

Protótipo microcontrolado de baixo custo e em pequena escala de estufa para cultivo de plantas.

Christian Lucas Coutinho dos Santos, Olavo Prado Gonçalves Cruz, Pablo Fernandes da Silva e Hélio Lourenço Esperidião Ferreira

Colégios Univap – Unidade Centro / Fundação Vale Paraibana de Ensino, R. Paraibuna, 75 - Jardim São Dimas, São José dos Campos - SP, 12245-020, christiancoutinho961@gmail.com, o lavoprado593@gmail.com, pablofsilva2007@gmail.com, helioesperidiao@gmail.com

Resumo

Estufas automatizadas têm ganhado destaque na agricultura brasileira devido aos seus benefícios em sustentabilidade e segurança alimentar. Essas estufas são particularmente úteis para culturas de alto valor, como hortaliças e têm mostrado um aumento significativo na área cultivada nos últimos anos. Elas podem melhorar a produtividade e reduzir o consumo de água, além de diminuir a necessidade de agrotóxicos, o que contribui para práticas agrícolas mais sustentáveis. O custo inicial das estufas pode ser elevado. O artigo apresenta um projeto que utiliza o microcontrolador ESP-32 para a automação do cultivo. Esse sistema integra sensores para monitorar variáveis ambientais e controla funções como irrigação e climatização. O projeto mostrou-se eficaz em otimizar as condições de cultivo, tornando a operação mais eficiente e acessível. O desenvolvimento do sistema, que inclui a construção física da estufa com um aquário de acrílico, demonstrou sucesso na automação e no controle das condições internas da estufa. As estufas automatizadas têm o potencial de transformar a agricultura brasileira, promovendo práticas mais sustentáveis e tecnologicamente avançadas.

Palavras-chave: Estufa, sustentabilidade e acessível

Introdução

As estufas automatizadas estão ganhando destaque na agricultura brasileira, promovendo avanços significativos em produtividade, sustentabilidade e segurança alimentar. Em 2020, a área coberta por estufas no Brasil foi estimada em cerca de 18.000 hectares, representando um aumento de aproximadamente 20% em relação aos cinco anos anteriores (ABH, 2020). O uso dessas estufas, especialmente para culturas de alto valor como hortaliças, flores e frutas, tem crescido substancialmente.

Segundo a EMBRAPA, as estufas automatizadas podem aumentar a produtividade em até 40% em comparação com os sistemas convencionais ao ar livre, sendo especialmente eficazes para culturas como tomate, pimentão e alface, onde a produção pode ser até três vezes maior. Além disso, essas estufas permitem uma economia de água de até 50% graças ao uso de sistemas de irrigação por gotejamento controlados automaticamente, o que é crucial para a sustentabilidade, particularmente em regiões mais secas, como o Nordeste (EMBRAPA, 2022). O ambiente controlado das estufas reduz a necessidade de agrotóxicos em até 70%, melhorando a qualidade dos produtos e diminuindo o impacto ambiental.

A agricultura brasileira, que contribui com cerca de 21% do PIB do país, tem se beneficiado significativamente da eficiência proporcionada pelas estufas automatizadas. Regiões como São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul lideram a adoção dessas tecnologias, especialmente na produção de hortaliças e flores, que possuem alto valor agregado. Em termos de exportações, o Brasil já é um dos maiores exportadores de flores tropicais cultivadas em estufas, com um crescimento anual de 15% nas exportações desse setor nos últimos cinco anos (ABH, 2020).

Apesar dos benefícios, as estufas automatizadas enfrentam desafios, como o alto custo inicial e a necessidade de monitoramento constante. Os preços variam conforme o tamanho e os recursos das estufas, desde pequenos modelos para jardins domésticos até grandes estruturas comerciais (ABH, 2020). O projeto proposto visa construir um sistema de automação de baixo custo e pequena escala utilizando o microcontrolador ESP-32, que automatiza o cultivo e melhora os resultados na produção de hortaliças, mantendo a naturalidade das plantas.

Metodologia

Para a construção física da estufa foi utilizando um aquário de acrílico, onde foi adaptada uma tela de polietileno e composta por uma base de metal conforme pode ser visto na Figura 1.

Figura 1- Aquário utilizado para construção.



Fonte: Os autores (2024).

Foi construído um sistema microcontrolado utilizando o ESP-32 como componente central do sistema de controle do projeto. Como podemos ver na montagem física da Figura 2 e no diagrama elétrico representando a Figura 3 que apresenta um esquema de ligação entre o microcontrolador e os sensores de umidade, luminosidade e temperatura.

Figura 2- Circuito elétrico da Estufa

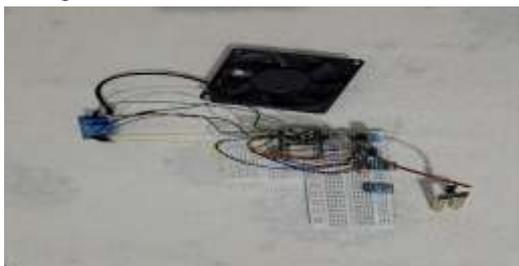
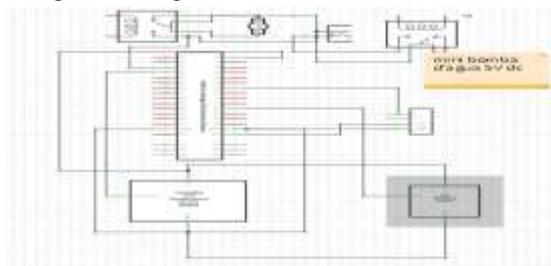


Figura 3- Diagrama elétrico do sistema microcontrolado



Fonte: Os autores (2024).

O sistema foi desenvolvido utilizando o microcontrolador ESP-32 e programado no ambiente Arduino IDE, na versão 1.8.13. Foram utilizadas bibliotecas essenciais para o funcionamento, como as bibliotecas ESP32 e Relé, além da integração de sensores de nível de água resistivos, que possibilitam a leitura dos níveis de água no reservatório. A configuração inicial do ESP-32 foi realizada no Arduino IDE, onde o dispositivo foi selecionado e programado para gerenciar o sistema de bombeamento.

A conexão física entre o sensor de nível de água e o ESP-32 foi estabelecida de maneira a possibilitar que o pino de sinal do sensor fosse conectado ao pino ADC (Conversor Analógico-Digital) do ESP-32, responsável por converter as leituras analógicas do sensor em valores digitais compreensíveis para o microcontrolador. A alimentação do sensor foi feita por meio de uma tensão de 3.3V fornecida pelo próprio ESP-32, com o pino de terra do sensor sendo conectado ao pino GND do microcontrolador.

A lógica de programação foi desenvolvida para que o ESP-32 monitorasse continuamente os níveis de água no reservatório. Para isso, o microcontrolador captava os valores analógicos fornecidos pelo sensor de nível e, com base em limites previamente definidos, acionava ou desligava a bomba de água utilizando um relé. O código foi estruturado para que, sempre que o nível de água estivesse abaixo de um valor pré-determinado, o relé fosse ativado, ligando a bomba para reabastecer o reservatório. Caso o nível de água estivesse acima do limite inferior, o relé desligava a bomba, interrompendo o bombeamento.

Resultados

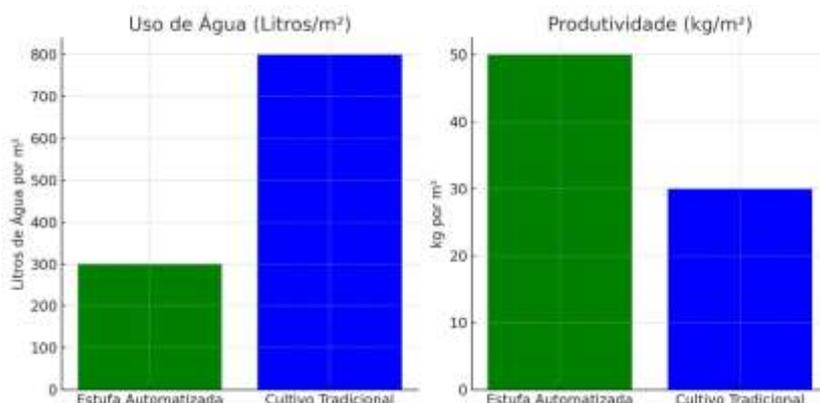
A estufa automatizada com ESP-32 oferece uma melhoria significativa sobre o cultivo tradicional, com uma redução marcante no uso de água, de 800 L/m² para 300 L/m². Essa economia é vital em um contexto de escassez de água e ajuda a reduzir os custos operacionais, tornando a produção agrícola mais econômica e ambientalmente sustentável.

Além disso, a estufa automatizada aumenta a produtividade das culturas para 50 kg/m², em comparação com os 30 kg/m² do método convencional. Esse aumento é resultado do controle preciso das condições internas da estufa, como temperatura e umidade, possibilitando um ambiente ideal para o crescimento das plantas e maximizando a eficiência do cultivo.

Os benefícios da estufa automatizada vão além da eficiência e produtividade; ela também promove práticas agrícolas mais sustentáveis. A redução do consumo de água e o aumento da produção contribuem para uma agricultura mais racional e menos impactante ao meio ambiente, respondendo aos desafios da escassez de recursos e ao crescimento populacional. às necessidades de uma população crescente de maneira mais sustentável e eficiente.

Portanto, a estufa automatizada com ESP-32 exemplifica como a tecnologia pode transformar a agricultura, oferecendo uma abordagem mais inteligente e sustentável para a produção de alimentos.

Figura 3 – Gráficos de Produtividade



Fonte: (EMBRAPA, 2022).

Discussão

Determinar um preço específico para uma estufa pode variar dependendo de vários fatores, como tamanho, material, marca e recursos adicionais. Estufas Pequenas para Jardim: Estufas pequenas, projetadas para uso doméstico em jardins ou quintais, geralmente variam de \$200 a \$1000 dólares. Essas estufas podem ser construídas com estruturas de metal e cobertas com policarbonato ou plástico. Estufas de tamanho médio, adequadas para entusiastas de jardinagem e horticultura, podem custar entre \$1000 e \$5000 dólares. Estas estufas podem ser construídas com estruturas de alumínio ou metal e cobertas com vidro temperado ou policarbonato. Estufas maiores são projetadas para uso comercial na produção de alimentos ou plantas ornamentais, podem variar de \$5000 a \$50.000 dólares ou mais, dependendo do tamanho e dos recursos incluídos. Essas estufas são geralmente construídas com estruturas de alta qualidade e podem incluir sistemas avançados de aquecimento, ventilação e irrigação (Palam, Greenhouses, Supply. 2023).

O presente trabalho oferece uma solução em menor escalada e de custo extremamente reduzido. O valor total do sistema pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1-Tabela de preços Estufa Automatizada

Item	quantidades	Preço
Mini bomba submersível 5V	1	R\$11,90
Módulo relé 5v	1	R\$7,50

Bh1750	1	R\$16,00
Módulo Sensor Umidade do Solo	1	R\$12,50
Cooler	1	R\$17,39
DHT11	1	R\$10,90
ESP 32	1	R\$39,99
LED 3MM	2	R\$0,20
Resistor 330 ohms	2	R\$0,10
ESP 32	1	R\$ 35,90
Total:R\$116,48		

Conclusão

O objetivo de construir uma pequena estufa de baixo custo foi concluído, a utilização de um aquário permite provar o conceito de funcionamento juntamente com o circuito utilizado. As estufas automatizadas estão revolucionando a agricultura brasileira, com foco em maior produtividade, uso eficiente de recursos e redução de impactos ambientais. Esses objetivos estão alinhados com a transformação do setor agrícola no Brasil e seu potencial para liderar globalmente em agricultura sustentável e de alta tecnologia. Com o crescimento contínuo e o apoio governamental, essa tecnologia pode posicionar o Brasil como um líder nesse campo. Para melhorar ainda mais o uso das estufas automatizadas, o desenvolvimento de um aplicativo integrado seria uma solução eficaz. Esse aplicativo permitiria monitorar e controlar em tempo real as condições da estufa, como temperatura, umidade e iluminação, através de uma interface amigável. Além disso, ele poderia incluir funcionalidades de análise de dados, ajudando os agricultores a identificar tendências e otimizar suas práticas de cultivo com base em dados históricos e em tempo real. A integração com dispositivos móveis e sistemas de automação existentes tornaria essa tecnologia mais acessível e fácil de usar, impulsionando a evolução da agricultura sustentável no Brasil.

Referências

EMBRAPA. Hidroponia: uma solução sustentável. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hidroponia>. Acesso em: 16 set. 2024.

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Relatório sobre Agricultura e Mudanças Climáticas. 2016. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 16 set. 2024.

FERNANDES, J. Tecnologias de automação em estufas agrícolas. Revista de Agricultura Moderna, v. 22, n. 3, p. 45-60, 2017.

LAMONT, W. et al. Greenhouse vegetable production economic report. HortScience Journal, v. 50, n. 12, p. 30-45, 2015.

LOUDON, J. C. The Encyclopedia of Gardening. 2. ed. London: Horticultural Press, 1822.

USDA – United States Department of Agriculture. Greenhouse vegetables production. 2021. Disponível em: <https://www.usda.gov>. Acesso em: 16 set. 2024.