

DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO IOT “IrriTech” PARA MANEJO DE IRRIGAÇÃO DE UMA HORTA

Alexandre José Rufca Rossini – UNEDUVALE –

alexandre.rossini@ead.eduvaleavare.com.br

Prof. Me. José Rafael Franco – UNEDUVALE – jose.franco@ead.eduvaleavare.com.br

ÁREA: Exatas e Tecnologia

RESUMO

O presente estudo descreve o desenvolvimento da aplicação IoT IrriTech, concebida para o monitoramento e automação do manejo de irrigação em hortas de pequeno porte. A proposta tem como objetivo otimizar o uso da água e reduzir custos operacionais, oferecendo ao agricultor maior autonomia no cuidado com o cultivo. O sistema foi projetado para calcular a evapotranspiração da área cultivada e acionar a irrigação de forma automática ou manual, utilizando tecnologias de baixo custo e fácil implementação, o que amplia sua aplicabilidade em contextos de agricultura familiar e hortas urbanas. A arquitetura da solução foi estruturada em três camadas independentes: hardware, backend e frontend. O hardware, baseado no microcontrolador ESP-32, realiza a coleta de dados por meio de sensores ambientais, como o DHT22 e o sensor capacitivo de umidade do solo. O backend, desenvolvido em Node.js, gerencia os dados transmitidos via ThingSpeak, organiza-os em banco MySQL e calcula a evapotranspiração. O frontend, por sua vez, consiste em uma aplicação web responsiva, permitindo ao usuário visualizar os dados em tempo real, consultar históricos e interagir com o sistema de irrigação. Os resultados demonstraram a viabilidade técnica do protótipo e sua eficiência no uso racional da água, reforçando o potencial das tecnologias digitais de baixo custo como ferramentas estratégicas para a agricultura de precisão em pequena escala.

PALAVRAS-CHAVE: IOT. Monitoramento. Agricultura Digital.

INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais consolidaram-se como instrumentos estratégicos para a agricultura contemporânea, promovendo ganhos de produtividade e renda, ao mesmo tempo em que contribuem para a redução dos impactos ambientais. No Brasil, a agricultura digital representa uma alternativa promissora para expandir a produção agrícola sem ampliar áreas cultivadas, favorecendo a inclusão de pequenos e médios produtores rurais (Embrapa, 2021). Nesse contexto, a convergência entre automação, sensoriamento remoto e internet das coisas (IoT) sustenta a agricultura de precisão, voltada à eficiência no uso de insumos, ao monitoramento da produção e à rastreabilidade de alimentos.

A adoção de sensores ambientais, sistemas de comunicação sem fio e dispositivos de controle tem impulsionado a automação em diferentes etapas produtivas. O monitoramento contínuo de variáveis físicas, sobretudo em ambientes controlados como estufas, é considerado fator essencial para elevar a qualidade e a produtividade das culturas (Santos, 1998). Entre as práticas agrícolas, a irrigação destaca-se por sua sensibilidade: a deficiência compromete o desenvolvimento das plantas, enquanto o excesso favorece a degradação do solo e a lixiviação de nutrientes (Guimarães e Bauchspiess, 2012; Matzenauer, 2007). O conhecimento da evapotranspiração e o uso racional da água, portanto, tornam-se fundamentais para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Guimarães, 2011).

Nesse cenário, a automação do manejo da irrigação, por meio de sensores e microcontroladores como o ESP-32, proporciona maior precisão nas decisões sobre quando e quanto irrigar, reduzindo falhas humanas e desperdícios. O uso integrado de tecnologias digitais, conectividade e sistemas de informação amplia a capacidade de gestão em diferentes escalas (Embrapa, 2021). Apesar dos avanços em estufas modernas que utilizam sensores de precisão e equipamentos microprocessados (Litjens, 2009), pequenos e médios agricultores ainda enfrentam barreiras associadas ao custo e ao acesso ao conhecimento técnico (Guimarães, 2011).

Diante disso, torna-se necessária a criação de soluções acessíveis, de fácil implementação e adaptáveis a diferentes realidades produtivas. Este estudo apresenta a aplicação IoT IrriTech, desenvolvida para o monitoramento e automação da irrigação em hortas de pequena escala. O objetivo é promover o uso eficiente da água, reduzir custos operacionais e incentivar práticas agrícolas sustentáveis, viabilizando a inserção da agricultura digital em propriedades familiares e hortas urbanas.

MATERIAL E MÉTODOS

Arquitetura do Sistema

O desenvolvimento da aplicação IoT IrriTech foi conduzido em quatro etapas principais: (i) definição da arquitetura do sistema, (ii) construção do protótipo de hardware, (iii) desenvolvimento do software embarcado e da aplicação de gerenciamento e (iv) estruturação do fluxo de dados para cálculo da evapotranspiração e automação da irrigação. Cada uma dessas etapas foi planejada de modo a garantir a integração entre os diferentes módulos e a

escalabilidade da solução, assegurando que o sistema pudesse evoluir para futuras implementações mais complexas.

A arquitetura foi concebida em três camadas independentes e interconectadas. A primeira, correspondente ao hardware, tem a função de coletar variáveis ambientais e acionar a irrigação de forma automática ou sob comando manual. A segunda camada, o backend, é responsável pelo processamento das informações, armazenamento em banco de dados e execução dos algoritmos de cálculo da evapotranspiração. A terceira camada, denominada frontend, corresponde à interface gráfica, permitindo a visualização dos dados e a interação direta do usuário com o sistema. O fluxo de informações segue a lógica de uma pipeline de dados: inicialmente, as leituras do hardware são transmitidas à nuvem via ThingSpeak; em seguida, o backend organiza, processa e calcula os índices necessários; por fim, os resultados são disponibilizados em tempo real para o usuário por meio de uma aplicação web. Essa arquitetura modular confere maior robustez ao sistema, facilitando sua manutenção e a adição de novos recursos no futuro.

Protótipo de Hardware

O protótipo de hardware foi desenvolvido utilizando o microcontrolador ESP-32 como unidade central, devido à sua elevada capacidade de processamento, conectividade Wi-Fi integrada e baixo custo, características fundamentais para aplicações em agricultura digital. Entre os principais sensores empregados destacam-se o DHT22, destinado à medição da temperatura e umidade relativa do ar, e o sensor capacitivo de umidade do solo, utilizado para monitorar o teor de água no perfil agrícola. Esses sensores foram escolhidos por apresentarem boa relação custo-benefício e desempenho adequado para experimentos em campo.

O acionamento da irrigação foi realizado por meio de um módulo relé de 5V, responsável por controlar uma válvula solenoide de 12V, permitindo a abertura e fechamento automático do fluxo de água. A alimentação elétrica do sistema foi feita com uma fonte dupla (5V/12V), garantindo estabilidade no funcionamento tanto dos sensores quanto dos atuadores. Os sensores foram instalados em pontos estratégicos da horta, de modo a representar de forma confiável as condições do solo e do microclima.

Software Embarcado

O software embarcado no ESP-32 foi programado na IDE Arduino, em linguagem C++. A lógica implementada contemplou duas funções principais: a coleta periódica dos dados fornecidos pelos sensores e o envio das leituras, por meio de requisições HTTP, para a plataforma ThingSpeak. Além disso, o microcontrolador foi configurado para receber comandos enviados a partir da API do backend, possibilitando o acionamento remoto e manual da válvula solenoide. Esse duplo funcionamento garantiu tanto a autonomia do sistema quanto a flexibilidade de intervenção por parte do usuário.

Gerenciamento e Processamento de Dados

O gerenciamento dos dados foi estruturado em três etapas. Primeiramente, os valores coletados pelos sensores foram enviados para a plataforma ThingSpeak, que funcionou como buffer inicial e intermediário de ingestão em nuvem. Em seguida, um serviço agendado em Node.js realizou consultas periódicas à API do ThingSpeak, transferindo as leituras para o banco de dados MySQL. Nesta etapa, foi implementado o cálculo da evapotranspiração (ET), parâmetro essencial para a determinação da necessidade hídrica da cultura. Por fim, os dados tratados e os valores de ET foram organizados no banco de dados e disponibilizados ao usuário em tempo real, assegurando a confiabilidade e a agilidade no processo de tomada de decisão.

Desenvolvimento do Software de Controle

O software de controle foi desenvolvido como uma aplicação web responsiva, acessível em dispositivos móveis e computadores. O backend foi estruturado em Node.js, por meio de uma API RESTful capaz de autenticar usuários, gerenciar as leituras coletadas e disponibilizar endpoints específicos para consulta e controle do sistema. Já o frontend foi implementado com HTML, CSS, JavaScript e Bootstrap, proporcionando uma interface simples, funcional e intuitiva. Entre suas funcionalidades, destacam-se a exibição de gráficos em tempo real, o acesso ao histórico de dados armazenados e a possibilidade de acionamento manual do sistema de irrigação. Essa camada garante ao agricultor autonomia, praticidade e maior controle sobre o manejo hídrico, consolidando a integração entre os diferentes módulos da aplicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de coleta de dados constituiu a primeira etapa do funcionamento do sistema IrriTech. As leituras de temperatura, umidade do ar e umidade do solo, captadas pelos sensores conectados ao ESP-32, eram enviadas em tempo real para a plataforma ThingSpeak, que atuou como serviço de ingestão em nuvem. Esse mecanismo possibilitou o armazenamento inicial das informações e a sua posterior disponibilização para o backend, onde foram processadas e utilizadas no cálculo da evapotranspiração. A Figura 1 apresenta a interface de coleta de dados no ThingSpeak, destacando como os parâmetros ambientais foram organizados e disponibilizados de forma contínua para consulta e análise pelo sistema.

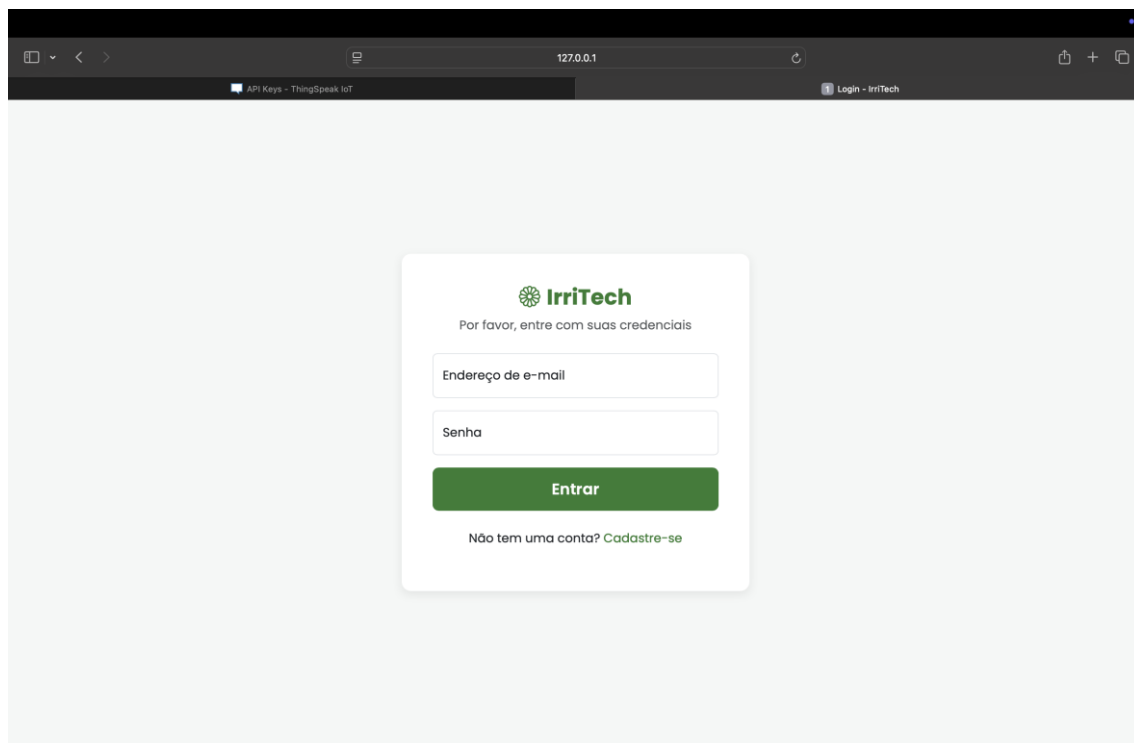
Figura 1. Coleta de Dados pelo *ThingSpeak*



Fonte: Imagem do Autor, 2025

A autenticação dos usuários foi implementada como etapa essencial para garantir a segurança e o acesso controlado ao sistema de gerenciamento da irrigação. O módulo de login permitiu que cada usuário tivesse credenciais próprias, assegurando a integridade dos dados coletados e processados. Além disso, o processo de autenticação possibilitou personalizar a experiência de uso, vinculando as informações de monitoramento e controle ao perfil do agricultor. A Figura 2 apresenta a tela de login desenvolvida para o sistema, evidenciando uma interface simples e intuitiva que facilita o acesso e a navegação pelo aplicativo.

Figura 2. Tela de login



Fonte: Imagem do Autor, 2025

O cadastro de usuários foi concebido para ampliar a acessibilidade ao sistema e permitir que novos agricultores ou responsáveis pela horta pudessem criar suas próprias contas de forma prática. Essa funcionalidade garantiu a expansão do uso da aplicação, além de possibilitar a gestão individualizada de diferentes cultivos e áreas monitoradas. Durante o processo de registro, o usuário insere informações básicas, como nome, e-mail e senha, assegurando a criação de um perfil exclusivo vinculado ao banco de dados do sistema. A Figura 3 apresenta a tela de cadastro, que foi estruturada com uma interface clara e objetiva, visando facilitar a inserção de dados e reduzir possíveis erros no preenchimento.

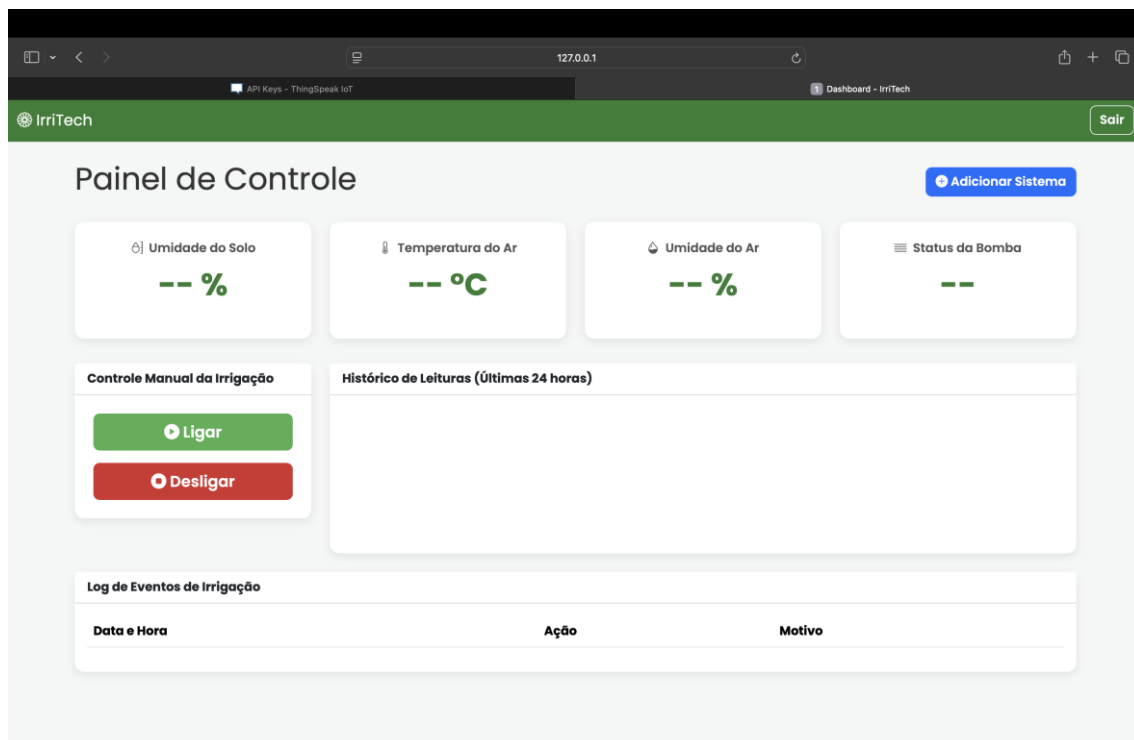
Figura 3. Tela de cadastro

A imagem mostra uma interface web de cadastro. No topo, há uma barra de navegador com o endereço '127.0.0.1' e abas para 'API Keys - ThingSpeak IoT' e 'Cadastro - IrriTech'. O formulário principal, intitulado 'Crie sua Conta no IrriTech', contém os seguintes campos: 'Nome Completo', 'Endereço de e-mail', 'Senha' e 'Confirme a Senha'. Abaixo dos campos, há um botão verde com o texto 'Cadastrar'. Na base do formulário, há o texto 'Já tem uma conta? [Faça login](#)'.

Fonte: Imagem do Autor, 2025

A tela principal da aplicação foi desenvolvida como o ambiente central de interação entre o usuário e o sistema de irrigação. Nela, é possível visualizar em tempo real os dados coletados pelos sensores, acompanhar os gráficos de temperatura, umidade do ar, umidade do solo e evapotranspiração, além de acessar o histórico de registros armazenados no banco de dados. Essa interface também disponibiliza o acionamento manual da irrigação, permitindo que o agricultor intervenha sempre que necessário, mesmo diante da automação. A Figura 4 apresenta a tela principal do sistema, evidenciando sua organização em painéis e gráficos intuitivos, que facilitam a análise das condições ambientais e a tomada de decisão pelo usuário.

Figura 4. Tela principal



Fonte: Imagem do Autor, 2025

CONCLUSÃO

O desenvolvimento da aplicação IoT IrriTech resultou em um protótipo funcional e acessível, capaz de monitorar em tempo real as condições ambientais de uma horta e automatizar o manejo da irrigação. A integração entre sensores, microcontrolador ESP-32 e plataforma web mostrou-se eficaz para otimizar o uso da água, reduzir desperdícios e oferecer maior autonomia ao agricultor. Além de contribuir para a sustentabilidade da produção em pequena escala, a solução evidencia o potencial das tecnologias digitais de baixo custo como ferramentas estratégicas para a agricultura de precisão.

Os resultados obtidos demonstram que o sistema é viável tanto para hortas domésticas quanto para pequenas propriedades, representando uma alternativa prática frente às limitações de tempo e de recursos enfrentadas por muitos produtores. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a ampliação do protótipo com a integração de novos sensores, algoritmos preditivos baseados em dados climáticos e a possibilidade de escalonamento para cultivos de

maior porte. Dessa forma, o IrriTech pode evoluir de uma solução experimental para uma ferramenta consolidada de apoio à gestão hídrica e à modernização da agricultura familiar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARGNELUTTI, A.F. Tamanho de amostra para a estimativa das médias decendiais de radiação solar global no estado do Rio Grande do Sul. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1402-1410, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Irrigação no Brasil: necessidade e opção estratégica, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62692713/artigo-irrigacao-no-brasil-necessidade-e-opcao-estrategica>. Acesso em: 20 mar. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Tecnologias digitais podem transformar a agricultura, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/busca-de-noticias/-/noticia/65628767/artigo---tecnologias-digitais-podem-transformar-a-agricultura>. Acesso em: 20 mar. 2025.

GUIMARÃES, V. G. Automação e monitoramento remoto de sistema de irrigação na agricultura. Universidade de Brasília. Brasília-DF, p. 91, 2011.

GUIMARÃES, V. G.; BAUCHSPIESS, A. Automação e monitoramento remoto de sistemas de irrigação visando agricultura familiar. In: Proc. of **XIX Congresso Brasileiro de Automática (CBA)**. Campina Grande, PB, Brazil. 2012.

LITJENS, Otto Jacob et al. **Automação de estufas agrícolas utilizando sensoramento remoto e o protocolo Zigbee**. 2009. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

SANTOS, R. M. P. M. **Estação Multisensorial para Estufas Agrícolas**. 1998. Tese de Doutorado. MSc thesis, Universidade do Minho.