



## Monitoramento de Umidade para Prevenção de Vazamentos e Desperdício de Água

Murilo Alves da Silva, André Luis de Oliveira

Faculdade de Computação e Informática  
Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – São Paulo, SP – Brazil

10290269@mackenzista.com.br

**Abstract.** *Water waste is a global issue that directly impacts sustainability and resource efficiency. This project presents an IoT-based solution using an ESP8266 microcontroller and a YL-69 moisture sensor to monitor humidity levels and detect potential leaks. The collected data is transmitted via MQTT for remote monitoring, allowing preventive measures to be taken in real time. This initiative aligns with the Sustainable Development Goal 6 (SDG 6) by promoting efficient water management and reducing unnecessary waste.*

**Resumo.** *O desperdício de água é um problema global que afeta diretamente a sustentabilidade e a eficiência no uso dos recursos naturais. Este projeto propõe uma solução baseada em IoT utilizando um microcontrolador ESP8266 e um sensor de umidade YL-69 para monitorar níveis de umidade e detectar possíveis vazamentos. Os dados coletados são transmitidos via MQTT para um sistema de monitoramento remoto, permitindo ações preventivas em tempo real. Essa iniciativa está alinhada com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6), promovendo o uso eficiente da água e a redução de desperdícios desnecessários.*

### 1. Introdução

A crescente preocupação com a conservação dos recursos hídricos tem impulsionado o desenvolvimento de soluções tecnológicas voltadas para a detecção e prevenção do desperdício de água (ONU, 2024). Pequenos vazamentos e infiltrações podem causar grandes desperdícios e danos estruturais, tornando-se um problema tanto ambiental quanto econômico. Nesse contexto, a implementação de sistemas inteligentes de monitoramento pode auxiliar na identificação precoce de anomalias e contribuir para um uso mais eficiente da água (GUBBI et al., 2013).

O presente trabalho propõe a criação de um sistema baseado em Internet das Coisas (IoT) para monitoramento de umidade e detecção de vazamentos. Utilizando um microcontrolador ESP8266 e um sensor de umidade YL-69, o sistema é capaz de identificar níveis anormais de umidade e enviar alertas por meio do protocolo MQTT para uma plataforma remota. Diferentes abordagens para detecção de vazamentos foram exploradas na literatura, como sensores acústicos, de pressão e medidores de fluxo, mas

este projeto visa oferecer uma solução de baixo custo e fácil implementação (FARAHANI et al., 2021).

## 2. Materiais e métodos

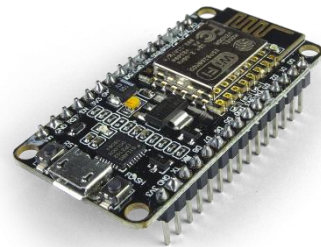
### 2.1 Materiais

Para a construção do protótipo, foram utilizados os seguintes materiais e componentes eletrônicos:

#### Microcontrolador ESP8266

O ESP8266 é um microcontrolador Wi-Fi de baixo custo desenvolvido pela Espressif Systems. Ele possibilita a conexão à internet e é amplamente utilizado em projetos de IoT por sua simplicidade e compatibilidade com plataformas como Arduino IDE (ESPRESSIF SYSTEMS, 2019).

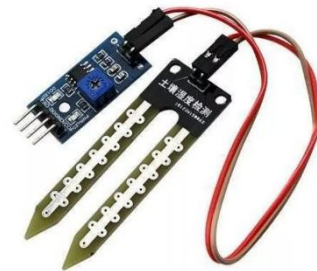
*Link:* [NodeMCU-ESP8266](#)



#### Sensor de Umidade YL-69 + Módulo Amplificador

O YL-69 é um sensor de umidade do solo utilizado neste projeto para identificar variações de umidade em ambientes internos. Acoplado a um módulo amplificador, ele envia sinais analógicos ao microcontrolador, permitindo a detecção de possíveis vazamentos ou infiltrações (FARAHANI et al., 2021).

*Link:* [YL69+Módulo Amplificador](#)



#### Jumpers

São cabos utilizados para realizar as conexões entre o ESP8266, o sensor YL-69 e o Módulo de Buzzer. Eles permitem a construção do circuito de forma modular e flexível. Foram utilizados somente Jumpers **fêmeas x fêmeas** no projeto.

*Link:* [Jumpers](#)



### Micro Cabo USB de Dados Arduino

Utilizado para alimentar o ESP8266 e também para programar o dispositivo. O cabo USB de dados Arduino é compatível com o microcontrolador e proporciona uma forma prática de conexão e transferência de dados.

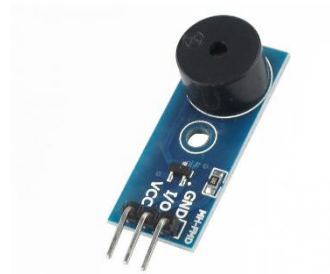
Link: [Micro Cabo USB](#)



### Módulo de Buzzer

O módulo buzzer é utilizado para emitir um alerta sonoro quando um nível anormal de umidade é detectado pelo sensor. O som serve como um indicativo de que pode haver vazamento ou infiltração de água.

Link: [Buzzer](#)



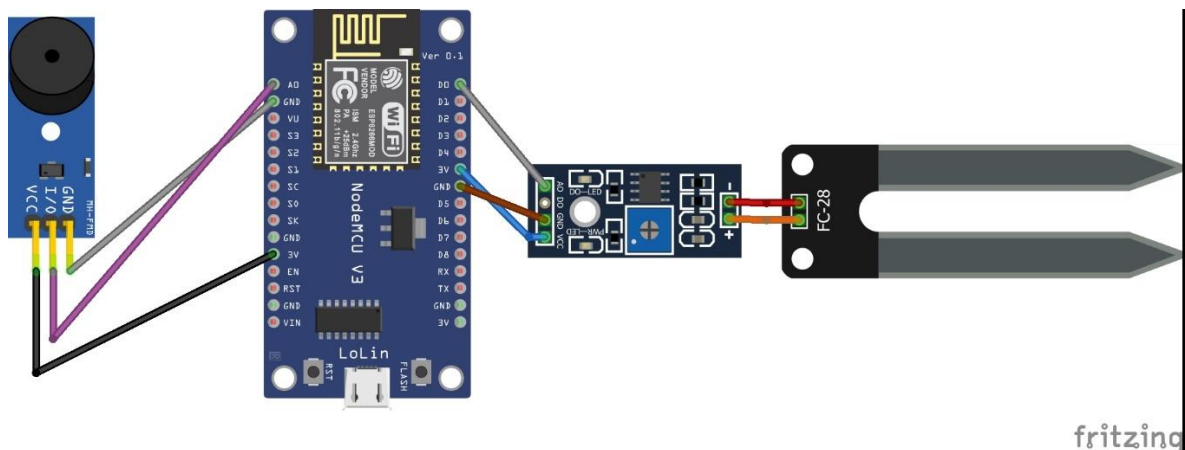
### Ambiente de Desenvolvimento e Comunicação MQTT

O software Arduino IDE foi utilizado para programar o microcontrolador, e o protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) foi adotado para enviar os dados de umidade para um servidor remoto. O MQTT é amplamente utilizado em sistemas IoT devido à sua leveza e eficiência na comunicação entre dispositivos (BANKS; GUIRGUIS, 2019).

A comunicação do sistema é realizada via protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), permitindo a transmissão dos dados coletados pelo sensor de umidade para um servidor remoto. O broker MQTT utilizado foi o **HiveMQ**, um serviço público que facilita a troca de mensagens entre dispositivos IoT.

## 2.2 Métodos

Nesta etapa, são apresentados os procedimentos realizados para a montagem do protótipo, detalhando as conexões entre os componentes e a organização do circuito, conforme ilustrado no diagrama elaborado no software Fritzing.



*Modelo do protótipo via Fritzing*

### Montagem do Circuito

O protótipo foi montado utilizando a placa **ESP8266 (NodeMCU)** como unidade central de controle, sendo responsável pela coleta de dados e pela comunicação via protocolo MQTT (ESPRESSIF SYSTEMS, 2019).

À direita da placa, foi posicionado o **sensor de umidade de solo YL-69 acoplado ao seu módulo amplificador**.

A conexão entre o sensor e a placa foi realizada utilizando jumpers fêmea-fêmea, de acordo com o seguinte esquema:

O pino GND do módulo amplificador foi conectado ao pino GND da ESP8266.

O pino VCC do módulo amplificador foi conectado ao pino 3V da ESP8266.

O pino AO do módulo amplificador foi conectado ao pino D0 da ESP8266.

À esquerda da placa, foi posicionado o **módulo buzzer**, cuja função é emitir um sinal sonoro quando o valor de umidade ultrapassar o limite programado de 30% (FARAHANI et al., 2021). A conexão também foi realizada com jumpers:

O pino GND do buzzer foi conectado ao pino GND da ESP8266.

O pino I/O do buzzer foi conectado ao pino D0 da ESP8266.

O pino VCC do buzzer foi conectado ao pino 3V da ESP8266.

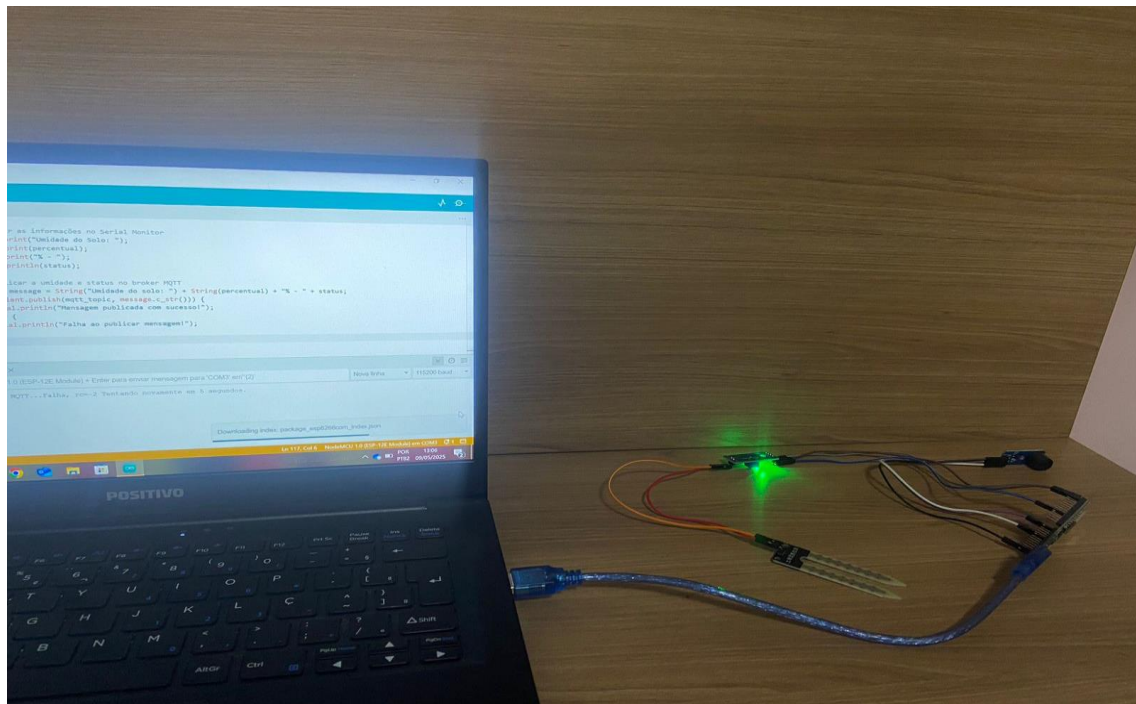
Essa configuração garante que o buzzer seja acionado automaticamente pela placa quando a condição de alerta for detectada.

Essa configuração permite que o sensor envie dados em tempo real para o microcontrolador, que processa as informações e, quando necessário, aciona o buzzer e envia os dados via MQTT para o broker (BANKS; GUIRGUIS, 2019). A montagem foi organizada de forma simples, visando fácil manutenção e entendimento do circuito.

### 3. Resultados

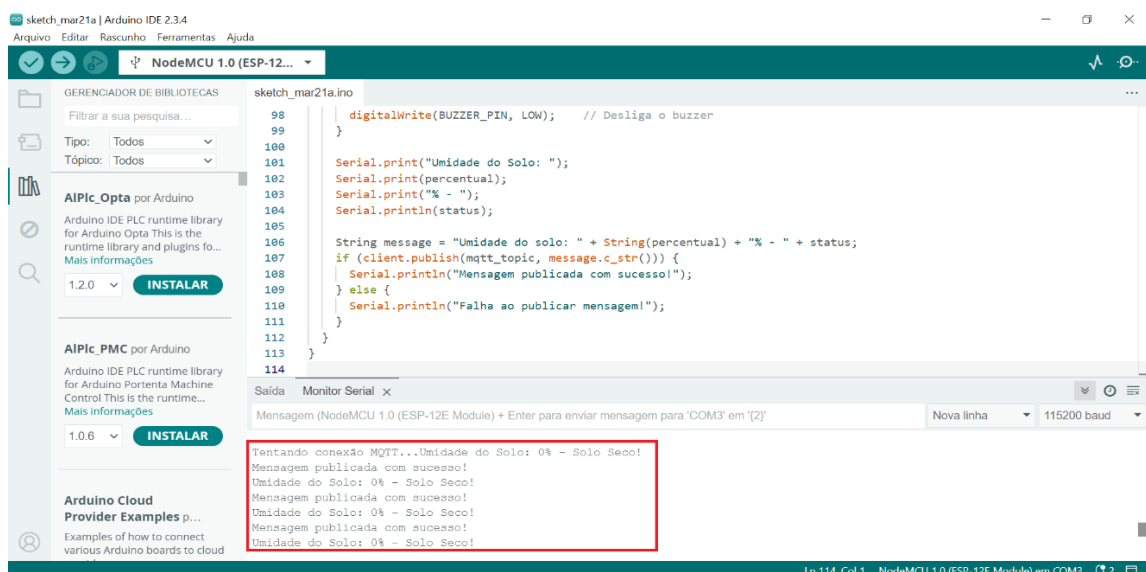
#### 3.1 Imagens e funcionamento

Figura 1 – Visão geral do circuito montado



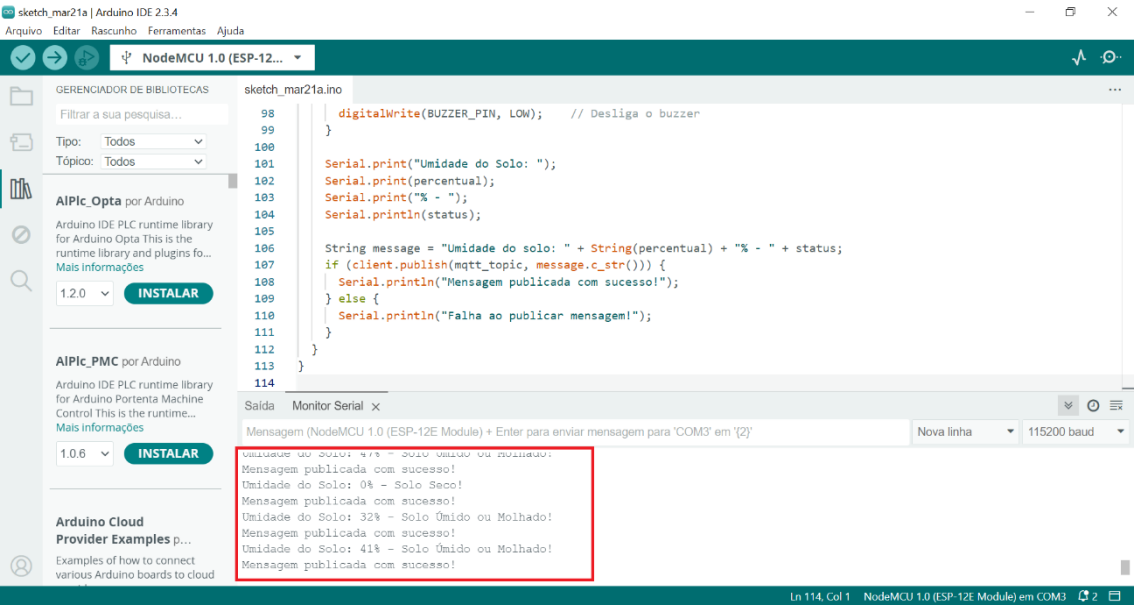
A imagem apresenta o protótipo completo montado, utilizando a placa NodeMCU ESP8266, o sensor de umidade de solo YL-69 com módulo amplificador, o módulo buzzer e conexões feitas com jumpers. A alimentação foi feita via cabo USB conectado ao computador.

Figura 2 – Sensor detectando baixa umidade (sem vazamento)



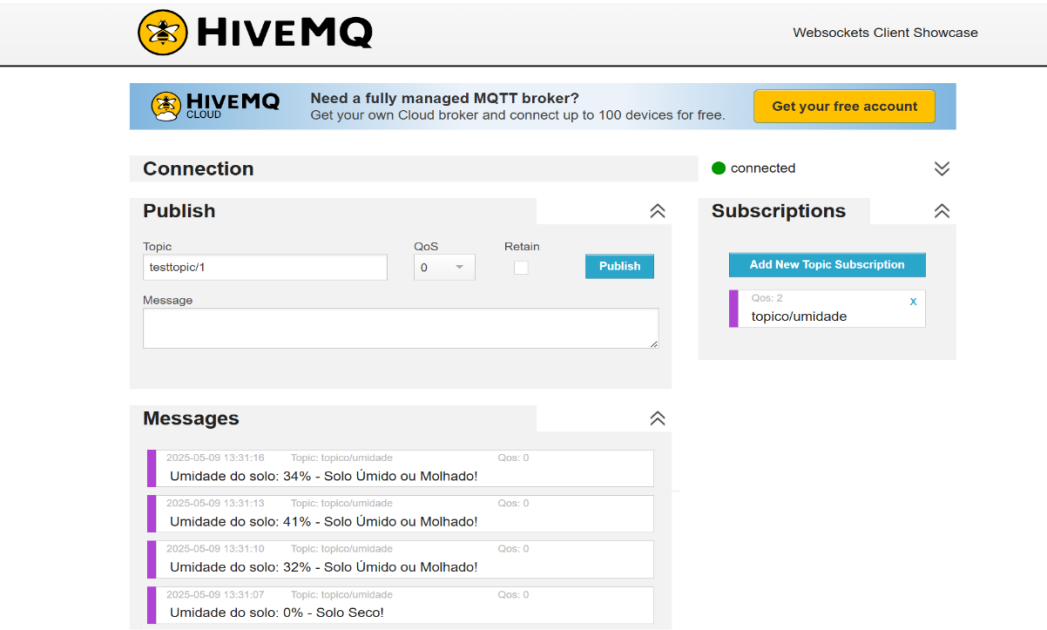
Nesta imagem, o sensor de umidade não está em contato com água, indicando um nível seco. O sistema permanece inativo, sem acionamento do atuador (buzzer). No monitor serial é possível observar os dados sendo enviados ao broker MQTT.

Figura 3 – Sensor detectando alta umidade (simulação de vazamento)



Aqui, o sensor foi umedecido para simular um vazamento. O nível de umidade ultrapassa o limite definido no código (30%), acionando automaticamente o buzzer. Ao mesmo tempo, uma mensagem MQTT é publicada no tópico correspondente, alertando sobre o vazamento.

Figura 4 – Comunicação com o broker MQTT funcionando





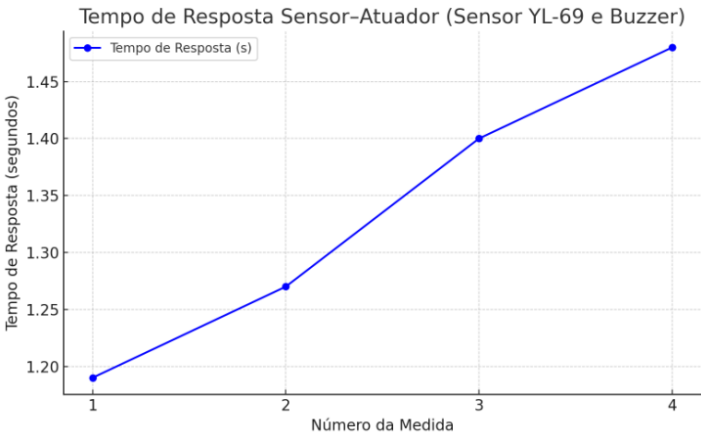
A imagem exibe uma captura de tela da comunicação do Arduino e do MQTT em tempo real. O NodeMCU publica dados no tópico “topico/umidade” e o acionamento do buzzer é controlado por mensagens MQTT, conforme visualizado no cliente MQTT.

**Medições de Tempo de Resposta do Sistema**

Núm. medida	Sensor/atuador	Tempo de resposta
1	Sensor YL-69	1.19s
2	Buzzer	1.19s (imediatos)
3	Sensor YL-69	1,27s
4	Buzzer	1,27s (imediatos)
5	Sensor YL-69	1,40s
6	Buzzer	1,40s (imediatos)
7	Sensor YL-69	1,48s
8	Buzzer	1,48s (imediatos)

Durante a fase de testes do protótipo, foram realizadas quatro medições sequenciais para avaliar o tempo de resposta do sistema composto pelo sensor de umidade do solo (YL-69) e pelo atuador (buzzer). Os resultados obtidos foram os seguintes:

- **Teste 1:** 1,19 segundos
- **Teste 2:** 1,27 segundos
- **Teste 3:** 1,40 segundos
- **Teste 4:** 1,48 segundos



Em todos os testes, foi possível observar que o **tempo de resposta entre a leitura do sensor e a ativação do buzzer foi imediato**, ou seja, o atuador respondeu de forma instantânea após a verificação da condição de solo seco. Esses resultados demonstram que o sistema é eficiente para aplicações em que é necessário um **alerta rápido e contínuo** em situações de baixa umidade, contribuindo diretamente para a detecção precoce de condições críticas e, consequentemente, para a preservação da água.

### 3.2 Repositório Github

Para complementar a documentação e possibilitar a reprodutibilidade do projeto, foi criado um repositório público no GitHub. Nele estão disponíveis todos os arquivos relacionados ao desenvolvimento do protótipo, incluindo o código-fonte, a descrição do hardware utilizado, os esquemas de montagem, os módulos de comunicação e orientações de uso. A estrutura foi organizada para facilitar o entendimento e permitir que outros usuários possam replicar ou adaptar a solução proposta.

Acesse o repositório pelo link abaixo:

<https://github.com/MuriloAlves2/projeto-iot-ods6/tree/main>

### 3.3 Vídeo-demonstração Youtube

Abaixo, você encontra um link para o vídeo-demonstração que mostra o funcionamento completo do projeto. No vídeo, apresento o hardware utilizado, o processo de monitoramento de umidade do solo com o sensor YL-69 e a comunicação via MQTT. Além disso, explico como o sistema aciona o buzzer quando a umidade está baixa e como os dados são enviados e recebidos através do protocolo MQTT. Acesse o vídeo no YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=R9Ads1jgeRU>

## 4. Conclusões

Os objetivos propostos para este projeto foram alcançados com sucesso. O sistema desenvolvido, utilizando um ESP8266 (NodeMCU), um sensor de umidade de solo YL-69 com módulo amplificador e um buzzer, foi capaz de detectar a presença de umidade em situações simuladas de vazamento e acionar um alerta sonoro. A comunicação com a internet foi realizada com o protocolo MQTT, o que possibilitou o envio e recebimento de mensagens em tempo real entre o sensor, o atuador e o broker.

Durante o desenvolvimento, alguns problemas foram enfrentados, principalmente relacionados à falta de conhecimento prévio em eletrônica e integração com o MQTT. Inicialmente houve dificuldades na montagem dos componentes, especialmente com a alimentação correta do sensor YL-69 e o entendimento de como o buzzer deveria ser acionado. Também foi necessário aprender a configurar corretamente o broker MQTT e a lógica de publicação/assinatura dos tópicos. Esses obstáculos foram superados com pesquisa, uso de simuladores como o Wokwi para testes prévios e auxílio em plataformas de apoio técnico.

Entre as vantagens do projeto destacam-se o baixo custo, a facilidade de montagem e a aplicabilidade real para situações de monitoramento de vazamentos ou irrigação inteligente, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6 – Água Potável e Saneamento. Como desvantagens, podemos citar a baixa durabilidade do sensor YL-69 por ser suscetível à corrosão e a dependência da conectividade Wi-Fi para o funcionamento do sistema.



Para melhorias futuras, o projeto pode ser aprimorado com a substituição do sensor resistivo por um sensor capacitivo, mais resistente e preciso. Além disso, a integração com uma interface web ou aplicativo para alertas remotos aumentaria a usabilidade. Também seria interessante utilizar uma fonte de energia alternativa, como um pequeno painel solar, para tornar o sistema mais autônomo e sustentável.

## **5. Referências**

ONU. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6: Água Potável e Saneamento. 2024. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>. Acesso em: 28 abr. 2025.

BANKS, A.; GUIRGUIS, M. MQTT Essentials – A Lightweight Messaging Protocol for Small Sensors and Mobile Devices. OASIS MQTT Technical Committee, 2019. Disponível em: <https://mqtt.org/>. Acesso em: 28 abr. 2025.

ESPRESSIF SYSTEMS. ESP8266EX Datasheet. 2019. Disponível em: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf). Acesso em: 28 abr. 2025.

FARAHANI, S. et al. Moisture Sensors for IoT Applications: A Review. Sensors, v. 21, n. 1, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/1/139>. Acesso em: 28 abr. 2025.

GUBBI, J. et al. Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions. Future Generation Computer Systems, v. 29, n. 7, p. 1645-1660, 2013. DOI: 10.1016/j.future.2013.01.010. Acesso em: 28 abr. 2025.