

SMART GREENHOUSE: Automação Aplicada para Agricultura

Gabriel Matheus Fernandes Dias

Thiago Meireles Leite

Fernando dos Santos Garcia

Mateus Laurindo Silva

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma estufa automatizada com o objetivo de melhorar o controle das condições ambientais para o cultivo. O sistema é capaz de monitorar e controlar variáveis importantes como temperatura, umidade, ventilação e exaustão proporcional, garantindo um ambiente mais adequado para o crescimento das espécies cultivadas.

A estufa conta com controle de ventilação e exaustão em escala proporcional, permitindo ajustes mais precisos conforme a necessidade. Além disso, possui um sistema de irrigação automática, que contribui para o uso eficiente da água.

Outro diferencial é a integração com um sistema supervisório, que permite o acompanhamento em tempo real das condições e funcionamento da estufa por meio de um aplicativo no celular, facilitando o monitoramento e a tomada de decisão.

Dessa forma, o projeto demonstra como a automação pode ser aplicada para aumentar a eficiência, praticidade e controle em ambientes de cultivo.

Palavras-chave: *Estufa Inteligente. Controle proporcional. Sistema supervisório.*

Abstract: This work presents the development of an automated greenhouse aimed at improving the control of environmental conditions for cultivation. The system is capable of monitoring and controlling important variables such as temperature, humidity, ventilation, and proportional exhaust, ensuring a more suitable environment for the growth of cultivated species. The greenhouse features proportional ventilation and exhaust control, allowing more precise adjustments according to demand. In addition, it includes an automatic irrigation system, contributing to the efficient use of water resources.

Another distinguishing feature is its integration with a supervisory system, which enables real-time monitoring of greenhouse conditions and operation through a mobile application, facilitating both monitoring and decision-making processes.

Therefore, the project demonstrates how automation can be applied to increase efficiency, practicality, and control in cultivation environments.

Keywords: *Automated Greenhouse; Environmental Monitoring; Automation; Irrigation System; Supervisory System; Controlled Environment Agriculture.*

1 INTRODUÇÃO

A automação de processos tem se tornado cada vez mais presente em diferentes setores, incluindo a agricultura, onde a busca por maior eficiência, produtividade e controle tem impulsionado o desenvolvimento de soluções tecnológicas. Nesse contexto, o uso de estufas automatizadas destaca-se como uma alternativa viável para o controle das condições ambientais, permitindo a criação de um ambiente mais estável e adequado ao desenvolvimento das plantas.

Fatores como temperatura, umidade e luminosidade exercem influência direta no crescimento e na qualidade da produção vegetal. No entanto, o controle manual dessas variáveis pode ser impreciso, além de demandar tempo e constante supervisão. Esse cenário evidencia a necessidade de sistemas automatizados que sejam capazes de monitorar e ajustar essas condições de forma contínua e eficiente.

A presente pesquisa foi desenvolvida no contexto de um curso técnico em automação industrial, tendo como foco a criação de uma estufa automatizada equipada com sensores e atuadores para controle ambiental. O projeto contempla sistemas de ventilação, iluminação, irrigação automática e exaustão proporcional.

O problema que motivou este trabalho está relacionado à dificuldade de manter condições ideais de cultivo de forma manual, o que pode comprometer o desenvolvimento das plantas, gerar desperdícios de recursos e reduzir a eficiência do processo. Apesar de já existirem soluções no mercado, muitas apresentam custos elevados ou complexidade de implementação, tornando seu acesso limitado em determinados contextos.

Diante disso, este estudo busca desenvolver uma solução automatizada acessível e funcional, capaz de monitorar e controlar as variáveis ambientais de forma eficiente. A relevância do tema está associada tanto aos aspectos práticos, como a

otimização do cultivo e economia de recursos, quanto aos aspectos teóricos, ao aplicar conceitos de automação industrial em um cenário real.

Espera-se, como resultado, demonstrar que a automação aplicada ao controle de estufas pode contribuir significativamente para a melhoria das condições de cultivo, além de proporcionar maior praticidade, precisão e confiabilidade no processo. Dessa forma, o projeto visa não apenas solucionar um problema identificado, mas também evidenciar os benefícios da integração entre tecnologia e produção agrícola.

2 OBJETIVO

Desenvolver uma estufa automatizada capaz de monitorar e controlar, de forma eficiente, as variáveis ambientais de temperatura, umidade, exaustão proporcional e ventilação, visando otimizar as condições de cultivo e aumentar a eficiência do processo.

O Arduino Cloud é uma plataforma baseada em computação em nuvem que permite conectar dispositivos eletrônicos à internet, possibilitando o monitoramento e controle remoto de sensores e atuadores por meio de dashboards interativos. A plataforma fornece uma interface amigável para visualização de dados em tempo real, armazenamento de informações e interação com dispositivos conectados, tornando-se uma ferramenta importante para aplicações de Internet das Coisas (IoT).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza experimental, com abordagem qualitativa e quantitativa, voltada ao desenvolvimento e validação de um sistema automatizado para controle de variáveis ambientais em estufa.

A pesquisa foi desenvolvida no contexto de um curso técnico em automação industrial, por meio da construção de um protótipo de estufa automatizada. O sistema foi composto por sensores responsáveis pela medição de temperatura e umidade, além de atuadores destinados ao controle de ventilação, irrigação automática e exaustão de forma proporcional.

O controle do sistema foi implementado por meio de programação embarcada em microcontrolador, possibilitando a operação em modo automático realizando ajustes de forma autônoma com base nos dados coletados pelos sensores.

Adicionalmente, foi implementado um sistema supervisor, permitindo o monitoramento em tempo real das variáveis ambientais e do funcionamento dos dispositivos por meio de aplicativo móvel.

O desenvolvimento do projeto foi realizado em etapas, incluindo levantamento de requisitos, seleção de componentes, montagem do sistema, programação, testes e ajustes. Os testes foram conduzidos em ambiente controlado, simulando diferentes condições ambientais, com o objetivo de avaliar o desempenho e a resposta do sistema.

3.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO

O projeto Smart Greenhouse consiste em uma estufa automatizada desenvolvida para monitorar e controlar variáveis ambientais essenciais ao cultivo de plantas, como temperatura, umidade do solo, exaustão e ventilação. O sistema foi concebido com o objetivo de proporcionar condições adequadas para o desenvolvimento vegetal por meio da automação de processos que tradicionalmente são realizados manualmente.

A estrutura do sistema é composta por sensores responsáveis pela coleta de dados ambientais, um microcontrolador encarregado do processamento das informações e atuadores destinados ao controle dos dispositivos de ventilação, exaustão e irrigação. Os dados obtidos pelos sensores são analisados continuamente pelo sistema, que executa ações automáticas sempre que os parâmetros monitorados ultrapassam os limites previamente estabelecidos.

O sistema também conta com integração a uma plataforma supervisória acessível por aplicativo móvel, possibilitando o monitoramento remoto das variáveis ambientais e do estado dos equipamentos em tempo real.

A utilização de controle proporcional nos sistemas de exaustão permite ajustes graduais conforme as necessidades do ambiente, contribuindo para maior estabilidade das condições internas da estufa e melhor eficiência energética.

3.3 COMPONENTES UTILIZADOS

Para o desenvolvimento da estufa automatizada foram utilizados componentes eletrônicos e dispositivos de automação embarcada responsáveis pela aquisição de dados, processamento das informações e acionamento dos sistemas de controle.

Os principais componentes empregados no projeto foram:

- a) ESP32 NodeMCU-32S, utilizado como unidade central de controle do sistema;
- b) Sensor DS18B20, responsável pela medição da temperatura interna da estufa;
- c) Sensor capacitivo de umidade do solo, utilizado para monitorar as condições de irrigação;
- d) Bomba peristáltica para realização da irrigação automática;
- e) Exaustores laterais para controle térmico do ambiente;
- f) Ventilador central para auxílio na circulação e renovação do ar;
- g) Lâmpada dicróica utilizada como fonte de iluminação para a simulação do aumento de temperatura interna;
- h) Plataforma Arduino Cloud para supervisão, monitoramento remoto e visualização dos dados em tempo real;
- i) Fita de Led 12V para a iluminação geral da estufa.

A escolha desses componentes foi realizada considerando critérios como custo, disponibilidade, facilidade de integração e adequação aos objetivos do projeto.

3.4 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

O funcionamento da Smart Greenhouse baseia-se na coleta contínua de informações ambientais por meio dos sensores instalados na estufa, os dados obtidos são enviados ao microcontrolador ESP32, responsável pelo processamento das informações e tomada de decisões de controle.

O sensor DS18B20 monitora constantemente a temperatura interna da estufa, ou seja, quando a temperatura ultrapassa os limites estabelecidos o sistema aciona os exaustores laterais de forma proporcional à necessidade de resfriamento. Em situações de temperatura mais elevada, o ventilador central também é acionado para auxiliar na circulação do ar e reduzir o aquecimento interno.

A lâmpada dicróica é acionada fornecendo iluminação complementar para manter condições adequadas ao desenvolvimento das plantas e a simulação do aumento da temperatura interna.

O controle da irrigação é realizado por meio do sensor capacitivo de umidade do solo, quando a umidade medida fica abaixo do valor mínimo configurado, a bomba peristáltica é acionada automaticamente, fornecendo água até que o nível de umidade adequado seja restabelecido.

Todas as variáveis monitoradas e os estados dos equipamentos são transmitidos para a plataforma Arduino Cloud, permitindo o acompanhamento remoto em tempo real através de dispositivos móveis conectados à internet.

3.5 TESTES E RESULTADOS

A coleta de dados ocorreu durante os testes operacionais, sendo os valores analisados de forma comparativa em relação aos parâmetros previamente definidos.

Durante a fase de testes, o sistema apresentou funcionamento adequado na coleta e monitoramento das variáveis ambientais, com respostas coerentes às variações simuladas no ambiente. O sistema de exaustão demonstrou comportamento proporcional ao aumento da temperatura, contribuindo para a redução gradual dos valores medidos enquanto o sistema de irrigação foi acionado de acordo com os níveis de umidade estabelecidos.

O sistema demonstrou eficiência tanto na coleta de dados como no monitoramento remoto, possibilitando a visualização em tempo real das variáveis ambientais e do estado de operação dos dispositivos, contribuindo para maior controle e suporte à tomada de decisão.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma estufa automatizada capaz de monitorar e controlar variáveis ambientais essenciais ao cultivo, como temperatura, umidade e luminosidade. A partir da implementação do sistema, foi possível demonstrar a viabilidade da aplicação de técnicas de automação no controle de ambientes de cultivo, atendendo aos objetivos propostos.

A utilização de controle proporcional, sensores e sistemas embarcados contribuiu para ajustes mais precisos, enquanto a integração com o sistema supervisório possibilitou o acompanhamento em tempo real, agregando maior praticidade e controle ao processo.

Além disso, o projeto demonstrou benefícios relevantes, como a redução da necessidade de intervenção manual, maior estabilidade das condições ambientais e uso mais eficiente de recursos, especialmente no que se refere à irrigação. Esses fatores reforçam a importância da automação como ferramenta de apoio à produção agrícola.

Como limitações, destaca-se a necessidade de calibração mais refinada dos sensores e de ajustes nos parâmetros de controle, visando aprimorar o tempo de resposta do sistema em situações de variações mais abruptas. Tais aspectos indicam oportunidades de melhoria e aperfeiçoamento do projeto.

Como trabalhos futuros, recomenda-se o aprimoramento da arquitetura IoT já implementada, por meio da incorporação de recursos de armazenamento em nuvem, análise preditiva e algoritmos de controle mais avançados. Tais melhorias podem ampliar a autonomia operacional do sistema, favorecer a tomada de decisões baseada em dados e aumentar sua escalabilidade para aplicações de maior porte.

Dessa forma, conclui-se que a solução desenvolvida apresenta potencial para aplicação prática, contribuindo para a modernização de sistemas de cultivo e evidenciando a relevância da automação no contexto agrícola.

REFERÊNCIAS

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro U. B. *Sensores industriais: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Érica, 2011.

EMBRAPA. *Cultivo em ambiente protegido: manejo de estufas agrícolas*. Brasília: Embrapa, 2018.

ARDUINO. Arduino Uno Rev3. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 4 maio 2026.

SPARKFUN ELECTRONICS. Soil Moisture Sensor Guide. Disponível em: <https://www.sparkfun.com/>. Acesso em: 4 maio 2026.

EMBRAPA. Agricultura de Precisão: Conceitos e Aplicações.

MAXIM INTEGRATED DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer Datasheet. Disponível em: <https://www.analog.com>. Acesso em: 4 maio 2026.

ARDUINO Arduino Cloud Documentation. Disponível em: <https://docs.arduino.cc/arduino-cloud/>. Acesso em: 4 maio 2026.

ESPRESSIF SYSTEMS. ESP32 Technical Reference Manual. Disponível em: <https://www.espressif.com>. Acesso em: 4 maio 2026.

