



Irrigação Inteligente: Sensor de Umidade do Solo com Irrigação Automatizada

Hayanne Darc Castilho

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)

Rua da Consolação, 930 Consolação, São Paulo - SP, 01302-907 – Brazil

10306893@mackenzie.com.br

Abstract. *This article describes the process of creating an automated monitoring and irrigation method using a soil moisture sensor that identifies the conditions of a given soil and, through an integrated WIFI module, the command to send irrigation occurs, according to the condition presented, automatically. If the soil is dry, irrigation occurs to improve these conditions; if it is moist, it is shown that its condition is good and irrigation does not occur. This system assists in monitoring and facilitates the care of plants, in an automated way. It avoids the worry of those who do not have the knowledge and/or adequate time to care for the plants, and mainly avoids the waste of water.*

Resumo. *Este artigo descreve o processo de criação de um método automatizado de monitoramento e irrigação utilizando um sensor de umidade do solo que identifica as condições de um determinado solo e, através de um módulo WIFI integrado, o comando para enviar irrigação ocorre, conforme a condição apresentada, de forma automática. Se o solo estiver seco, ocorre a irrigação para melhorar essas condições; se estiver úmido, é demonstrado que sua condição é boa e a irrigação não ocorre. Este sistema auxilia no monitoramento e facilita o cuidado com as plantas, de forma automatizada. Evita a preocupação de quem não tem conhecimento e/ou tempo adequado para cuidar das plantas e principalmente evita o desperdício de água.*

1. Introdução

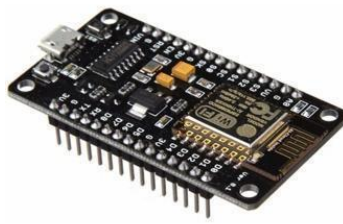
Por vezes, apreciadores de flores e plantas em geral não percebem bem como estão as condições em que elas se encontram e o solo em que estão, não sabendo a forma ideal de cuidar e realizar a irrigação adequada, de acordo com como ele se apresenta. Portanto, esse projeto tem a função de auxiliar no monitoramento remoto ou presencial das plantas, melhorando os cuidados com o solo e, dependendo da condição, realizando a irrigação automática. Seu objetivo principal é indicar essas condições por meio de LEDs e permitir a verificação e o controle por um aplicativo, a partir de comandos pré-estabelecidos. A olho nu, tais condições do solo são mais difíceis de se constatar e, por esse motivo, minha proposta apresenta uma alternativa viável por meio da automatização, uma abordagem que também aparece no projeto de Straub (2019), que utiliza sensor de umidade e bomba d'água para manter a planta sempre com a quantidade certa de água, de forma autônoma e confiável.

2. Materiais e Métodos

Para realizar a implementação desta automação precisaremos dos seguintes componentes de hardware abaixo:

- 2.1.** Módulo WIFI NodeMCU ESP8266, uma opção de placa de desenvolvimento que de acordo com Straub (2019), é uma alternativa interessante de hardware dentre várias para a criação dessa solução, que com seu chip ESP8266 em conjunto com a interface usb-serial mais seu regulador de tensão de 3.3V é programado na interface do Software “Arduino IDE”, onde recebe suas instruções de comando e permite conexão com a internet para monitorar as ações do irrigador de plantas.

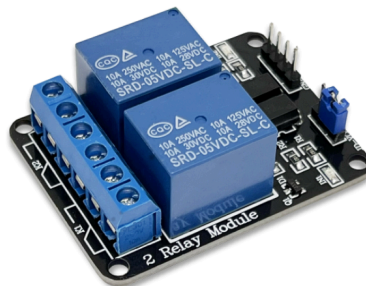
Figura 1– Módulo Wifi NodeMCU ESP8266



Fonte: Site de Compras FilipeFlop (2025)

- 2.2.** Módulo Relé 5V de 2 Canais, que funciona como um interruptor, essencial para controlar diretamente o acionamento do irrigador da planta quando o sensor de umidade detecta a má condição do solo, atuando como um pino de controle do atuador, que é a bomba de água e faz a ligação do Módulo WiFi com seus comandos e parâmetros de acionamento à bomba, tal acionamento que pode ser programado dentro de determinado período de tempo desejado, conforme a proposta da referência feita pelo Blog Baú da Eletrônica (2017).

Figura 2 – Módulo Relé 5V 2 Canais

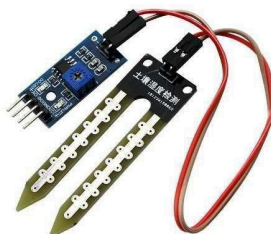


Fonte: Site de Compras Robocore (2025)

- 2.3.** Sensor de umidade do solo higrômetro, utilizado para detectar as condições do solo e suas variações. Ferramenta essencial para enviar o parâmetro ao módulo WiFi, que ao receber a informação de determinada condição a partir do sensor, envia a resposta que a condição do solo está ruim e executa a irrigação, ou dizer que a sua condição está boa e não

executar a irrigação. Um sensor que possui um módulo regulador, que partindo do princípio de execução feito por Guimarães (2019) te permite, além de detectar o solo, controlar a regulação do sensor para detectar o nível de umidade do solo que o sensor deve considerar como bom ou ruim para determinar também quanto de água deve ser enviado e até quando é necessário enviar.

Figura 3 – Sensor de Umidade do Solo Higrômetro



Fonte: Site de Compras A2 Robotics (2025)

- 2.4.** Minibomba de água para Arduino, utilizado para executar a irrigação do solo quando o sensor detectar quando a condição do solo for ruim, e a bomba submersa à água envia uma quantidade pré-determinada para a planta ser irrigada automaticamente, que segundo a matéria do Baú da Eletrônica (2017) pode ser utilizada com uma mangueira acoplada à sua saída e que é utilizada neste projeto, para que a bomba possua um canal para a irrigação. Sua ligação é feita a partir do módulo relé que envia o comando de acionamento da bomba, que é alimentada pela sua ligação de 5V à uma USB.

Figura 4 – Minibomba de Água 5V para Arduino



Fonte: Site de Compras Eletrônica Castro (2025)

- 2.5.** Microtubo para irrigação em PVC flexível, acoplada à saída da minibomba, que como citado no item anterior, recebe a irrigação da água que é levada até a planta, como uma mangueira, com dimensões proporcionais ao tamanho da saída da bomba, de 5x3mm.

Figura 5 – Microtubo para irrigação em PVC flexível



Fonte: Site de Compras BioSementes (2025)

- 2.6.** 2 cabos USB com conectores AM para Micro do tipo macho, utilizados para fazer a ligação do Módulo WiFi NodeMCU e a bomba à energia com a voltagem de 5V.

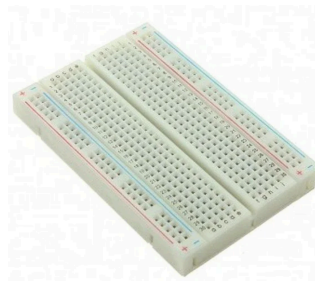
Figura 6 – 2 cabos USB com 2 conectores machos AM para Micro



Fonte: Site de Compras Amazon (2025)

- 2.7.** Protoboard 400 pontos, para fazer a ligação dos componentes dos circuitos eletrônicos com a definição de entradas de cada ferramenta para o seu devido e adequado funcionamento.

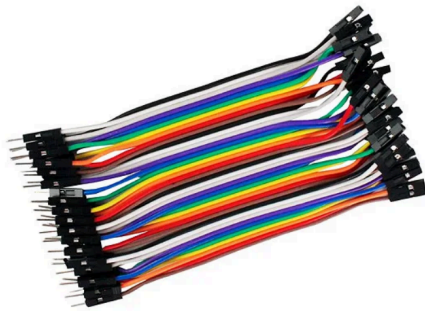
Figura 7– Protoboard 400 pontos



Fonte: Site de Compras Baú da Eletrônica (2025)

- 2.8.** Jumpers de diversos tipos (macho-macho, macho-fêmea e fêmea-fêmea), para realizar a ligação eletrônica de cada um dos componentes, do protoboard ao relé, à bomba, ao Módulo WiFi NodeMCU, e que define as portas e entradas que serão determinadas em cada uma das ligações.

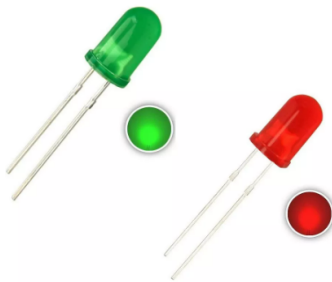
Figura 8 – Jumpers (Diversos)



Fonte: Site de Compras Baú da Eletrônica (2025)

- 2.9.** 2 LEDs, utilizados para representar a condição do solo no Protoboard, apontando entre: vermelho (condição ruim) e verde (condição boa).

Figura 9 – LEDs



Fonte: Site de Compra Mercado Livre (2025)

- 2.10.** Envio de comandos pela internet: Broker MQTT
- Para esta automação, há uma série de comandos programados e definidos para serem enviados via internet para fazer a configuração de todo o processo de atuação dos componentes. Para programar e configurar cada componente eletrônico e seus comandos, é utilizado o Software Arduino IDE, uma plataforma que permite definir os parâmetros do ESP8266, placa definida para este projeto, que é uma ótima escolha para aqueles que querem fazer projetos no contexto de Internet das Coisas (IoT) segundo Bertoleti (2019), que é justamente a ideia dessa aplicação, onde

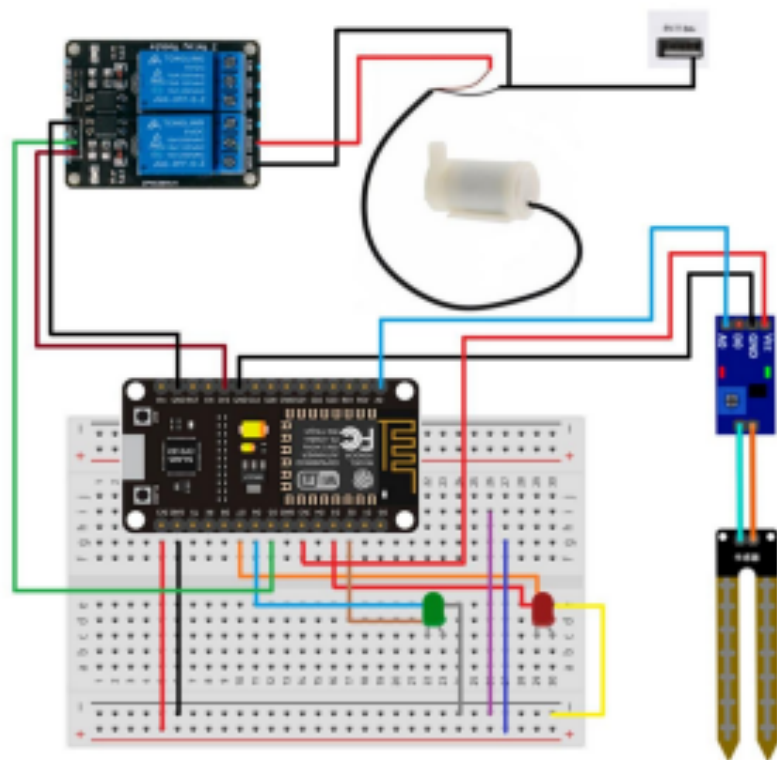
tal software recebe todos os parâmetros da placa, da bomba de água e quando ela deve ser acionada, além da configuração do próprio sensor e o que ele deve enviar como parâmetro para a placa, assim os LEDs acenderão de acordo com a condição do solo, acendendo a luz correspondente a essa condição. Com os componentes todos configurados na IDE e a solução programada, a conexão com a internet é estabelecida via HiveMQTT, uma plataforma que te permite criar instâncias necessárias para configurar o seu MQTT, as mensagens que serão recebidas e quais devem ser enviadas, tudo pela Nuvem. Configurado a instância, este projeto utiliza de um Software chamado MQTT Dash, que também permite configurar a ação de cada componente e ajuda a monitorar remotamente a condição quando o sensor estiver no solo, além de te permitir configurar como deve ser mostrada a condição do solo, por cor, por descrição ou até mesmo desenho ilustrativo do sistema, tudo pela internet, feito através de um smartphone Android, que fará o controle e monitoramento de entradas e saídas do ESP, como demonstrado por Bertoleti (2019).

2.11. Métodos: Descrição do desenvolvimento

Após a definição de todos os componentes e como eles são configurados, é necessário executar a montagem de todos eles para atuarem em conjunto e desempenharem suas funções estabelecidas para alcançar o objetivo final. Tendo em vista essa necessidade, antes da montagem do hardware propriamente dito, é importante a construção de um fluxograma de funcionamento, que define de maneira prática antes mesmo da programação quais são as portas de entrada e o teste de montagem antes dos componentes físicos. Além disso, o fluxograma ajuda a entender de uma maneira mais didática e visual para poder reproduzi-lo em quaisquer necessidades, seja para montagem de diversos hardwares em uma automação de grande porte ou até mesmo com problemas em hardwares que precisam ser substituídos em apenas uma automação, auxiliando

justamente na montagem final do hardware, de forma visual e mais fácil de se entender onde se encaixarão cada um dos componentes e entender a apresentação do funcionamento. O fluxograma definido para o Projeto de Irrigação Automatizada é disposto da seguinte forma:

Fluxograma 10 – Projeto de Irrigação Automatizada



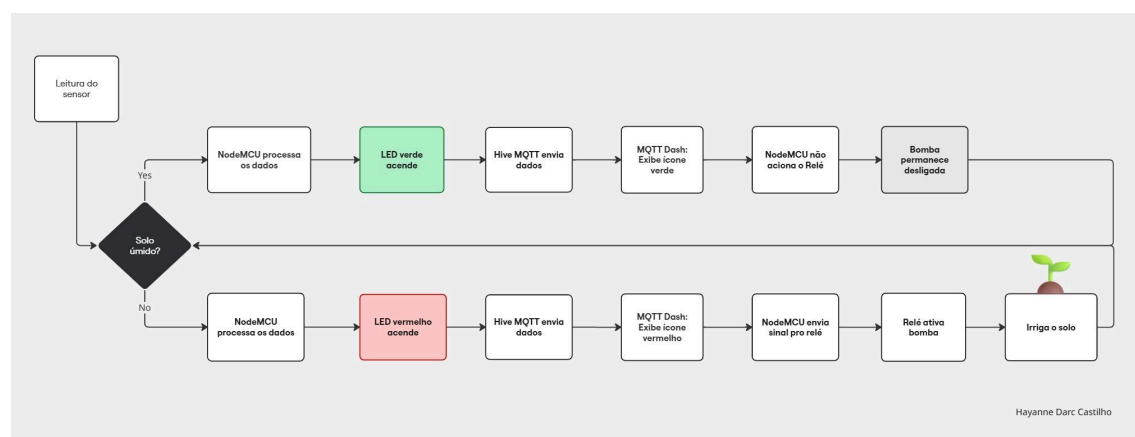
Fonte: Elaborado pela autora, 2025

Neste fluxograma podemos entender a arquitetura estrutural desta solução, definindo de forma prática o funcionamento de cada um dos componentes. Esta estrutura mostra que cada um dos componentes, quando programados, desempenham funções específicas. Como exemplo podemos citar os LEDs, que são alimentados de acordo com a condição apresentada do solo, que como requisito só se acenderão assim que o sensor obtiver resultado em sua

experimentação ao detectar a condição de um determinado solo, portanto não ficarão acesos o tempo inteiro, assim como o acionamento da bomba, que depende da condição do solo e do parâmetro enviado ao LED e ao módulo relé, que ao constatarem um solo em uma condição ruim, o LED vermelho acende e o módulo relé como um interruptor, libera a energia necessária para a bomba irrigar água, ligando em um tempo pré-determinado e somente quando for necessário. Notamos então que tais funções específicas são definidas e desempenhadas dependendo uma das outras e nos momentos certos, principalmente o sensor que tem seu papel principal nessa estrutura, onde cada um dos componentes atuam de maneira conjunta para que seu funcionamento ocorra adequadamente como o esperado, tudo isso sendo programado e apresentado dentro de suas condições necessárias.

A seguir, é apresentado um diagrama simplificado que representa o fluxo de funcionamento do sistema de irrigação automatizada, desde a leitura do sensor até o acionamento da bomba de água. Esse esquema ajuda a visualizar de forma clara como cada componente interage na automação proposta.

Diagrama 11 – Projeto de Irrigação Automatizada



Fonte: Elaborado pela autora, 2025

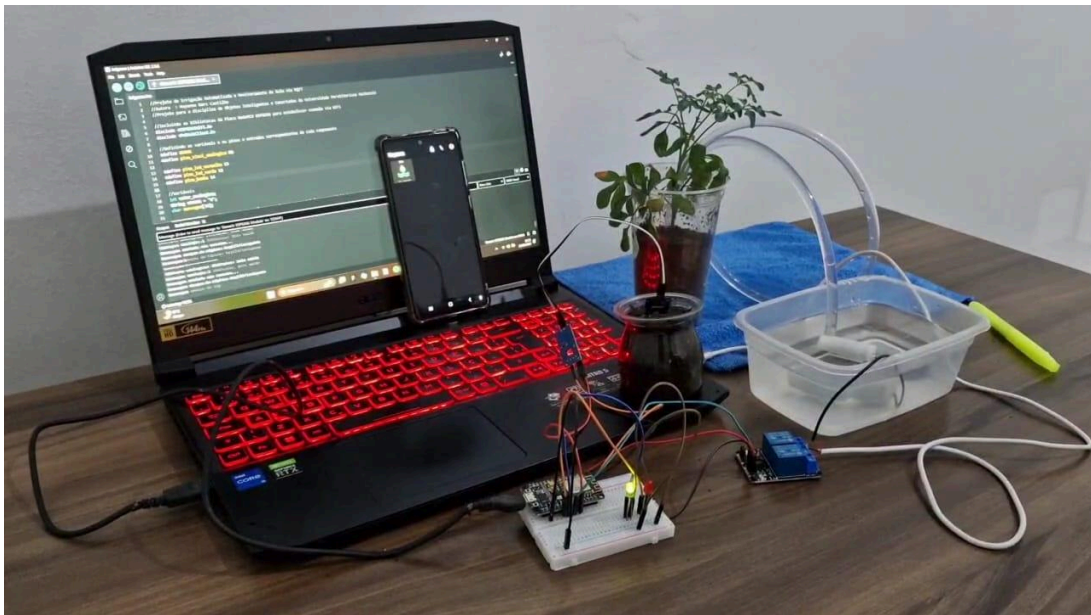
3. Resultados

Para compreender o funcionamento do sistema conforme planejado, é essencial entender sua estrutura e acompanhar a forma como ele cumpre seu propósito por meio de Casos de Uso. O Projeto de Irrigação e Monitoramento de Solo vai além da simples aplicação de técnicas de automação e conceitos de Internet das Coisas (IoT). Seu verdadeiro valor está nos impactos práticos que oferece ao cuidado com plantas e solos, especialmente para quem enfrenta dificuldades por falta de conhecimento técnico ou tempo. Ao automatizar processos essenciais, o sistema contribui tanto com a saúde das plantas quanto com a redução de custos de manutenção.

3.1. Aplicação

Sua aplicação é acessível e pode ser utilizada por qualquer pessoa interessada em melhorar a manutenção de jardins, hortas ou vasos.

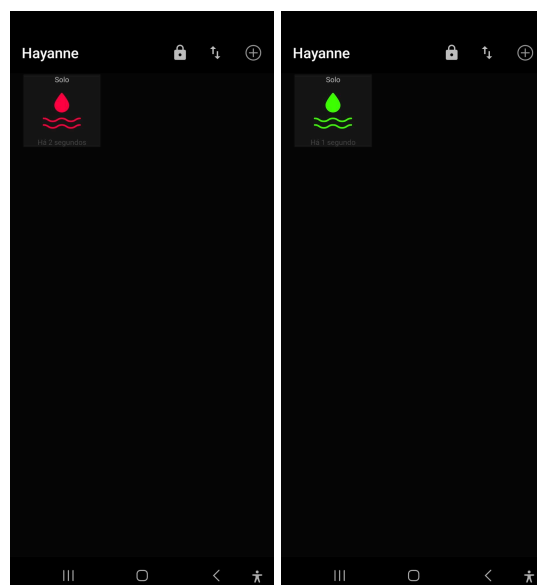
Figura 12 – Montagem do hardware em funcionamento:



Fonte: Elaborado pela autora, 2025

Além da montagem física, foi possível visualizar o funcionamento do sistema também pelo aplicativo MQTT Dash, conforme mostra a Figura 12.

Figura 13 – Monitoramento pelo MQTT Dash



Fonte: Elaborado pela autora, 2025

3.2. Instalação detalhada

A instalação é simples: na imagem, mostro a montagem final do sistema de irrigação automatizada em funcionamento. No centro, está a placa NodeMCU ESP8266, fixada sobre uma protoboard de 40 pontos branca. É ela que processa os dados do sensor e faz a conexão com a internet via Wi-Fi. A placa é alimentada por um cabo USB preto, conectado ao notebook, que fornece energia para o sistema. A protoboard ajuda a organizar e distribuir os sinais elétricos entre os componentes, como os dois LEDs (vermelho e verde) que indicam a condição do solo. O vermelho acende quando o solo está seco, e o verde quando está úmido. Esses LEDs reagem de acordo com as leituras feitas pelo sensor de umidade, que aparece na imagem inserido dentro do vaso com a planta.

Todas as conexões foram feitas com jumpers, ligando os pinos da ESP8266 ao sensor, aos LEDs, ao módulo relé e aos outros componentes. O relé (o item azul ao lado da protoboard) funciona como um interruptor: quando o solo está seco, ele recebe o sinal e ativa a minibomba de água 5V, que fica submersa num recipiente com água. A bomba é alimentada por um cabo USB branco e, através de uma mangueirinha, leva a água até o solo, irrigando de forma automática só quando necessário.

Por fim, na tela do notebook dá pra ver meu celular com o aplicativo MQTT Dash aberto. Com ele, consigo monitorar a umidade do solo em tempo real e também enviar comandos pro sistema. Essa comunicação acontece pela internet, usando o protocolo MQTT. Pra isso, usei o broker **HiveMQ Cloud**, que é o servidor que faz a ponte entre a placa e o app. Foi através dele que consegui fazer o sistema funcionar remotamente, com envio e recebimento de mensagens funcionando certinho.

Para ilustrar a aplicação prática do projeto, foi produzido um vídeo demonstrativo que está disponível em: <https://youtu.be/LVW4PZmowGA>. Além

disso, todos os detalhes técnicos, como os componentes utilizados, o código-fonte e as interfaces implementadas estão documentados em um repositório público no GitHub, que pode ser acessado em: <https://github.com/hayannedarc/projeto-irrigacao>. Esses materiais foram criados para permitir a reprodução do projeto de forma fiel e acessível.

3.3. Testes

Para esse projeto realizei quatro testes para calcular o tempo médio entre a detecção do sensor e o recebimento dos dados na plataforma MQTT, e o tempo médio entre o envio de comandos e a ação do atuador, usando um cronômetro do meu aparelho celular.

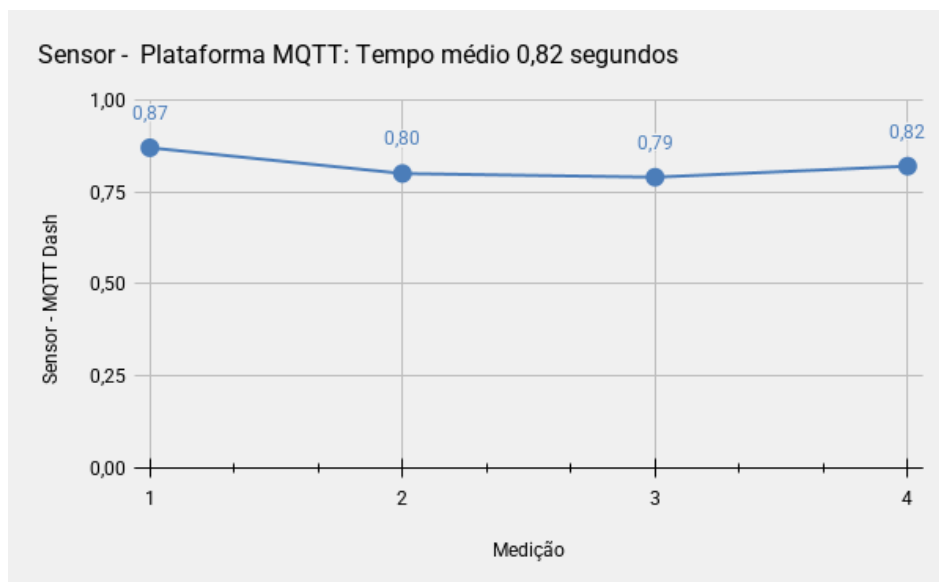
Tabela 14 – Tempo de resposta do sensor e atuador

Núm. medida	Sensor/atuador	Tempo de resposta (s)
1	Sensor (solo)	0,87
2	Sensor (solo)	0,80
3	Sensor (solo)	0,79
4	Sensor (solo)	0,82
	Média – Sensor	0,82
1	Atuador (bomba)	0,35
2	Atuador (bomba)	0,75
3	Atuador (bomba)	0,67
4	Atuador (bomba)	0,49
	Média – Atuador	0,57

Fonte:Elaborado pela autora, 2025

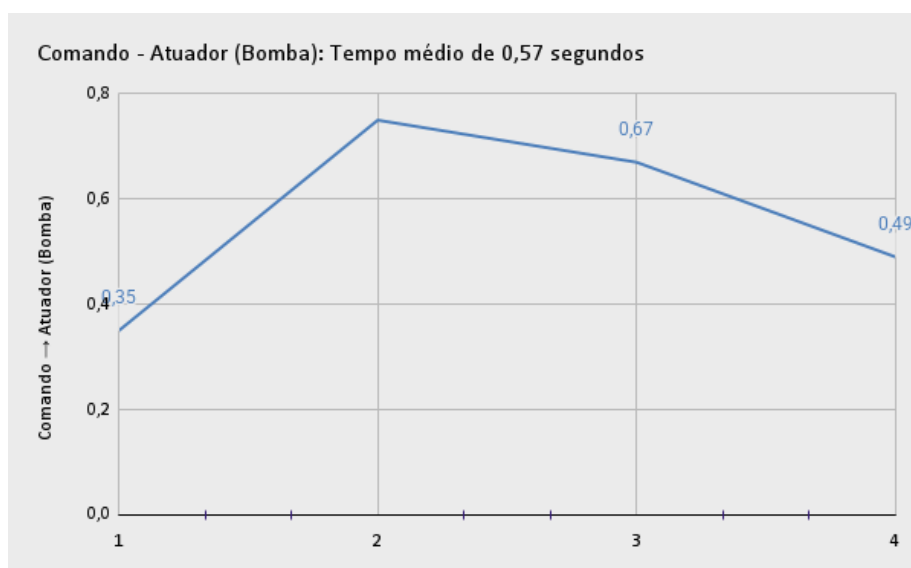
3.4. Visualização em gráfico

Gráfico 15 – Tempo de resposta do sensor



Fonte: Elaborado pela autora, 2025

Gráfico 16 – Tempo de resposta do sensor



Fonte: Elaborado pela autora, 2025

4. Conclusão

A automação no contexto da Internet das Coisas tem ganhado cada vez mais espaço, com soluções que facilitam o cotidiano em diferentes áreas, desde o controle da casa até tarefas mais específicas. Com base nessa tendência, este projeto foi desenvolvido com a proposta de ir além do simples cuidado com as plantas. A ideia é transformar *a forma como* esse cuidado é realizado, incorporando a automação como aliada na rotina de quem nem sempre tem tempo, conhecimento ou disponibilidade para manter uma atenção constante com o solo e a rega. Ao pensar em como essa tecnologia pode ser aplicada de forma acessível e funcional, cheguei a uma solução que não *apenas* automatiza processos, mas também contribui para um cuidado mais eficiente e sustentável. O resultado é um sistema que atinge com êxito seu objetivo inicial e pode ser adaptado conforme a necessidade do usuário final, oferecendo praticidade e autonomia no dia a dia.

4.1. Pontos positivos Problemas durante o projeto

Durante o processo, percebi que a bomba de água continuava ligada mesmo quando o relé estava desligado. Depois de revisar as conexões, entendi que tinha ligado nos terminais errados. Corrigi isso conectando nos pinos certos (COM e NO), e então a bomba passou a funcionar só quando o sistema mandava o sinal, como planejado. Além da bomba de água, também tive dificuldades na hora de configurar a comunicação com o MQTT. No começo, não estava recebendo os dados no aplicativo do celular e achei que tinha algo errado no código. Depois de revisar tudo com calma, percebi que o problema estava nas credenciais do broker: eu tinha deixado um caractere errado no usuário da instância do HiveMQ Cloud. Corrigido isso, os dados começaram a chegar normalmente e a conexão ficou estável.

4.2. Vantagens e desvantagens

Um dos maiores pontos positivos deste projeto é a praticidade que ele oferece: poder automatizar a irrigação e acompanhar o estado do solo à

distância torna o cuidado com plantas muito mais simples, especialmente para quem tem a rotina corrida. Ao mesmo tempo, reconheço que ele pode apresentar certa dificuldade para quem não tem familiaridade com termos técnicos ou com o uso de sensores. Além disso, dependendo do tipo de solo ou ambiente, pode ser necessário ajustar a sensibilidade do sensor para garantir uma medição mais precisa

4.3. O que pode ser aprimorado

Acredito que uma forma de aprimorar o projeto seria incluir um sistema de alertas, com notificações enviadas para o celular ou e-mail. Isso ajudaria a avisar sobre possíveis irregularidades, como falha na conexão, nível crítico de umidade do solo ou até mesmo a necessidade de manutenção, o que tornaria o monitoramento ainda mais prático e confiável.

5. Referências

AMAZON. Cabo USB para Micro USB Preto. AMAZON, 2025. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/CB-M10BK-Compativel-Android-Carregamento-Transferência/dp/B0B3FC7DYL/>. Acesso em: 19 mar. 2025.

BAÚ DA ELETRÔNICA. Protoboard 400 Pontos. BAÚ DA ELETRÔNICA, 2025. Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/produto/protoboard-400-pontos.html>. Acesso em: 19 mar. 2025.

BAÚ DA ELETRÔNICA. Kit Jumpers diversos. BAÚ DA ELETRÔNICA, 2025. Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/produto/jumper-premium-40p-x-10cm-macho-femea.html>. Acesso em: 19 mar. 2025.

BERTOLETI, P. ESP32 e MQTT DASH: controle e monitoramento através de um dashboard MQTT para Android. FILIPEFLOP, 2019. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/esp32-e-mqtt-dashboard-android/>. Acesso em: 13 abr. 2025.

BIOSEMENTES. Micro tubo para irrigação em PVC flexível. BIOSEMENTES, 2025. Disponível em: <https://goo.su/P4Q8B>. Acesso em: 19 mar. 2025.

ELETRÔNICA CASTRO. Mini Bomba de Água Submersa Arduino. ELETRÔNICA CASTRO, 2025. Disponível em: <https://www.eletronicacastro.com.br/produto/mini-bomba-de-agua-submersa-arduino/>. Acesso em: 19 mar. 2025.

FARMARC. Kit 600 Resistores 1/4W. FARMARC, 2025. Disponível em: <https://www.fermarc.com/produto/kit-600-resistores-14-w.html>. Acesso em: 19 mar. 2025.

GUIMARÃES, F. Faça um controle de irrigação inteligente com Arduino. BRINCANDO COM IDEIAS, 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BDwgDO3MgDs>. Acesso em: 03 mar. 2025.

GITHUB. Projeto de irrigação automatizada. GitHub, 2025. Disponível em: <https://github.com/hayannedarc/projeto-irrigacao>. Acesso em: 27 maio 2025.

HIVEMQ. HiveMQ Cloud Documentation. HIVEMQ, 2025. Disponível em: <https://docs.hivemq.com/hivemq-cloud/index.html>. Acesso em: 01 maio 2025.

MAKER HERO. ESP32 e MQTT DASH: controle e monitoramento através de um dashboard MQTT para Android. MAKER HERO, 2025. Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/esp32-e-mqtt-dashboard-android/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MERCADO LIVRE. Led colorido Arduino. MERCADO LIVRE, 2025. Disponível em: <https://goo.su/uJ2Zjy>. Acesso em: 19 mar. 2025.

ROBOCORE. Módulo WiFi ESP8266 NodeMCU ESP-12. ROBOCORE, 2025. Disponível em: <https://www.robocore.net/atuador-rele/modulo-rele-5v-2-canaais>. Acesso em: 19 mar. 2025.

ROBOCORE. Módulo Relé 5V 2 Canais. ROBOCORE, 2025. Disponível em: <https://www.robocore.net/atuador-rele/modulo-rele-5v-2-canaais>. Acesso em: 19 mar. 2025.

ROBOCORE. Sensor de Umidade do Solo Higrômetro. ROBOCORE, 2025. Disponível em: <https://www.a2robotics.com.br/sensor-de-umidade-do-solo-modulo-sonda-higrometro>. Acesso em: 19 mar. 2025.

STRAUB, M. G. Projeto Arduino de irrigação automática – Sua planta sempre bem cuidada. USINAINFO, 2019. Disponível em:

<https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-arduino-de-irrigacao-automatica-sua-planta-sempre-bem-cuidada/>. Acesso em: 03 mar. 2025.

THOMSEN, A. Monitore sua planta usando Arduino. FILIPEFLOP, 2016. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/monitore-sua-planta-usando-arduino/>. Acesso em: 03 mar. 2025.

YOUTUBE. Sistema de irrigação automática com NodeMCU. YouTube, 2025. Disponível em: <https://youtu.be/LVW4PZmowGA>. Acesso em: 27 maio 2025.