SISTEMA MOBILE DE MONITORAMENTO DE IRRIGAÇÃO PARA ESTUFAS E HORTAS

Gabriel Carrinho Faria de Souza, Giovanna Venâncio Domiciano, Lucas Rodrigues Ferreira.

Colégio Técnico "Antônio Teixeira Fernandes"/Curso Técnico em Informática, São José dos Campos-SP, Brasil. Orientador: Prof. Bruno Michel Pera.

Resumo

O presente artigo apresenta a conversão do projeto EcoTherms para o formato de iniciação científica, com foco no desenvolvimento de um sistema mobile aplicado ao monitoramento da irrigação em estufas e hortas. O objetivo foi propor uma solução integrada entre sensores, microcontrolador ESP32, comunicação MQTT, banco de dados Firebase e aplicativo Android desenvolvido em Kotlin. A metodologia adotada foi aplicada e descritiva, envolvendo levantamento bibliográfico, definição de requisitos, modelagem da arquitetura e organização modular do software. Como resultado, foi estruturado um sistema capaz de coletar dados de temperatura, umidade do ar e umidade do solo, enviar leituras em tempo real, armazenar histórico e emitir alertas ao usuário. Conclui-se que a proposta favorece o uso racional da água, amplia o controle do cultivo protegido e aproxima conteúdos de Informática, Internet das Coisas e sustentabilidade de uma aplicação prática.

Palavras-chave: Irrigação inteligente. Internet das Coisas. Aplicativo Android. Estufa agrícola. Sustentabilidade.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra - Ciência da Computação.

Introdução

A estufa agrícola é uma estrutura de cultivo protegido que permite reduzir os impactos de variações climáticas, como chuvas intensas, ventos, granizo e frio, criando condições mais controladas para o desenvolvimento das plantas. Em hortas e estufas de pequeno porte, o acompanhamento de temperatura, umidade do ar e umidade do solo torna-se essencial para manter o ambiente próximo das necessidades da cultura cultivada. Quando essas variáveis não são monitoradas, podem ocorrer estresse hídrico, excesso de água nas raízes, aumento de doenças e redução da produtividade.

A umidade do solo é uma das variáveis mais importantes no manejo da irrigação, pois indica se a planta está recebendo água em quantidade adequada. A irrigação realizada sem critérios técnicos pode causar desperdício de água ou encharcamento do solo, enquanto a ausência de irrigação no momento correto prejudica o crescimento das plantas. Nesse contexto, o uso de sensores e sistemas conectados possibilita decisões mais rápidas e baseadas em dados.

A Internet das Coisas permite que dispositivos físicos coletem informações do ambiente e as enviem para sistemas digitais. Ao combinar sensores, microcontroladores, banco de dados em nuvem e aplicativos móveis, torna-se possível acompanhar remotamente uma horta ou estufa e receber alertas quando alguma condição exigir atenção. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um sistema mobile para monitoramento de irrigação, integrando hardware e software em uma solução educacional e sustentável.

Metodologia

A pesquisa possui caráter aplicado e descritivo, pois busca desenvolver uma solução tecnológica para um problema prático relacionado ao manejo da irrigação. O trabalho foi organizado em etapas: levantamento das necessidades do cultivo protegido, definição dos requisitos do sistema, escolha das tecnologias, modelagem da arquitetura, desenvolvimento do aplicativo e estruturação dos recursos de monitoramento.

O sistema foi planejado com sensores de temperatura, umidade do ar e umidade do solo conectados a uma placa ESP32. As leituras são enviadas por meio do protocolo Message Queuing Telemetry Transport (MQTT), utilizando um broker HiveMQ como intermediário da comunicação. Os dados são estruturados em formato JavaScript Object Notation (JSON), permitindo interpretação simples pelo aplicativo e posterior armazenamento no Firebase.

O aplicativo Android foi projetado em Kotlin, seguindo a arquitetura Model-View-ViewModel (MVVM), que separa interface, regras de negócio e gerenciamento de dados. Essa organização facilita a manutenção, permite evolução futura do sistema e favorece a criação de telas para cadastro de plantas,

visualização de leituras, consulta de histórico, geração de gráficos e configuração de limites para alertas.

Tabela 1 - Principais componentes do sistema EcoTherms.

Componente	Função no sistema	Resultado esperado
Sensores	Medir temperatura, umidade do ar e umidade do solo.	Leituras ambientais em tempo real.
ESP32	Coletar dados e publicar mensagens na rede.	Integração entre ambiente físico e software.
MQTT/HiveMQ	Intermediar a troca de mensagens entre dispositivos.	Comunicação leve e rápida para IoT.
Firebase	Armazenar medições e sincronizar informações.	Histórico para consultas e gráficos.
App Android	Exibir dados, plantas, limites e alertas.	Acompanhamento remoto pelo usuário.

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Resultados

Como resultado do planejamento, foi definida uma arquitetura composta por sensores, ESP32, broker MQTT, Firebase e aplicativo Android. Essa arquitetura estabelece um fluxo no qual os sensores realizam a coleta de dados, a ESP32 processa e envia as informações, o broker MQTT distribui as mensagens, o Firebase registra o histórico e o aplicativo apresenta os dados ao usuário.

A estrutura modular do aplicativo contempla autenticação, cadastro de plantas, tela principal de monitoramento, histórico, gráficos, perfil e configurações. Também foi prevista a configuração de limites ambientais, permitindo emitir alertas quando a umidade do solo estiver abaixo do adequado ou quando variáveis como temperatura e umidade do ar indicarem risco para o cultivo.

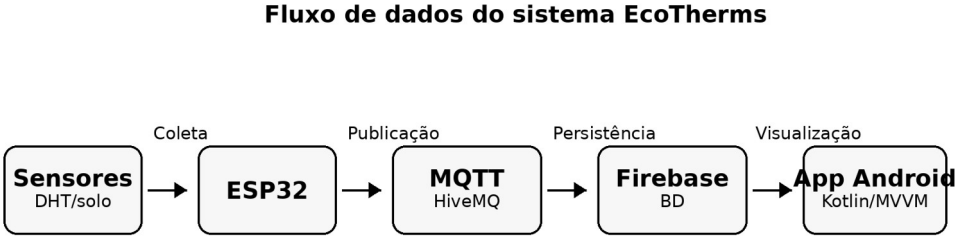
Além do fluxo de dados, foram definidos requisitos funcionais para orientar a implementação do protótipo. Esses requisitos procuram garantir que o usuário consiga cadastrar plantas, acompanhar leituras recentes, consultar medições anteriores e compreender rapidamente quando o ambiente está fora dos limites configurados.

Tabela 2 - Requisitos funcionais previstos para o aplicativo.

Requisito	Descrição
Cadastro de plantas	Permitir registrar nome, espécie e dados básicos de cada cultivo.
Monitoramento	Apresentar temperatura, umidade do ar e umidade do solo recebidas dos sensores.
Histórico	Guardar medições para consultas e análise posterior.
Alertas	Avisar o usuário quando uma variável estiver fora dos limites definidos.
Gráficos	Exibir a evolução das leituras para apoiar a tomada de decisão.

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Figura 1 - Arquitetura geral do sistema EcoTherms.



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Discussão

A proposta demonstra que tecnologias de baixo custo podem auxiliar no manejo de pequenas hortas e estufas. O uso do MQTT é adequado ao contexto por exigir poucos recursos de processamento e permitir comunicação rápida, característica importante para dispositivos embarcados. A integração com o Firebase amplia as possibilidades do sistema, pois permite armazenar leituras e organizar dados históricos, elemento essencial para comparar períodos e acompanhar a evolução das condições ambientais.

Do ponto de vista educacional, o projeto articula programação Android, banco de dados, arquitetura de software e Internet das Coisas. Essa integração favorece a aprendizagem baseada em projeto, pois transforma conteúdos técnicos em uma aplicação concreta relacionada à sustentabilidade. Além disso, o monitoramento por aplicativo pode facilitar a tomada de decisão do usuário, reduzindo a irrigação desnecessária e contribuindo para o uso racional da água.

Uma limitação do protótipo está relacionada à necessidade de calibração dos sensores de umidade do solo, pois diferentes tipos de substrato podem gerar leituras distintas. Por isso, recomenda-se que testes práticos sejam realizados com o solo utilizado na horta ou estufa antes da definição dos limites de alerta. Também é importante considerar a estabilidade da conexão com a internet, visto que o envio dos dados depende de comunicação em rede.

Como possibilidade de continuidade, o sistema pode receber acionamento automático de bomba ou válvula solenoide, relatórios em PDF, identificação das plantas por imagem e integração com painéis administrativos. Essas melhorias ampliariam o potencial de uso em ambientes escolares, hortas urbanas e pequenos produtores.

Conclusão

O desenvolvimento do sistema EcoTherms evidencia a viabilidade de uma solução mobile para monitoramento de irrigação em estufas e hortas. A integração entre sensores, ESP32, MQTT, Firebase e aplicativo Android possibilita coletar, transmitir, armazenar e visualizar dados ambientais de forma organizada. Conclui-se que o sistema contribui para o manejo mais consciente da irrigação, reduz desperdícios e apresenta potencial de expansão para novos sensores, automação de bombas e relatórios de desempenho do cultivo.

Referências

DISNER, G. R.; AIRES, R. Conceitos de cultivo protegido e manejo de estufas agrícolas. 2023.
HIDROGOOD. Condutividade elétrica e qualidade da água em cultivos protegidos. 2020.
PEREIRA, L.; BENETI, F. Monitoramento ambiental em estufas agrícolas. 2023.
RIKA SENSOR. Soil moisture sensor application in smart irrigation systems. 2025.
TZONE. Environmental monitoring for greenhouse cultivation. 2025.
GOOGLE. Android developers: app architecture guide. Disponível em: https://developer.android.com/topic/architecture. Acesso em: 2026.
HIVEMQ. MQTT essentials: core concepts. Disponível em: https://www.hivemq.com/mqtt/. Acesso em: 2026.
FIREBASE. Firebase documentation. Disponível em: https://firebase.google.com/docs. Acesso em: 2026.