

PROTÓTIPO IOT PARA CONTROLE E MONITORAMENTO DE CULTIVO DE MORANGOS

Eric de Oliveira Bernardo¹, Rogério Antônio Casagrande²

Resumo: A relevância crescente da aplicação da Internet das Coisas (IoT) na agricultura tem conduzido a avanços significativos na eficiência do cultivo. Este estudo explora a importância da tecnologia no contexto agrícola, com foco na criação de um sistema de cultivo avançado. O principal objetivo desta pesquisa é aprimorar a produção de morangos, permitindo o monitoramento e controle de variáveis ambientais cruciais, tais como umidade do solo, temperatura e luminosidade, por meio de sensores e dispositivos IoT. O sistema conta com uma bomba de água para irrigação automática e um motor DC para o gerenciamento da estufa. Os sensores coletam dados em tempo real, que são processados pelo microcontrolador e enviados para um banco de dados. Uma página web é desenvolvida para ter acesso em tempo real aos dados coletados, permitindo que os produtores acessem informações precisas sobre as condições de crescimento das plantas. Essa abordagem oferece uma solução avançada e eficaz para a agricultura, otimizando o uso de recursos hídricos, visando em ter uma boa qualidade dos morangos e um aumento na produtividade. Essa abordagem inovadora proporciona um ambiente controlado e otimizado para o cultivo de morangos, garantindo que as condições ideais sejam mantidas em todos os estágios do crescimento.

Palavras-chave: Internet das Coisas, agricultura, sensores, automação, monitoramento.

ABSTRACT: The growing relevance of Internet of Things (IoT) applications in agriculture has led to significant advancements in cultivation efficiency. This study explores the importance of technology in the agricultural context, specifically focusing on the development of an advanced cultivation system. The primary objective of this research is to enhance strawberry production by enabling the monitoring and control of crucial environmental variables such as soil moisture, temperature, and luminosity

¹ eric.olbe@hotmail.com

² roc@unesb.net

through sensors and IoT devices. The system incorporates a water pump for automatic irrigation and a DC motor for greenhouse management. Sensors collect real-time data, processed by a microcontroller and sent to a database. A web page is developed to provide real-time access to collected data, allowing producers to access accurate information on plant growth conditions. This approach offers an advanced and effective solution for agriculture, optimizing water resource usage, aiming for high strawberry quality, and increasing productivity. This innovative approach provides a controlled and optimized environment for strawberry cultivation, ensuring ideal conditions are maintained throughout all growth stages.

Keywords: Internet of Things, agriculture, sensors, automation, monitoring,.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país rico em diversidade climática, o que o torna propício para a produção de diversos tipos de culturas. Entre elas, o cultivo de morangos ganhou destaque ao longo dos anos, não apenas como uma cultura comercial rentável, mas também como uma fonte de alimentos saudáveis e nutritivos. No entanto, o cultivo de morangos é uma atividade agrícola especializada que demanda conhecimento técnico de alto nível e a aplicação de técnicas de manejo contemporâneas (REISSER JUNIOR et al., 2020).

Os estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Espírito Santo são responsáveis por aproximadamente 96% de toda a produção nacional de morangos (MADAIL et al., 2003). Os desafios enfrentados pelos agricultores de morangos incluem a escolha de locais adequados para o plantio, a utilização de sistemas de irrigação eficazes para combater o déficit hídrico, e a monitorização constante da umidade do solo (GONÇALVES et al., 2016).

Segundo Godoi et al. (2008), a qualidade da água utilizada para preparar a solução nutritiva do solo é um fator crítico, e a introdução de tecnologias para melhorar a eficiência e a precisão na aplicação de água e nutrientes tornou-se essencial para maximizar a produção e minimizar perdas. A necessidade de proteger as plantas contra intempéries climáticas, como geadas e chuvas intensas, também é uma preocupação constante (DE OLIVEIRA et al., 2006).

Neste cenário, é crucial reconhecer que o morangueiro é cultivado no Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, onde as condições climáticas se adaptam ao cultivo dessas frutas (FURLANI et al., 2004). Segundo Antunes et al. (2020), a busca por melhorias na qualidade e disponibilidade dos morangos levou a avanços tecnológicos na análise sensorial, visando atender à demanda crescente por essas frutas durante todo o ano.

Conforme Guimarães (2011), apesar dos avanços tecnológicos na agricultura, muitos agricultores, especialmente os de pequeno e médio porte, enfrentam desafios para adotar plenamente essas tecnologias devido a restrições financeiras ou à falta de conhecimento. O desenvolvimento de um sistema de irrigação automatizado utilizando um microcontrolador será vantajoso, pois, além da facilidade de uso e acessibilidade desta tecnologia, também possibilitará o desenvolvimento de um sistema preciso que proporcionará aos agricultores um sistema confiável (THIESEN, 2020). O objetivo principal desta pesquisa é o desenvolvimento de um sistema automatizado de cultivo de morangos utilizando a Internet das Coisas (IoT) para otimizar o processo de cultivo, monitorar as condições ambientais e garantir um maior controle sobre os fatores que influenciam o crescimento, a produção e a qualidade dos morangos.

Os objetivos específicos desta pesquisa consistem em: Desenvolver um dispositivo eletrônico de hardware capaz de executar os comandos necessários para controlar o sistema de irrigação; criar um software para programar o controle do microcontrolador, garantindo o correto funcionamento do sistema; projetar um circuito que permita a medição precisa da umidade do solo, temperatura e luminosidade, possibilitando o monitoramento adequado para as ações de controle; implementar um sistema de comunicação para transmitir as informações coletadas no campo de plantio para uma central de controle.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto envolve o uso de sensores, microprocessadores e a utilização de uma aplicação web para monitorar e controlar as condições ambientais do cultivo de morangos de maneira remota e eficiente. A Internet das Coisas permite a coleta de dados em tempo real e a integração desses dados para otimizar o processo de cultivo, reduzir o desperdício e maximizar a produtividade.

A implementação desse sistema requer a escolha adequada dos sensores, a programação do microcontrolador e o desenvolvimento de um software integrado para o controle dos dados. Com isso, o uso dessa tecnologia pode contribuir para o desenvolvimento tecnológico da agricultura moderna.

2.1 SELEÇÃO DE SENSORES, ESCOLHA DE HARDWARE E SOFTWARE

De acordo com da Maxim Integrated (2019), o sensor de temperatura digital DS18B20 possui uma faixa de temperatura operacional de -55°C a 125°C e uma precisão de medição de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ na faixa de -10°C a 85°C . Além disso, o sensor é capaz de se comunicar com outros dispositivos usando apenas um fio, o que o torna útil em aplicações com limitações de espaço ou orçamento.

Segundo Madeira (2018), o sensor de temperatura digital DS18B20 tem a capacidade de ser identificado de forma exclusiva por meio de um endereço de 64 bits. Isso permite que vários sensores DS18B20 sejam conectados em um único barramento, usando apenas uma porta do microcontrolador. Com essa configuração, é possível medir a temperatura de cada sensor individualmente, obtendo valores precisos e confiáveis de cada um. Isso torna o DS18B20 uma ótima escolha para aplicações onde é necessário medir a temperatura em vários pontos de um sistema, economizando espaço e custo de hardware.

Os sensores de umidade do solo são dispositivos importantes para monitorar a umidade presente no solo e determinar a necessidade de irrigação para as plantas. Ao inserir o fio de cobre no solo, a umidade presente nele irá alterar a resistência elétrica do fio, e isso pode ser medido por meio do resistor e do microcontrolador (FARINA et al., 2020).

Segundo Júnior (2013), o LDR (Resistor Dependente da Luz) é um dispositivo eletrônico semicondutor que possui resistência variável de acordo com a quantidade de luz incidente sobre ele. Seu funcionamento é explicado pelo efeito fotoelétrico, em que a luz incide sobre o material fotocondutivo, como o Sulfeto de Cádmio, que começa a dispor de elétrons livres, fazendo sua resistência diminuir. O LDR é utilizado em circuitos eletrônicos que requerem controle de luminosidade, como em fotodetectores ou em sistemas de automação residencial. Seu aspecto físico é um elemento não polarizado com dois terminais e pode ser construído de diferentes materiais.

A placa Wemos D1 R32, tem semelhança da placa do Arduino UNO, porém utiliza o microcontrolador ESP32. Segundo Pereira (2021), o ESP32 é um microcontrolador de baixo custo e baixo consumo de energia, desenvolvido pela Espressif Sistemas, uma empresa chinesa, e fabricado pela Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC). O ESP32, é ideal para projetos de IoT, pois pode se conectar à internet via WiFi e a outros dispositivos via Bluetooth, tudo integrado na placa. O destaque do ESP32 é sua arquitetura dual-core, com 2 núcleos, e cerca de 500 kBytes de memória SRAM, o que permite a execução de programas mais complexos.

De acordo com Campos (2002), as bombas de água são equipamentos mecânicos utilizados para transferir líquidos de um local para outro. Dentre os diversos tipos de bombas, as bombas centrífugas são as mais utilizadas em sistemas de abastecimento de água, irrigação, tratamento de água e esgoto, entre outros. A eficiência da bomba está diretamente relacionada à sua escolha e dimensionamento adequados.

Segundo Almeida et al. (2012), o relé é um componente elétrico que permite o controle de circuitos elétricos de alta potência a partir de sinais de baixa potência. Ele é composto por uma bobina que, quando energizada, gera um campo magnético que aciona um conjunto de contatos que conectam ou desconectam o circuito de alta potência. Além disso, existe relés adequados para cada aplicação e as diferentes formas de acionamento, como o uso de microcontroladores.

De acordo com Jaimes (2021), um motor de corrente contínua (DC) é um dispositivo que converte energia elétrica em energia mecânica. Essa conversão ocorre devido à interação entre campos elétricos e campos magnéticos gerados pela circulação de corrente elétrica em suas bobinas. No caso dos motores DC, a velocidade de rotação é controlada variando a tensão de alimentação. Existem diferentes tipos de motores DC, incluindo motores com escovas e motores de ímã permanente, que funcionam com base na inversão da polaridade das bobinas e a interação entre campos magnéticos e corrente elétrica.

O Arduino IDE é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) para a plataforma Arduino, que é utilizada para prototipagem rápida de projetos eletrônicos. Este software é uma ferramenta essencial para quem deseja iniciar-se no mundo da eletrônica e programação. Ele permite escrever, compilar e carregar códigos em

placas Arduino, que são amplamente utilizadas em projetos de automação residencial, robótica, sistemas de monitoramento, entre outros (SILVA, 2019).

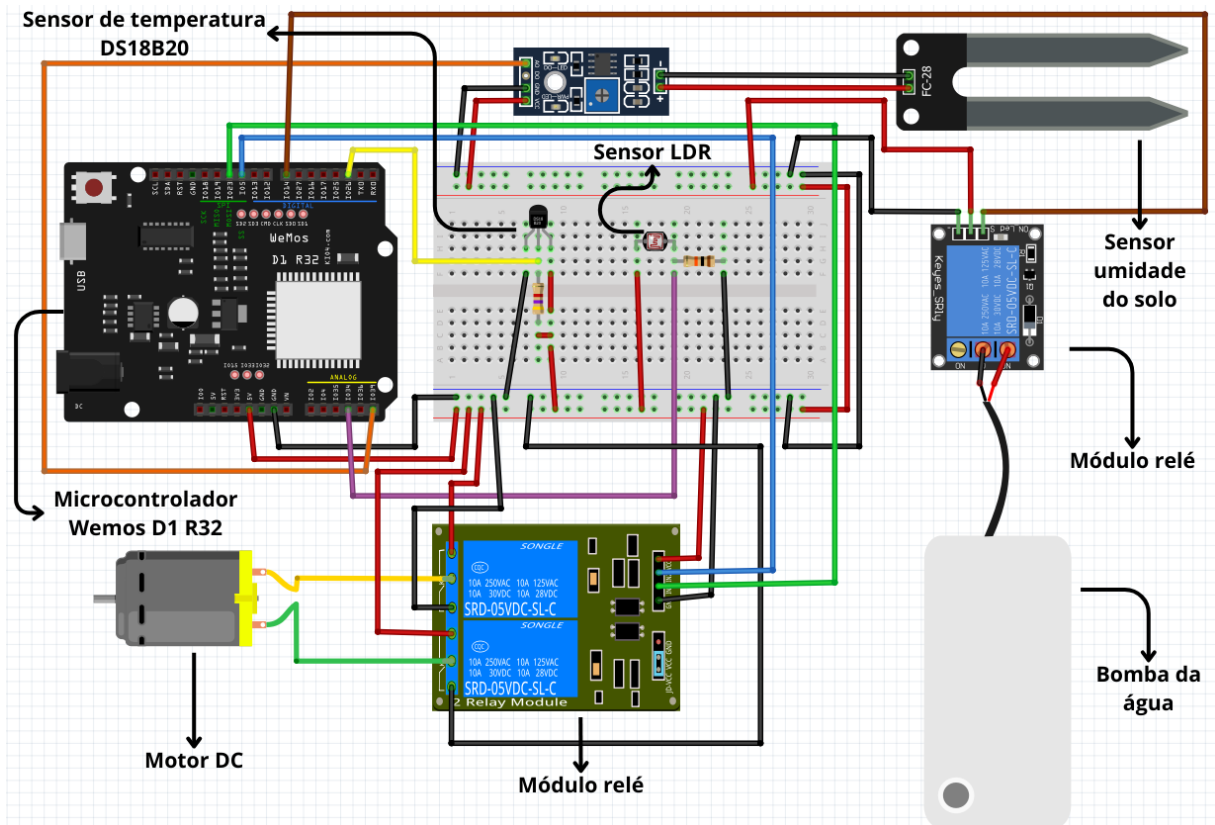
O Visual Studio Code (VS Code) é um editor de código-fonte gratuito e de código aberto desenvolvido pela Microsoft. Ele é altamente personalizável com extensões, multiplataforma (disponível para Windows, macOS e Linux), oferece edição de código, integração com Git, depuração e suporte a várias linguagens de programação. É amplamente utilizado por desenvolvedores de software devido à sua versatilidade e à comunidade ativa que desenvolve extensões para ele.

O Firebase, uma plataforma conhecida como BaaS (Backend as a Service), foi adquirida pela Google em 2014. Esta ferramenta permite o desenvolvimento de aplicativos para iOS, Android e Web de forma simplificada, uma vez que toda a parte de infraestrutura e gerenciamento do servidor é cuidada pelo próprio Firebase (MORIBE, 2016).

2.2 SISTEMA DE MONITORAMENTO

Para a montagem do circuito elétrico que faz o monitoramento dos morangos, foram escolhidos componentes essenciais, como mostra a Figura 1 abaixo na montagem do sistema de monitoramento.

Figura 1: Esquema elétrico



Fonte: Do autor

O sensor de temperatura DS18B20 está encarregado de supervisionar a temperatura do ambiente de cultivo, fornecendo leituras em tempo real. Esse aspecto é de extrema importância, pois a temperatura desempenha um papel fundamental no crescimento das plantas.

O sensor de umidade do solo desempenha um papel vital na avaliação da umidade do solo, assegurando que as plantas recebam a quantidade certa de água, evitando tanto a saturação quanto a escassez de água.

O sensor de luminosidade contribui para a observação da quantidade de luz disponível para as plantas. Os morangos necessitam de uma quantidade específica de luz para um crescimento saudável, e esse sensor ajuda a otimizar essa condição.

Para a irrigação controlada, uma bomba de água é implementada, garantindo que as plantas recebam a quantidade correta de água, evitando desperdícios.

A placa Wemos D1 R32 age como o cérebro do sistema, coletando dados dos sensores e possibilitando o controle remoto dos dispositivos.

Motor DC e relés são empregados para controlar a temperatura no ambiente de cultivo. Os relés são utilizados para acionar o motor DC e a bomba de água com base nas leituras dos sensores.

2.3 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento da programação, foi utilizada a plataforma do Arduino IDE para a programação da placa Wemos D1 R32. O programa é dividido em duas partes: configuração (*setup*) e execução (*loop*).

Na parte de configuração (*setup*), de início são importadas algumas bibliotecas essenciais para a operação do sistema, como a biblioteca WiFi para conexão sem fio, a biblioteca Firebase para comunicação com o banco de dados em nuvem e outras bibliotecas para manipulação de dados e leitura de sensores, como o DS18B20 para medir a temperatura.

Em seguida, o código define constantes que armazenam informações como o nome da rede Wi-Fi, a senha da rede e as informações de autenticação do Firebase.

Os pinos GPIO (*General Purpose Input/Output*) são configurados para se comunicarem com os sensores (DS18B20, LDR e sensor de umidade do solo) e atuadores (motores DC e bomba de água). Os pinos dos atuadores são configurados como saídas e definidos como desligados.

O sistema se conecta à rede Wi-Fi usando as credenciais fornecidas e aguarda até que a conexão seja estabelecida. Após a conexão bem-sucedida, o sistema se conecta ao banco de dados usando o URL (*Uniform Resource Locator*) do Firebase e a chave de autenticação.

A seguir, é iniciada a função de execução (*loop*), que realiza algumas operações que ficam se repetindo constantemente para fazer a leitura dos sensores, controlar os atuadores e verificar a gravação dos dados no firebase.

No início da função, é feita a leitura da temperatura, seguindo a leitura da luminosidade e por fim, a leitura da umidade do solo, onde esses dados são também enviados para o banco de dados do Firebase. Esses sensores são responsáveis por coletar informações importantes para o desenvolvimento saudável das plantas, uma vez que existe um conjunto de medidas ideais que devem ser monitoradas. Para isso são passados alguns parâmetros como o valor da temperatura ideal para o

cultivo do morango, entre 13 até 26 graus Celsius, e a umidade do solo, que deve permanecer acima de 70% conforme definido previamente.

Após a coleta dos dados realizada pelos sensores e a gravação desses dados no Firebase, o microcontrolador faz uma leitura no banco de dados verificando a forma de operação para a tomada de decisão: ativação da bomba de água ou abertura e fechamento da estufa.

Na página web que foi desenvolvida para o controle do usuário, são exibidos os valores coletados pelos sensores. Além da exibição dos dados, existe a possibilidade de acionar o modo manual e o modo automático no qual o usuário pode escolher, conforme a Figura 2 abaixo.

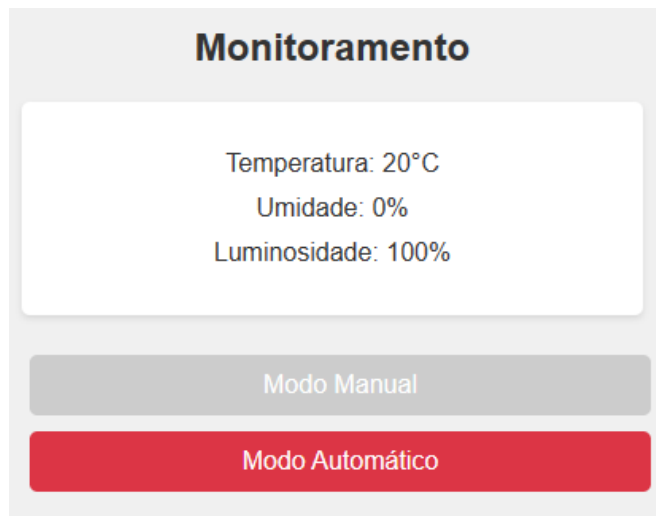
Figura 2: Monitoramento modo manual



Fonte: Do autor

No modo manual a ativação da bomba de água, e, a abertura e fechamento da estufa é realizada pelo usuário, pois se for necessário fazer algum ajuste no fruto ou manutenção na terra, o sistema não acaba ocasionando um evento inesperado, facilitando o manuseio de forma manual. Na Figura 3 abaixo, ilustra a tela no modo automático.

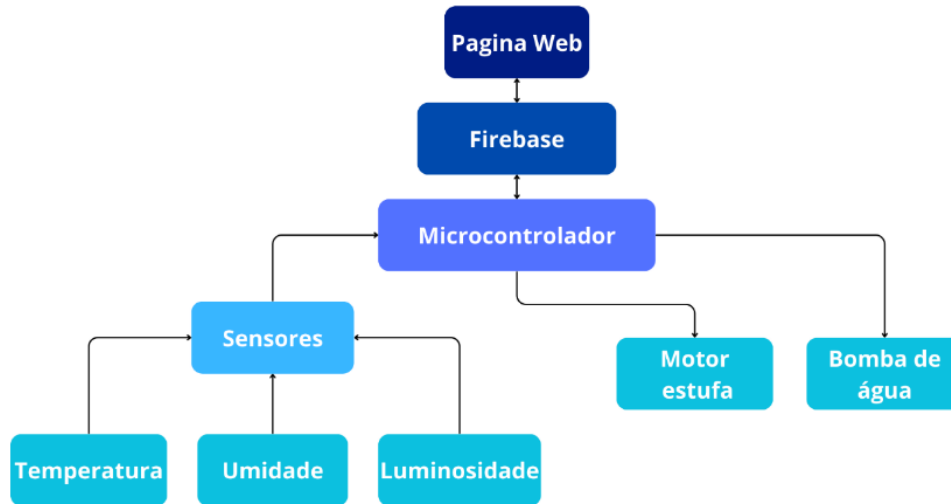
Figura 3: Tela modo automático



Fonte: Do autor

No modo automático, o microcontrolador tem a função de processar as informações e tomar decisões em tempo real. Essas decisões incluem a liberação de água para irrigação dos morangueiros. Caso a umidade do solo esteja abaixo do nível ideal, é necessário a abertura e/ou fechamento da estufa para proteger as plantas, em caso de variações bruscas de temperatura ou luminosidade. Caso os valores estiverem dentro dos parâmetros ideais, o microcontrolador não irá precisar fazer alguma alteração física, apenas verificar os sinais dos sensores. A Figura 4 abaixo, mostra o fluxo de interação da página web com o banco e o microcontrolador.

Figura 4: Controle de monitoramento



Fonte: Do autor

Na página web, o usuário tem a opção de interagir com botões, que podem assumir os valores "falso" ou "verdadeiro". Conforme o usuário clica em um botão, o estado correspondente é atualizado e transmitido para o banco de dados do Firebase. O Firebase, por sua vez, atualiza essa informação e a envia para o microcontrolador, que, se necessário, aciona os atuadores correspondentes. Esta página é acessível tanto por dispositivos móveis quanto por computadores, proporcionando aos usuários a capacidade de monitorar o cultivo em tempo real.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo desenvolvido permitiu aos agricultores monitorarem suas plantações de morango de forma remota. O sistema fornece leitura da temperatura, e, as leituras de umidade do solo e luminosidade, que foram convertidas em valores percentuais para facilitar a interpretação.

Um aspecto importante sobre os resultados foi a facilidade de monitoramento que o protótipo ofereceu aos agricultores. Isso eliminou a necessidade de verificações diárias *in loco*, economizando tempo e recursos. Além disso, o sistema permitiu o ajuste do processo de irrigação com base nas leituras de umidade do solo, garantindo que as plantas recebessem a quantidade adequada de água, melhorando assim a eficiência do cultivo.

Neste estudo destaca-se a importância da tecnologia IoT para aprimorar o agronegócio. Este protótipo tem a capacidade do usuário acessar remotamente os dados por meio de uma página da web, além da escolha entre o modo de cultivo manual e automático. Essas características proporcionam um nível mais elevado de controle e acessibilidade em comparação com soluções anteriores.

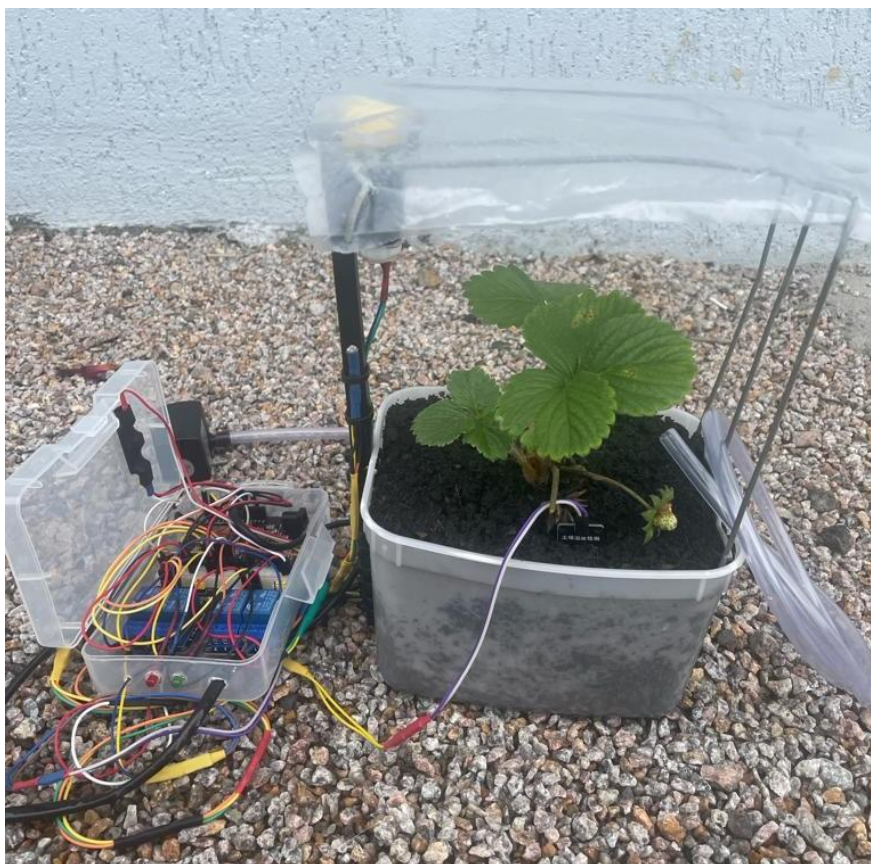
Uma das limitações identificadas é a dependência da disponibilidade de rede Wi-Fi ou celular em áreas remotas. Para uma implementação mais ampla, pode ser necessário considerar soluções para garantir a conectividade nessas áreas, ou ainda, armazenar os dados para leituras futuras.

Os resultados deste estudo têm implicações práticas significativas. A capacidade de monitorar remotamente as plantações de morango pode melhorar a produtividade dos agricultores. Além disso, a tecnologia IoT pode ser aprimorada com o tempo, incorporando sensores mais precisos e funcionalidades adicionais, como dosadores de nutrientes e medição do pH do solo.

Este estudo abre caminho para pesquisas futuras na área de monitoramento agrícola. Sugere-se que estudos subsequentes considerem a otimização do consumo de energia do protótipo, a inclusão de mais sensores para capturar informações adicionais e a análise de custo-benefício em implementações em larga escala.

Em resumo, o protótipo IoT desenvolvido para o cultivo de morangos mostrou-se eficaz, oferecendo aos agricultores a capacidade de monitorar e controlar suas plantações de forma remota. As implicações práticas são promissoras, e este estudo contribui para o avanço da integração da tecnologia IoT na agricultura. A Figura 5 abaixo, ilustra a montagem final do protótipo desenvolvido.

Figura 5: Montagem final



Fonte: Do autor

4 CONCLUSÃO

O presente estudo abordou a implementação de um protótipo IoT para o controle e monitoramento do cultivos de morangos, com o objetivo de facilitar o trabalho dos agricultores e melhorar a eficiência na produção agrícola. Ao longo deste estudo, alcançamos o objetivo principal de desenvolver um sistema de monitoramento remoto, permitindo aos agricultores acompanharem de forma conveniente as condições de seus morangueiros.

A facilidade de monitoramento remoto, o controle do sistema de irrigação e o acesso aos dados em tempo real por meio da página web, representam avanços significativos na integração da tecnologia IoT na agricultura. Os benefícios práticos são evidentes, uma vez que os agricultores agora podem economizar tempo e recursos, ao mesmo tempo em que aprimoram a qualidade do cultivo.

O *feedback* do usuário que utilizou o protótipo foi positivo, com ênfase na satisfação em poder monitorar suas plantações de morango de qualquer lugar. Essa resposta positiva valida a utilidade e a eficácia do sistema.

Este estudo contribui para a compreensão geral da integração da tecnologia IoT na agricultura, demonstrando que soluções inteligentes podem simplificar e aprimorar a produção agrícola. Além disso, o protótipo desenvolvido pode servir como base para futuras inovações e melhorias na área.

Embora este estudo tenha cumprido seus objetivos, há oportunidades para pesquisas adicionais, como a otimização do consumo de energia do protótipo e a expansão do sistema para outras culturas agrícolas. Com um compromisso contínuo com o avanço da tecnologia IoT na agricultura, podemos contribuir significativamente para a melhoria da produção agrícola em todo o mundo.

Em suma, este estudo demonstra o potencial transformador da tecnologia IoT na agricultura, fornecendo ferramentas valiosas para o monitoramento eficaz dos cultivos e aprimorando a produtividade agrícola.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Antonio Marcos de Andrade; Marcelo José Oliveira; SANTANA JUNIOR, André Felipe. **Controle de dispositivos elétricos utilizando módulos relé**. In: Congresso Brasileiro de Automática, 19., 2012, Campina Grande. Anais... Campina Grande: UEPB, 2012. p. 1585-1590.

ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S.; REISSER JÚNIOR, C. **Morango: crescimento constante em área e produção**. 2020.

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. **Primeiros Passos com o Arduino—2ª Edição: A plataforma de prototipagem eletrônica open source**. Novatec Editora, 2015.

CAMPOS, André Luiz Nogueira de Souza. **Bombas centrífugas: operação e manutenção**. São Paulo: Ed. UNESP, 2002.

DE OLIVEIRA, Angela Paula et al. **Influência do clima na plantação de morango**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, Florianópolis SC, p.1-

10, 2006. Disponível em:
<<https://medium.com/@fgmoribe/firebase-vantagens-de-um-baas-para-sua-startup-38fd3891329a>>. Acesso em: 17 ago. 2023

FARINA, Eduardo Borga et al. SENSOR DE UMIDADE DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DA UMIDADE NO SOLO. **Anais da Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI)-e-ISSN 2316-7165**, v. 1, n. 13, 2020.

FURLANI, Pedro Roberto; FERNANDEZ JÚNIOR, F. **Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido**. Simpósio Nacional do Morango & Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, v. 2, p. 102-115, 2004.

GODOI, R. S.; Andriolo, J. L.; FRANQUÉZ, G. G.; JANISCH, D. I.; Cardoso, F. L.; Vaz, M. A. B. **Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos**. Ciência Rural, 2008.

GONÇALVES, M.A.; ANTUNES, L.E.C. **Mudas Sadias: o início do sucesso no cultivo de morango**. Campo&Negócio-Hortifruti. Uberlândia-MG, n. 128, janeiro, p. 48-51, 2016.

GUIMARÃES, Vinícius Galvão. **Automação e monitoramento de sistema de irrigação na agricultura**. Monografia (Graduação, Engenharia Mecatrônica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

JAIMES, Dany Yadir; FAJARDO, Fabio. **Caracterización de motores DC de imán permanente mediante un sistema motor-generator**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 44, 2022.

JÚNIOR, José Jair Alves Mendes; JUNIOR, Sérgio Luiz Stevan. Ldr e sensores de luz ambiente: Funcionamento e aplicações. **Semana de Eletrônica e Automação, Paraná**, 2013.

MADEIRA, D. **DS18B20: sensor de temperatura inteligente**. Portal vida de silício, 25 jun. 2018. Disponível em: [https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-temperatura-ds18b20/#O sensor de temperatura DS18B20](https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-temperatura-ds18b20/#O_sensor_de_temperatura_DS18B20). Acesso em: 08 abr. 2023.

MAXIMINTEGRATED. **DS18B20 – Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer**, (2019). Disponível em: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ds18b20.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2023.

MORIBE, Fernando. **Firestore – Vantagens de um BaaS para sua Startup**. 2016.

PEREIRA, Marcelo Robson Sousa. **A aplicação do microcontrolador ESP32 no ensino: medindo posições em função do tempo utilizando o sensor VL53L0X associado ao ESP32**. 2021.

REICHERT, L. J.; MADAIL, JC de M. Aspectos socioeconômicos. **Morango: produção. Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, p. 12-15, 2003.

SILVA, João Pedro de Oliveira. **Arduino IDE: Um ambiente de desenvolvimento para prototipagem rápida de projetos eletrônicos**. In: IX Encontro de Tecnologia em Informática e Informação, Recife, 2019.

THIESEN, Eduardo. **Sistema automatizado para irrigação em hidroponia com terra**. Engenharia Elétrica-Pedra Branca, 2020.