17º SIEPE
SALÃO DE INOVAÇÃO, ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO
Ciência, Comunidades e Sustentabilidade:
AQUÍFERO GUARANI
como elo transfronteiriço
4 a 6 nov. 25
Unipampa Campus Bagé
REALIZAÇÃO: unipampa Universidade Federal do Pampa
APOIO: CNPq CAPES FAPERGS

Democratizando a Agricultura de Precisão: Automação de Estufas Agrícolas com Plataforma Acessível e Inteligente

Dieison Nunes Dutra, Aluno de graduação
Camilly Dreissig Stoll, Aluno de graduação
Eracilda Fontanela, Docente
Elder de Macedo Rodrigues, Docente
Vinãicius Cunha, Docente

E-mail: dieisonnd@gmail.com

O gerenciamento eficiente de microclimas em estufas agrícolas é um fator crítico para maximizar a produtividade e a qualidade dos cultivos, porém representa um desafio para pequenos e médios produtores devido a altos custos e à complexidade de operação dos sistemas comerciais atualmente disponíveis. A instabilidade de variáveis como temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) impacta diretamente o desenvolvimento das culturas, exigindo monitoramento contínuo e intervenções rápidas, condições que dificilmente podem ser atendidas de forma manual sem comprometer a eficiência do processo produtivo. Diante desse cenário, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de automação de baixo custo, robusto e de alta funcionalidade, projetado para oferecer uma solução prática e acessível de controle de T e UR em estufas agrícolas, com foco na conectividade e na possibilidade de gerenciamento remoto. A plataforma foi projetada sobre o microcontrolador ESP32, escolhido devido ao seu processador dual-core, conectividade Wi-Fi integrada, baixo consumo energético e ampla comunidade de suporte, características que viabilizam a adoção em aplicações de baixo custo sem renunciar à confiabilidade. A arquitetura de software foi construída sobre o sistema operacional de tempo real FreeRTOS, tornando possível a concorrência de tarefas críticas como leitura de sensores, comunicação com a internet, controle de atuadores e interação com o usuário, garantindo escalabilidade e estabilidade mesmo em cenários de carga intensa. A aquisição de dados é realizada por meio do sensor DHT22, responsável pela medição de T e UR, parâmetros importantes para a tomada de decisão no manejo da estufa. O acionamento dos atuadores, representados pelos sistemas de irrigação e nebulização, é feito por meio de relés, garantindo isolamento elétrico no chaveamento das cargas. A interação com o protótipo é viabilizada por uma interface homem-máquina (IHM) dupla: um display de cristal líquido (LCD) local, destinado à visualização do status do sistema, e, como diferencial, um chatbot multifuncional integrado à plataforma Telegram, que transforma um aplicativo de mensagens instantâneas em uma central de comando e monitoramento remoto. Essa integração permite ao usuário executar comandos manuais, como ativar ou desativar a irrigação e a nebulização, e configurar parâmetros do modo automático, incluindo limites de temperatura para

acionamento, intervalos de operação e duração dos ciclos. Para garantir confiabilidade e longevidade, foram implementadas algumas funcionalidades como: um servidor web embarcado em modo Access Point (AP) para configuração inicial da rede Wi-Fi e do token do chatbot, um sistema de atualização de software via Over-the-Air (OTA), que permite a manutenção remota do software sem necessidade de intervenção física, e uma rotina de diagnóstico que verifica a integridade da memória não volátil (NVS), o status dos sensores e o funcionamento dos atuadores, com envio de relatórios detalhados e até arquivos de "core dump" (registro do estado interno do processador no momento de uma falha) para análise de falhas críticas. Até o momento, a programação das rotinas principais foi concluída e encontra-se funcional, representando a base do sistema de automação. A próxima etapa consiste no projeto da ação de controle, que tornará possível transformar os dados coletados em decisões autônomas de atuação, tornando possível validar em campo a eficiência da solução no ajuste dinâmico das variáveis ambientais. Espera-se que a implementação dessa etapa confirme a viabilidade de uma solução acessível, escalável e de fácil operação, capaz de fornecer monitoramento contínuo e controle preciso. O projeto foi desenvolvido para que, uma vez validado, possa contribuir para a aplicação dos conceitos de agricultura digital em propriedades de menor porte, segmento que historicamente encontra barreiras de acesso a tecnologias sofisticadas. Assim, o trabalho não se limita à entrega de um sistema funcional, mas propõe uma plataforma, expansível e adaptável a diferentes realidades produtivas, com potencial de democratizar o uso de automação na agricultura. A integração entre FreeRTOS, atualizações OTA, autodiagnóstico e gestão remota pelo Telegram constitui a principal inovação, combinando baixo custo com funcionalidades tipicamente encontradas apenas em sistemas comerciais de alto valor. Dessa forma, a solução oferece aos produtores rurais uma ferramenta capaz de otimizar recursos, aumentar a produtividade e tornar o processo de cultivo mais resiliente às variações climáticas, representando um avanço significativo no acesso à agricultura de precisão.

Palavras-chave: Automação Agrícola; Agricultura de Precisão; Monitoramento Remoto.

Agradecimentos: O presente trabalho foi realizado com o apoio de:
Universidade Federal do Pampa.