

MONITORAMENTO INTELIGENTE DE IRRIGAÇÃO PARA HORTAS E PLANTAÇÕES

Luciene Cristina Alves Rinaldi
luciene.rinaldi@fatec.sp.gov.br

Fatec Pompéia

Daniel Lucas Ramos Barbante
daniel.barbante@fatec.sp.gov.br

Fatec Pompéia

RESUMO: Com o avanço da tecnologia, a utilização de ferramentas computacionais permite otimizar o tempo e a qualidade de vida tanto nas cidades quanto no campo, proporcionando à maioria da população um baixo custo de vida e promovendo a sustentabilidade ambiental. Além disso, essas ferramentas trazem benefícios relacionados às habilidades sociais das pessoas engajadas em atividades de cultivo por meio do controle ambiental. O cultivo de hortaliças é uma prática comum, realizada de forma domiciliar, oferecendo uma fonte de alimentação rica em vitaminas e minerais. A procura por esse tipo de alimento é alta, especialmente por aqueles que buscam uma dieta mais saudável e equilibrada. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver e avaliar um sistema inteligente em tempo real para monitorar a horta da Fatec de Pompéia, utilizando dispositivos de *hardware* e *software* baseados na Internet das Coisas (IoT). O sistema contará com sensores de temperatura, luminosidade e umidade para permitir a irrigação autônoma das hortaliças. Para apoiar o processo de monitoramento, serão estudadas as condições específicas de cultivo das espécies desenvolvidas no local, além de métodos eficientes relacionados às suas características, como semeadura, adubação, temperatura ideal, época de plantio, irrigação e colheita. Uma assistente virtual poderá auxiliar o usuário com dicas em tempo real, transmitidas por voz, sobre como manejar a plantação e orientá-lo sobre a irrigação inteligente, evitando assim o desperdício de água.

Palavras-chave: Monitoramento inteligente de cultivo. Irrigação autônoma. Internet das coisas na agricultura.

1. INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias digitais e o aumento da preocupação com a sustentabilidade têm impulsionado o desenvolvimento de soluções inovadoras para a agricultura. O cultivo de hortaliças, seja em pequenas residências ou em grandes propriedades agrícolas, desempenha um papel fundamental no incentivo de uma alimentação saudável. No entanto, a prática agrícola enfrenta desafios significativos relacionados ao uso eficiente dos recursos naturais, especialmente da água e à necessidade de monitoramento contínuo das condições de cultivo para garantir a qualidade da produção.

Nesse contexto, o conceito de Agricultura Inteligente, apoiado pela Internet das Coisas (IoT), surge como uma resposta promissora para otimizar o cultivo de hortaliças. A IoT facilita a comunicação entre dispositivos e a nuvem, bem como a interação entre os próprios dispositivos, criando um ecossistema conectado que permite monitorar e controlar processos agrícolas de forma eficaz. Por meio de sistemas automatizados que utilizam sensores para monitorar variáveis ambientais, como temperatura, luminosidade e umidade do solo, é possível alcançar uma irrigação mais eficiente, reduzir o consumo de recursos e aumentar a produtividade de maneira sustentável. Tais inovações tecnológicas também têm o potencial de capacitar agricultores no cultivo com informações em tempo real, permitindo uma tomada de decisão mais precisa. Graças ao advento de chips de computadores de baixo custo e telecomunicações com alta largura de banda, agora temos bilhões de dispositivos conectados à Internet que utilizamos no nosso dia a dia, com sensores capazes de coletar dados e interagir de forma inteligente com os usuários.

Sistemas de monitoramento de irrigação inteligente para hortas domésticas têm se tornado cada vez mais populares devido ao aumento da conscientização sobre a sustentabilidade e a busca por soluções eficientes para o cultivo de alimentos em ambientes urbanos. Estes sistemas combinam sensores de umidade do solo, sensores climáticos, controladores automatizados e algoritmos de aprendizado de máquina para otimizar a irrigação com base em condições ambientais e necessidades específicas das plantas. Estudos mostram que a utilização de sensores de umidade e temperatura, juntamente com sistemas de irrigação automatizados, podem reduzir significativamente o consumo de água, garantindo que apenas a quantidade necessária seja usada para manter a saúde das plantas (Iqbal *et al.*, 2022). Além disso, sistemas que integram tecnologia de IoT permitem o monitoramento e controle remoto, oferecendo uma interface amigável para o usuário gerenciar o sistema através de aplicativos móveis (Silva *et al.*, 2021). No entanto, desafios como o custo inicial elevado de implementação e a necessidade de conhecimentos técnicos básicos para a operação do sistema podem ser barreiras para a adoção em larga escala (Patel & Sharma, 2020). Portanto, para a popularização desses sistemas, é crucial desenvolver soluções mais acessíveis e educar os usuários sobre os benefícios e a operação dos sistemas de irrigação inteligente para garantir sustentabilidade e eficiência no cultivo de hortas domésticas.

A aplicação da IoT na agricultura tem revolucionado a forma como os produtores gerenciam suas operações, trazendo uma nova era de "agricultura inteligente". A IoT permite o monitoramento em tempo real de diversas variáveis agrícolas, como umidade do solo, temperatura, nível de nutrientes, e condições climáticas, através de sensores interconectados que transmitem dados continuamente para plataformas de análise. Esses dados podem ser usados para tomar decisões sobre irrigação, fertilização, controle de pragas e colheita, resultando em uma produção agrícola mais eficiente e sustentável (Gupta *et al.*, 2021). Por exemplo, o uso de sensores de umidade do solo, conectados a sistemas automatizados de irrigação, pode reduzir o consumo de água em até 50%, ajustando a irrigação com base nas necessidades específicas das plantas e nas condições climáticas em tempo real (Sharma & Verma, 2022). Além disso, o monitoramento de gado através de sensores vestíveis que rastreiam a saúde e localização dos animais ajuda a reduzir perdas e a otimizar a nutrição e cuidados veterinários (Rodríguez *et al.*, 2023).

Drones equipados com câmeras e sensores multiespectrais são usados para mapear campos e monitorar a saúde das culturas, permitindo a detecção precoce de doenças e deficiências nutricionais. No entanto, a implementação de IoT na agricultura enfrenta desafios como a conectividade de rede limitada em áreas rurais, altos custos iniciais de implementação e a necessidade de capacitação técnica dos agricultores para operar e manter esses sistemas (Patel *et al.*, 2020). Superar esses desafios requer políticas públicas de apoio, redução de custos de tecnologia e programas de treinamento direcionados para aumentar a adoção de soluções de IoT no campo.

Assistentes virtuais têm se tornado ferramentas essenciais na agricultura inteligente, ajudando a automatizar operações, melhorar a tomada de decisões e aumentar a eficiência no campo. Esses assistentes, que utilizam inteligência artificial (IA) e processamento de linguagem natural, permitem que agricultores obtenham informações em tempo real sobre condições meteorológicas, umidade do solo, níveis de nutrientes, pragas e doenças, através de comandos de voz ou mensagens de texto.

Ao integrar dados de sensores IoT, drones e imagens de satélite, assistentes virtuais oferecem recomendações precisas sobre o momento ideal para irrigação, fertilização e colheita, com base em análises preditivas de aprendizado de máquina (Singh *et al.*, 2022). Além disso, esses assistentes facilitam a gestão de inventário, programação de tarefas e monitoramento remoto de equipamentos agrícolas, reduzindo significativamente o tempo e esforço necessário para operações diárias (Kumar & Patel, 2022). Por exemplo, plataformas como o "FarmBot" utilizam assistentes virtuais para automatizar o cultivo de hortas, otimizando o uso de recursos como água e fertilizantes de forma inteligente (Martínez *et al.*, 2023). Contudo, a adoção de assistentes virtuais enfrenta desafios, como a necessidade de conectividade de internet estável, altos custos iniciais e a resistência dos agricultores mais tradicionais em adotar novas tecnologias (Gupta *et al.*, 2021). Para superar essas barreiras, é crucial investir em infraestrutura digital rural e promover capacitação técnica, além de desenvolver soluções que sejam acessíveis e fáceis de usar, especialmente para pequenos agricultores.

Os sistemas de irrigação automatizados têm revolucionado o manejo hídrico na agricultura, promovendo uso mais eficiente da água, que é um recurso cada vez mais escasso. Esses sistemas utilizam sensores de umidade do solo, clima, e até dados de satélite para fornecer irrigação precisa conforme as necessidades específicas de cada cultura, minimizando o desperdício de água e melhorando a produtividade. A irrigação automatizada pode reduzir o consumo de água em até 50% em comparação com métodos tradicionais, como a irrigação por sulcos, que frequentemente resulta em irrigação e escoamento de água (Morris *et al.*, 2021). Além disso, o uso de tecnologias como a IoT e algoritmos de aprendizado de máquina permite monitorar em tempo real as condições do solo e ajustar automaticamente os níveis de irrigação, criando um sistema adaptativo que se ajusta a mudanças nas condições climáticas e na evapotranspiração (Kumar & Singh, 2022). Essas tecnologias também possibilitam a irrigação de precisão, onde a água é aplicada diretamente na zona radicular das plantas, reduzindo ainda mais a evaporação e aumentando a eficiência da absorção de nutrientes (Rodríguez *et al.*, 2023).

Este projeto tem como objetivo desenvolver um sistema inteligente e em tempo real, com uma nuvem de gestão agrícola para o monitoramento da horta de Pompéia (Figura 2). Inicialmente, utilizaremos a Casa de Vegetação da Fatec de Pompéia para os experimentos (Figura 1). Será desenvolvido dispositivos de *hardware* e *software* integrados, baseados na tecnologia IoT, permitindo a automação da irrigação e oferecendo suporte por meio de um assistente virtual para orientações sobre o manejo das hortaliças. Ao promover a sustentabilidade e a eficiência no cultivo, buscamos contribuir para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais responsáveis e adaptadas às necessidades atuais.

Figura 1 – Casa da Vegetação de Pompéia



Fonte: Autor (2024)

Figura 2 – Horta na Fatec de Pompéia da Fundação Shunji Nishimura



. Fonte: Autor (2024)

Para apoiar o processo de monitoramento do cultivo de hortaliças, será necessário um levantamento bibliográfico de trabalhos relacionados, bem como o estudo de condições específicas de cultivo para as espécies desenvolvidas no local, além de métodos eficientes de cultivo, considerando características como semeadura, adubação, temperatura ideal, época de plantio, irrigação e colheita.

2. MATERIAIS, MÉTODOS E METODOLOGIA

a) Materiais:

- Kit de desenvolvimento de *hardware* de IoT Arduino, EPS-8266 e Sigfox; assistente de voz Alexa da AWS; sensores de temperatura, luminosidade e umidade; kit de irrigação com bicos de gotejamento e giratório; válvula solenoide e plantas cultivadas da Casa de Vegetação.

b) Métodos:

- A horta será dividida em três parcelas, cada uma contendo uma espécie de planta. Em cada parcela, dois sensores de umidade do solo serão instalados em diferentes profundidades (10 cm e 20 cm) para capturar variações de umidade.

- O sistema será configurado para ser ativado automaticamente quando a umidade do solo cair abaixo de 30%. Os sensores devem enviar os dados para a plataforma em nuvem a cada 30 minutos. O controlador de supervisão deve ajustar a quantidade de água distribuída de acordo com a necessidade da planta.

- Os dados de umidade do solo, temperatura e condições climáticas devem ser coletados e armazenados na plataforma em nuvem. O sistema deve analisar diariamente as descobertas para verificar padrões de consumo de água e otimizá-los. Além disso, relatórios semanais devem ser gerados para avaliar o crescimento das plantas e a eficiência hídrica.

c) Metodologia:

- Levantamento bibliográfico de informações para montagem do dispositivo embarcado (*hardware*); escrita da monografia e artigos;

- Configurar *software* e *hardware*;

- Integração de *hardware* e *software*;

- Desenvolver o dispositivo inteligente de monitoramento da horta caseira;

- Integrar dados da horta e da nuvem;

- Desenvolver o dispositivo inteligente de irrigação da horta caseira;

- Desenvolver as habilidades na Alexa para ativação de água e consultoria da horta caseira;

- Testes e Análises gerais do dispositivo e assistente de voz Alexa da AWS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto está em desenvolvimento com apoio do CNPq (bolsa PIBIT para o aluno) e a análise de resultados deste estudo será realizada com base nos dados coletados pelos sensores de umidade, luminosidade e temperatura, integrados ao sistema inteligente de monitoramento na nuvem. Os dados serão coletados em tempo real e armazenados em uma base de dados centralizada para posterior análise.

A análise será dividida nas seguintes etapas:

a) Organização e Pré-Processamento dos Dados: Os dados brutos coletados pelos sensores serão organizados e pré-processados para remover quaisquer inconsistências e será feito a normalização de valores para facilitar as comparações e análises;

b) Análise Descritiva: Será realizada uma análise descritiva para compreender as características dos dados coletados. Estatísticas como médias, medianas, desvios padrão e frequências serão calculadas. Gráficos e tabelas serão utilizados para apresentar visualmente as variações e tendências dos dados ao longo do tempo;

c) Análise Comparativa: Comparações serão feitas entre os diferentes parâmetros monitorados para entender como eles afetam uns aos outros e o impacto nas condições da Casa de Vegetação. Serão realizadas análises comparativas antes e depois da implementação do sistema de irrigação inteligente para avaliar a eficácia do sistema em termos de economia de água e manutenção das condições ideais de cultivo;

d) **Análise de Correlação e Regressão:** Técnicas de correlação e regressão serão aplicadas para investigar relações entre variáveis, como umidade do solo e a temperatura do ambiente. Isso ajudará a entender melhor os fatores que influenciam a eficácia do sistema de irrigação inteligente e fornecerá *insights* para possíveis ajustes e melhorias;

e) **Avaliação da Eficiência do Sistema:** A eficiência do sistema de irrigação será avaliada com base na redução do consumo de água e na manutenção das condições ideais de umidade e temperatura para o cultivo. A eficiência será comparada com os sistemas de irrigação tradicionais, para verificar se o sistema proposto atende aos objetivos de sustentabilidade e acessibilidade.

4. DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Os resultados serão discutidos em termos de sua relevância para a prática agrícola e sua contribuição para a literatura existente sobre o uso de tecnologias de IoT na agricultura. Serão identificadas as implicações dos resultados e discutidas as possíveis limitações do estudo. Deve ser avaliado os seguintes critérios:

a) **Eficiência hídrica:** medida pela quantidade de água usada por planta;

b) **Crescimento das plantas:** deve ser avaliado a precisão semanal de altura e biomassa;

c) **Autonomia do sistema:** deve ser analisado o tempo que o sistema consegue operar com a bateria (monitorar consumo de energia dos dispositivos), frequência de comunicação com a nuvem, frequência que o sistema precisa de manutenção (troca de bateria, manutenção de *software*, avaliar ciclos de operações). Com base nessa abordagem estruturada de análise de resultados, espera-se obter uma compreensão aprofundada da eficácia do sistema proposto e identificar oportunidades de melhorias e de aplicação prática para o público de hortas caseiras.

REFERÊNCIAS

- Gupta, A.; Kumar, R.; Singh, P.; Sharma, V. Agricultura inteligente baseada em IoT: desafios e oportunidades. *Journal of Agricultural Technology*, v. 7, n. 3, p. 123-135, 2021.
- IQBAL, M. et al. Irrigação inteligente usando IoT para jardins domésticos. *Journal of Agricultural Technology*, v. 18, n. 3, p. 123-135, 2022.
- KUMAR, A.; SINGH, B. IoT e aprendizado de máquina para irrigação inteligente. 2022.
- MARTINEZ, A.; SILVA, B.; OLIVEIRA, C. *FarmBot: Automatizando Hortas Domésticas com IA*. São Paulo: Editora Tech, 2023.
- MORRIS, J.; SMITH, A.; JOHNSON, L.; WILLIAMS, R. *Otimizando o uso da água na agricultura com irrigação automatizada*. 1. ed. Nova York: Springer, 2021.
- PATEL, A.; SHARMA, R. Desafios na adoção de sistemas inteligentes de irrigação. *Journal of Agricultural Technology*, v. 12, n. 3, p. 45-58, 2020.
- RODRÍGUEZ, A.; SILVA, B.; MARTÍNEZ, C. Monitoramento inteligente de pecuária usando IoT. 2023.
- SHARMA, A.; VERMA, B. *Gestão de água com IoT na agricultura*. 1. ed. Nova York: Springer, 2022.
- SILVA, J.; OLIVEIRA, M.; SOUZA, R. Sistemas de Irrigação Baseados em IoT para Agricultura Urbana. *Journal of Agricultural Technology*, v. 12, n. 3, p. 45-58, 2021.
- SINGH, A.; KUMAR, R.; SHARMA, P. Assistentes virtuais em agricultura de precisão: uma revisão. 2022.