação em laboratório e em campo, realizando ajustes de código e configuração para precisão e eficiência.

A decisão de irrigar será baseada nos dados do sensor de umidade instalado na profundidade radicular efetiva. O sensor mede a resistência elétrica do solo, convertida em porcentagem de umidade via equações calibradas para cada tipo de solo. O processo seguirá a lógica:

- Leitura da umidade pelo sensor;
- Acionamento da bomba e válvula se a umidade estiver abaixo do limite mínimo;
- Desligamento automático quando atingir o valor definido;
- Possibilidade de acionamento manual via teclado.

O solo inicial para teste será o da área experimental do Campus, com curvas de retenção determinadas para as profundidades de 0–20 cm e 20–40 cm (Equações 2 e 3). Após essa fase, serão realizados testes em cinco tipos de solo, com quatro repetições cada, gerando curvas de calibração confiáveis.

Figura 8. O esquema de funcionamento do controlador



Caso ocorram falhas de hardware, os itens poderão ser refeitos no IFMaker. Ajustes no código poderão contar com apoio técnico da Rede Maker vinculada à SETEC/MEC. Também será utilizada linguagem Python para tratamento das informações coletadas em C, via comunicação serial, visando automações adicionais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto foi concluído com sucesso, resultando em um controlador de irrigação automatizado totalmente funcional. O sistema utiliza teclado 4x4, display LCD, sensores de umidade e relés para o controle das válvulas, permitindo a irrigação automática de forma eficiente e prática.

Além do desenvolvimento do equipamento, foi elaborado um manual de usuário com instruções claras sobre montagem, configuração e operação. A lógica do sistema garante que a irrigação ocorra apenas quando a umidade do solo estiver abaixo do valor definido, promovendo economia de água e maior autonomia ao usuário.

Figura 10. Demonstração do funcionamento



4 CONCLUSÃO

O controlador apresenta ótimo desempenho na sua utilização e alto potencial para uma vida útil duradoura, com recursos suficientes para possibilitar aos agricultores usar água de forma mais eficiente, aplicando-a apenas quando e onde necessário, de forma a reduzir seu desperdício e a carga de trabalho manual dos agricultores, permitindo-lhes focar em outras atividades agrícolas importantes.

REFERÊNCIAS

BRITO, P. A. T. et al. Partida de motor controlado por Arduino usando como exemplo de aplicação um protótipo para irrigação de pequena, média e grande plantações de hortaliças. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 5, p. 53400-53419, 2021.

SATRA, S.; AGRAWAL, A.; GOGATE, S.; DARYAPURKAR, R.; MEHENDALE, N. Design and Implementation of Arduino-based Automatic Irrigation with Moisture Sensor. SSRN Electronic Journal, [s. l.], p. 1-5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4459992>.

SHEMUL, K. A.; SAHA, P.; BALA, D. Design and Implementation of Low Cost Automatic Irrigation System using Microcontroller. Journal of Applied Information Science, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 1-5, 2022.

SILVA, A. M.; SILVA, A. M.; PIRES, Y. P. Prototype for automating the irrigation system using the Arduino UNO R3 prototyping board for water control. Revista Interdisciplinar e do Meio Ambiente (RIMA), [s. l.], v. 6, n. 1, p. e235-e235, 2024.

STEPHANES, G. V.; SILVA, D. M. O direito agrário brasileiro no contexto do desenvolvimento sustentável na era digital. Revista Direito & Paz, [s. l.], v. 1, n. 48, p. 60-81, 2023.

¹ Graduando em Licenciatura em física, Instituto Federal de Alagoas/Campus Piranhas,AL.

² Graduando em Licenciatura em física, Instituto Federal de Alagoas/Campus Piranhas,AL.

³ Professor efetivo, Instituto Federal de Alagoas/Campus Piranhas,AL.

⁴ Especialista em Inteligência Artificial

⁵ Graduando em Engenharia Agrônoma, Instituto Federal de Alagoas/Campus Piranhas,AL.