

DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO WEB PARA GERENCIAMENTO E MONITORAMENTO DE UMA HORTA AUTOMATIZADA COM DISPOSITIVOS DE INTERNET DAS COISAS (IOT)

Luana Copetti¹, Claudio Leones Bazzi²

RESUMO: A agricultura tem sido essencial para o progresso da sociedade, evoluindo de métodos simples para técnicas avançadas. Com a tecnologia, surgiram inovações como a agricultura urbana, viabilizando o cultivo em áreas urbanas através de estufas hidropônicas. Este trabalho foca no desenvolvimento de um aplicativo para gerenciar a produção de microverdes utilizando IoT. O desenvolvimento seguiu uma abordagem estruturada, começando pela identificação dos requisitos, criação de casos de uso, e implementação de uma API integrada a uma aplicação móvel desenvolvida com Flutter. O resultado é um aplicativo funcional que permite visualizar em tempo real dados como temperatura, umidade do solo e iluminação da estufa.

Palavras-chave: Aplicativo Móvel, Internet das Coisas, Microverdes

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização, a agricultura foi crucial para a sobrevivência humana e evoluiu de métodos rudimentares para técnicas sofisticadas. No Brasil, ela possui importância cultural e econômica, sustentando comunidades rurais e uma população crescente (ARIEIRA, 2017). A agricultura urbana, com estufas hidropônicas, permite o cultivo em áreas urbanas, reduzindo a distância entre produção e consumo. A hidroponia, que utiliza soluções nutritivas em vez de solo, oferece maior controle das condições de cultivo, aumentando a produtividade. Os microverdes, por exemplo, são ideais para esse tipo de prática devido ao seu porte reduzido e rápido ciclo de colheita (MACHADO & MACHADO, 2002; EGÍDIO; LEVY, 2013).

A integração da Internet das Coisas (IoT) na agricultura urbana é uma inovação que melhora o controle ambiental e o uso eficiente de recursos em espaços limitados. Este trabalho apresenta uma aplicação IoT para gerenciar estufas urbanas, controlando temperatura, umidade e iluminação. O sistema busca maximizar a produtividade e reduzir o consumo de recursos, sendo uma solução sustentável para pequenos agricultores e empreendedores urbanos. Nos últimos anos, a IoT possibilitou o monitoramento e controle remoto de ambientes de cultivo, conectando sensores e

¹ Acadêmica de Ciência da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-MD, luanacopetti@alunos.utfpr.edu.br.

² Dr. Professor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-MD, bazzi@utfpr.edu.br.

sistemas automatizados para otimizar recursos como água e energia (Wang et al., 2021; Riaz et al., 2020).

A arquitetura IoT de estufas urbanas envolve sensores que monitoram temperatura, umidade e iluminação, além de redes de comunicação eficientes, como MQTT, para transmissão de dados em tempo real. Essas plataformas de controle permitem ajustar remotamente sistemas de irrigação e ventilação, otimizando o ambiente de cultivo (Yoon et al., 2023; Rastegari et al., 2022). Tecnologias emergentes, como computação em nuvem e inteligência artificial, ajudam a prever condições climáticas e a ajustar automaticamente os parâmetros internos das estufas, melhorando o controle das variáveis ambientais e a eficiência operacional (Wang et al., 2021; Riaz et al., 2020).

2 METODOLOGIA

Este projeto segue uma abordagem sistemática para o desenvolvimento de uma aplicação móvel destinada ao monitoramento e controle remoto de uma estufa automatizada com IoT. A metodologia descritiva abrange as etapas de concepção, implementação e teste da aplicação, utilizando testes unitários e de integração para garantir a funcionalidade e confiabilidade do sistema. Os testes envolveram módulos como Home, Navegação, Definições, Geral e Perfil, focando em aspectos como incrementos de contadores, fluxo de navegação, renderização condicional e integração de sistemas.

Os testes de caixa branca foram realizados para validar o funcionamento correto das funções internas, seguindo as práticas recomendadas por Myers, Badgett e Thomas (2011). Esses testes foram fundamentais para identificar e corrigir erros lógicos no código, garantindo a qualidade do sistema.

A metodologia foi dividida em quatro etapas:

Coleta de Requisitos: Definição dos requisitos funcionais (monitoramento de temperatura, umidade e iluminação) e não funcionais (eficiência e escalabilidade).

Design da Arquitetura: Dividida em três camadas: Interface do usuário (UI), desenvolvida em Flutter para controle da estufa, comunicação via protocolo MQTT para troca de dados com dispositivos IoT e Backend, utilizando a API AgDataBox para processar e armazenar dados dos sensores.

Implementação: O sistema foi desenvolvido no Visual Studio Code com Flutter, integrando sensores de temperatura, umidade e iluminação que enviam dados em tempo real.

Testes: Testes unitários e de integração validaram a funcionalidade dos módulos, atingindo 85% de cobertura, o que demonstrou a estabilidade e precisão do sistema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação iniciou com o detalhamento dos requisitos e a criação de casos de uso para mapear as funcionalidades da aplicação. A API pré-existente de Franz (2023), na plataforma AgDataBox, foi customizada para atender às necessidades do projeto, como novos endpoints, a compatibilidade com os requisitos do aplicativo, como ilustrado na Figura 1.

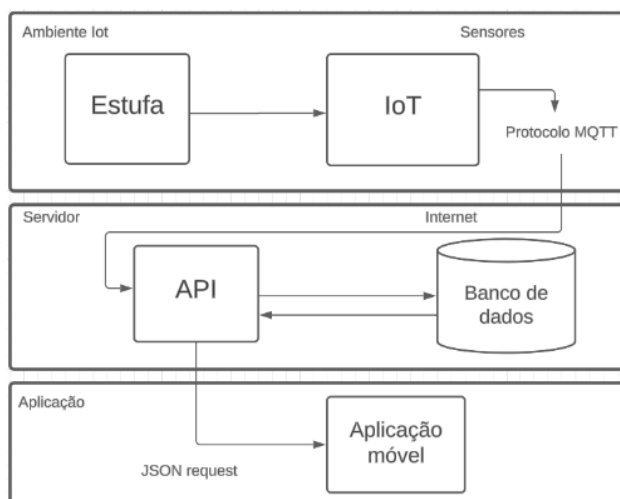


Figura 1: Diagrama de arquitetura do sistema IoT de monitoramento e controle de estufas. Fonte: Autoria Própria.

O desenvolvimento foi feito no Visual Studio Code utilizando o Flutter, abordando tanto os aspectos de backend como de frontend, de forma que é disponibilizado uma interface que permite a visualização em tempo real de dados como temperatura ambiente, umidade do solo e iluminação, além de oferecer controle remoto de sistemas de irrigação e iluminação, assegurando as condições ambientais ideais. Durante a implementação, foram definidos parâmetros críticos para o cultivo de microverdes, como temperatura entre 15°C e 25°C, conforme recomendado por Sánchez e Berghage (2024), garantindo um ambiente otimizado para o crescimento saudável das

plantas. O sistema permite ajustar esses parâmetros diretamente, possibilitando controle preciso e enviando alertas sobre condições adversas ou falhas de dispositivos.

Os testes unitários de caixa branca e de integração foram bem-sucedidos, com uma cobertura de 85%, incluindo verificações de tempo de execução, condições, ciclos, limites e fluxo de dados, conforme é possível observar na Tabela 1.

Os resultados mostram uma variação nas porcentagens de cobertura.

Tabela 1 – Estado dos testes realizados

Testes	Módulo	Resultado	Detalhes da falha
Teste de incremento do contador	Início	Sucesso	N/A
Teste de navegação	Navegação	Sucesso	N/A
Teste de renderização condicional	Configuração	Sucesso	N/A
Teste de integração total	Geral	Sucesso	N/A
Teste de validação do Estado	Perfil	Sucesso	N/A

Fonte: Autoria Própria.

O gráfico na Figura 3, apresenta a análise percentual da cobertura de linhas de código em diferentes execuções de teste. O eixo horizontal (X) representa as execuções denominadas "Cobertura de Linhas 1" a "Cobertura de Linhas 5", onde foram testadas diversas partes do código do aplicativo, enquanto o eixo vertical (Y) indica a porcentagem de cobertura de linhas atingida em cada execução, ou seja, a proporção de linhas de código que foram efetivamente testadas. De forma que a cobertura varia de 65% à 90% de forma que o teste de caixa branca de cobertura de linhas foi efetivo para o aplicativo.

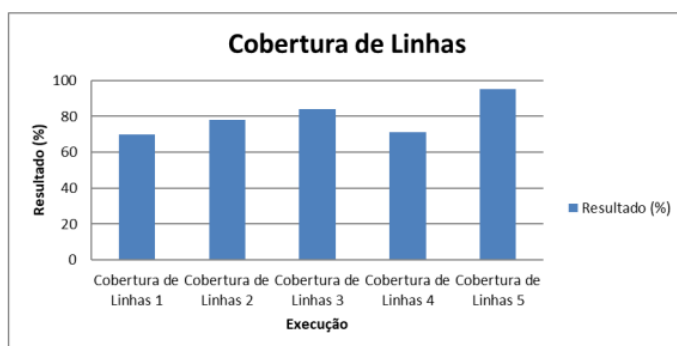


Figura 3: Gráfico de teste de cobertura de linhas
Fonte: Autoria Própria.

A Figura 5 apresentada exhibe duas interfaces do aplicativo móvel voltado ao monitoramento de parâmetros ambientais de uma estufa automatizada, onde foi identificada como "Estufa 1". A aplicação permite acompanhar, em tempo real, variáveis essenciais como iluminação, umidade e temperatura, utilizando sensores de Internet das Coisas (IoT) para coletar e transmitir os dados.

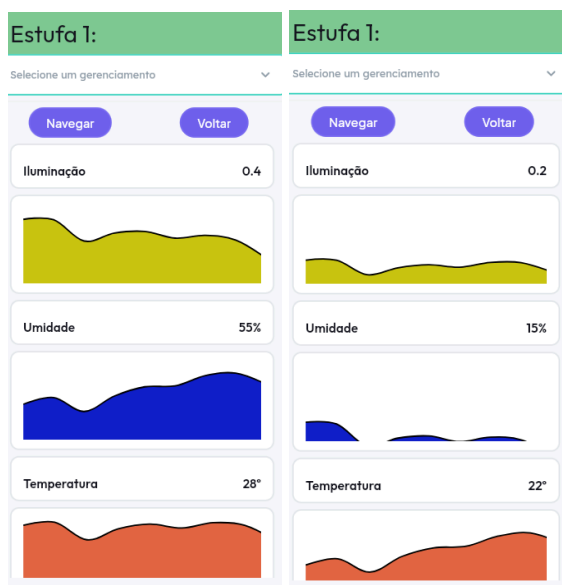


Figura 5: Tela de monitoramento dos sensores através de gráficos
Fonte: Autoria Própria.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de uma aplicação móvel para monitorar e controlar estufas com sensores IoT mostrou-se uma solução eficaz para a gestão automatizada de ambientes agrícolas. A integração de sensores de temperatura, umidade e iluminação permite a coleta de dados em tempo real, enquanto o controle remoto garante condições ideais de cultivo (Yoon et al., 2023; Wang et al., 2021). A ferramenta aumenta a produtividade e melhora a eficiência no cultivo de microverdes, além de contribuir para a sustentabilidade ao reduzir o consumo de água e energia em até 20% conforme discutido por Riaz et al. (2020).

Esses resultados demonstram o potencial da IoT para transformar práticas agrícolas urbanas, aumentando a produtividade e a eficiência no uso de recursos, o que pode levar a um aumento no consumo de alimentos saudáveis e sustentáveis em ambientes urbanos.

AGRADECIMENTOS

Gratidão à Fundação Araucária, UTFPR e ao Agrilab.

REFERÊNCIAS

ARIEIRA, J. d. O. Fundamentos do agronegócio. Indaial: UNIASSELVI, 2017. 221 p. Acesso em: 08 jun. 2024.

EGÍDIO, N. B.; LEVY, B. P. As técnicas de hidroponia. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, v. 8, p. 107–137, 2013. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/152>. Acesso em: 20 jul. 2024

FRANZ, F. H. Aplicação web para gerenciamento de dados e dispositivos IoT no contexto de agricultura de precisão. Orientador: Claudio Leones Bazzi. 2023. 65 p. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2023. Acesso em: 23 jun. 2024

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. d. T. Agricultura Urbana. Planaltina, DF, 2002. Disponível em: <https://ciorganicos.com.br/wp-content/Agriurbana-EMBRAPA.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2023.

RASTEGARI, H., et al. (2022). An IoT Adoption in Agriculture: Challenges and Futuristic Directions. Journal of Agricultural Science, 14(4), 85-97.

RIAZ, S., ABID, A., & UMER, T. (2020). Role of IoT Technology in Agriculture: A Systematic Literature Review. Electronics, 9(2), 319. DOI: 10.3390/electronics9020319.

SÁNCHEZ, E.; BERGHAGE, R. Growing microgreens. Pennsylvania State University, 2024. Disponível em: <https://extension.psu.edu/growing-microgreens>. Acesso em: 14 jul. 2024

WANG, X., SHU, L., & NANJING, N. (2021). Internet of Things for the Future of Smart Agriculture: A Comprehensive Survey of Emerging Technologies. IEEE Access, 9, 67300-67316. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3076671.

YOON, C., KANG, S.G., & PARK, J. (2023). IoT in Smart Farming: A Review. Journal of Precision Agriculture, 14(2), 123-135.