

SISTEMA AUTOMATIZADO DE IRRIGAÇÃO COM CONTROLE INDIVIDUAL DE BOMBAS D'ÁGUA BASEADO EM SENSORES DE UMIDADE

Rafael de Bairros Zanetti
Emanuela Ramos
Luiza Lestch da Silveira

Samuel Moraes
Denice Beal
samuel.moraes15@escola.pr.gov.br

Colégio Estadual Arnaldo Busato, Verê - Paraná

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema automatizado de irrigação com controle individual de bombas d'água, utilizando sensores de umidade distribuídos em canteiros. O objetivo é otimizar o uso da água em ambientes controlados, como estufas, promovendo maior eficiência hídrica e redução da intervenção humana, considerando também o aprendizado e fixação dos conhecimentos referentes à área em questão, tanto no cultivo quanto na programação. A metodologia envolve o uso de microcontroladores, sensores de umidade e módulos de exibição para monitoramento em tempo real. Os resultados esperados incluem economia de recursos, aumento da produtividade e contribuição para práticas agrícolas sustentáveis.

Palavras-chave: Agricultura; Sensores; Sustentabilidade; Microcontroladores.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por soluções sustentáveis na agricultura tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias voltadas à automação de processos. A irrigação, sendo um dos principais fatores que influenciam a produtividade agrícola, representa um campo fértil para inovação. Sistemas automatizados baseados em sensores de umidade oferecem uma alternativa eficiente ao manejo hídrico tradicional, reduzindo desperdícios e promovendo maior controle sobre o ambiente de cultivo.

A proposta de desenvolvimento de um sistema automatizado de irrigação com controle individual de bombas d'água, baseado em sensores de umidade distribuídos, visa atender às demandas da agricultura de precisão. Espera-se que a implementação desse sistema proporcione uma série de benefícios técnicos, ambientais e econômicos, especialmente em ambientes controlados como estufas, onde a gestão hídrica é um fator crítico para o sucesso do cultivo.

A irrigação convencional, muitas vezes realizada de forma manual ou por temporizadores fixos, tende a ser ineficiente, resultando em desperdício de água e variações indesejadas na umidade do solo. Com o sistema proposto, espera-se uma redução significativa no consumo de água, estimada entre 25% e 40%, conforme apontam estudos realizados por Oliveira e Costa (2021), que analisaram sistemas similares em estufas de hortaliças. Essa economia se dá pela atuação localizada das bombas, que são acionadas

apenas quando os sensores detectam níveis de umidade abaixo do ideal em pontos específicos do canteiro.

Além disso, a manutenção de níveis constantes de umidade contribui para o desenvolvimento radicular uniforme das plantas, reduzindo o estresse hídrico e aumentando a eficiência na absorção de nutrientes. Segundo Almeida e Silva (2020), a estabilidade hídrica é um dos principais fatores que influenciam a produtividade em cultivos protegidos.

ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

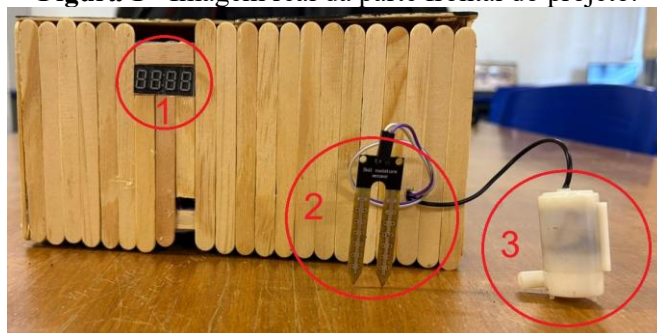
O sistema proposto foi desenvolvido utilizando o microcontrolador ROXO UNO, modelo escolhido pelos membros do clube de ciências atuantes no projeto, sensores de umidade resistivos, relés para controle de bombas d'água e o módulo de exibição TM1637. Cada sensor é posicionado em um ponto específico do canteiro, permitindo a leitura individualizada da umidade do solo. Quando o valor lido está abaixo do limite pré-definido, o sistema aciona a bomba correspondente, irrigando apenas a área necessária. O módulo TM1637 exibe os valores de umidade em tempo real, facilitando o monitoramento.

A lógica de controle foi implementada em linguagem C# utilizando a IDE do Arduino. O sistema foi testado em ambiente simulado com diferentes níveis de umidade e tipos de solo, visando validar sua eficiência e responsividade.

A escolha da linguagem de programação C# para codificação foi feita considerando que é a linguagem padrão do microcontrolador, a mais utilizada entre casos de estudo e profissionais, além do trabalho previamente realizado com os membros do clube de ciências.

Nas figuras apresentadas, é referenciado cada conjunto de componentes utilizados para construção do equipamento eletrônico.

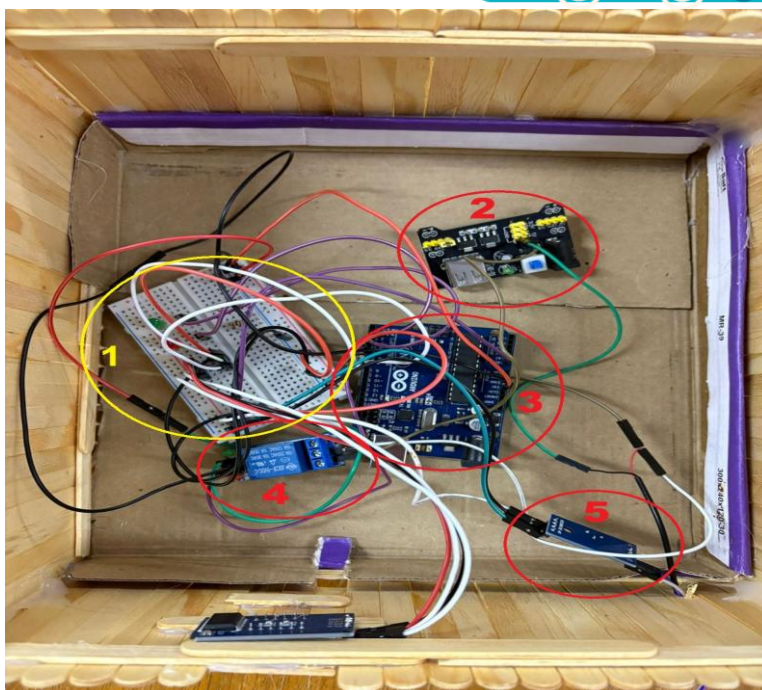
Figura 1 - Imagem real da parte frontal do projeto.



Fonte: Os autores (2025).

Marcado na Figura 1, estão apresentados os seguintes componentes: 1 - Display de 7 segmentos; 2 - Sensor de umidade do solo; 3 - Bomba d'água 5V.

Figura 2 - Imagem real da interna do projeto.



Fonte: Os autores (2025).

Marcado na figura 2, estão apresentados os seguintes componentes: 1 - Placa de ensaio; 2 - Controlador de energia; 3 - Arduino modelo ROXO; 4 - Relê para ativação da bomba; 5 - Controlador do sensor de umidade.

RESULTADOS ESPERADOS/PARCIAIS

Espera-se a diminuição da necessidade de intervenção manual no processo de irrigação. O sistema, ao operar de forma autônoma, permite que o produtor se concentre em outras atividades, aumentando a produtividade operacional. A automação também reduz erros humanos, como excesso ou falta de irrigação, que podem comprometer o ciclo de cultivo.

A utilização de microcontroladores como o ROXO UNO, aliado ao módulo de exibição TM1637, possibilita o monitoramento em tempo real dos dados coletados, oferecendo ao operador informações precisas sobre o estado hídrico do solo. Essa característica é essencial para a tomada de decisões estratégicas, como ajustes na frequência de irrigação ou na disposição dos sensores.

A modularidade do sistema é outro aspecto relevante. Por permitir a expansão para múltiplos sensores e bombas, o equipamento pode ser adaptado a diferentes configurações de cultivo, desde pequenos canteiros até estufas comerciais de grande porte. Essa flexibilidade torna o sistema aplicável a uma ampla gama de culturas, como hortaliças, flores, plantas ornamentais e até mesmo cultivos hidropônicos, desde que adaptado com sensores específicos.

Segundo Sousa e Moura (2019), a capacidade de adaptação dos sistemas automatizados é um dos principais fatores que determinam sua viabilidade econômica e técnica em diferentes contextos agrícolas. A proposta apresentada neste artigo se alinha a essa perspectiva, oferecendo uma solução escalável e de baixo custo.

Do ponto de vista ambiental, espera-se que o sistema contribua para a sustentabilidade da produção agrícola. A redução no consumo de água, aliada à diminuição do uso de energia elétrica (devido à atuação seletiva das bombas), representa um avanço em

direção a práticas mais responsáveis e alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 12 – Consumo e produção responsáveis.

Além disso, a coleta sistemática de dados permite a criação de históricos de umidade do solo, que podem ser utilizados para análises preditivas e planejamento de cultivos futuros. Essa abordagem está em consonância com o conceito de agricultura 4.0, que integra tecnologia, dados e inteligência artificial para otimizar processos produtivos (Rocha; Pereira, 2022).

Também referenciado neste artigo, o desenvolvimento pessoal e educacional dos estudantes construtores deste projeto, onde puderam conhecer novos modelos de controladores e sensores, além do estudo das áreas do cultivo e produtos a serem cultivados. Assim gerando um acréscimo positivo ao clube de ciências do Colégio Estadual Arnaldo Busato, Verê.

CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÕES

O sistema automatizado de irrigação com controle individual de bombas d'água representa uma solução viável e eficiente para o manejo hídrico em ambientes controlados. Sua implementação pode contribuir significativamente para a economia de recursos, aumento da produtividade e promoção de práticas agrícolas sustentáveis. Futuras melhorias podem incluir conectividade com redes sem fio, integração com plataformas de monitoramento remoto e uso de sensores capacitivos para maior precisão.

Até o momento, as atividades realizadas têm possibilitado que os estudantes desenvolvam um olhar crítico sobre os problemas no desperdício de água relacionado ao plantio, tanto no município de Verê/PR, quanto no mundo, despertando a consciência ambiental e o protagonismo juvenil na busca de soluções.

REFERÊNCIAS

Artigo de revista

ALMEIDA, F. A.; SILVA, R. T. **Sistemas automatizados de irrigação: uma abordagem prática**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 101-115, 2020.

FERREIRA, T. S.; LIMA, V. R. **Otimização de recursos hídricos em estufas automatizadas**. Boletim Técnico de Engenharia Agrícola, v. 12, n. 4, p. 123-134, 2021.

OLIVEIRA, M. J.; COSTA, D. L. **Desenvolvimento de sistemas embarcados para controle ambiental em estufas**. Tecnologia & Sociedade, v. 36, n. 1, p. 45-58, 2021.

ROCHA, L. M.; PEREIRA, C. A. **Microcontroladores na automação agrícola: estudo de caso com Arduino**. Revista Científica de Engenharia, v. 8, n. 1, p. 88-96, 2022.

SOUSA, P. R.; MOURA, F. G. **Aplicações de sensores de umidade em agricultura de precisão**. Caderno de Engenharia Agrícola, v. 10, n. 3, p. 67-74, 2019.