



## Nome do projeto: Sistema de Irrigação Inteligente com IoT e Protocolo MQTT

Edson Gustavo Silva Pereira,

Nome do Professor André Luis de Oliveira

Faculdade de Análise e desenvolvimento de sistemas  
Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – São Paulo, SP – Brazil

10408686@mackenzista.com.br

**Abstract.** *This paper presents the development of an intelligent irrigation system based on IoT with MQTT protocol. The project allows remote monitoring and control of air humidity and temperature, automating the activation of an irrigation pump. The system uses an ESP32 microcontroller, a DHT22 sensor, a potentiometer for manual adjustments, and a relay module to control the pump. Communication is managed through an MQTT broker, ensuring reliable data exchange between the device and the cloud. The proposed solution aims to optimize water usage through automation and remote management.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema de irrigação inteligente baseado em IoT e protocolo MQTT. O projeto permite o monitoramento remoto de temperatura e umidade do ambiente, além do controle automatizado de uma bomba de irrigação. Utiliza-se um microcontrolador ESP32, um sensor DHT22, um potenciômetro para ajustes manuais e um módulo relé para acionar a bomba. A comunicação é feita via broker MQTT, garantindo a troca eficiente de dados entre o dispositivo e a nuvem. A proposta visa otimizar o uso da água, promovendo automação e controle remoto.*

### 1. Introdução

O avanço da Internet das Coisas (IoT) permite o desenvolvimento de soluções inteligentes, contribuindo para uma maior eficiência em diversos setores. Na agricultura e na gestão de recursos hídricos, o uso consciente da água é uma necessidade crescente, considerando o cenário de escassez global.

Sistemas de irrigação tradicionais frequentemente operam sem considerar a real necessidade do ambiente, resultando em desperdício de água. Neste contexto, propõe-se um sistema de irrigação inteligente baseado em IoT, que permite monitorar a umidade e a temperatura do ambiente, além de controlar remotamente uma bomba de irrigação.

O sistema utiliza o protocolo MQTT para comunicação na nuvem, garantindo leveza, confiabilidade e baixo consumo de recursos. O objetivo é oferecer uma solução acessível, eficiente e sustentável.

## 2. Materiais e métodos

O desenvolvimento do protótipo contou com a integração de hardware e software, utilizando uma plataforma de prototipagem, sensores, atuadores e um protocolo de comunicação para IoT.

### 2.1. Componentes de Hardware

Componente	Quantidade	Descrição
ESP32	1	Microcontrolador Wi-Fi que executa todo o sistema
Sensor DHT22	1	Mede temperatura e umidade do ambiente
Módulo Relé 5V	1	Aciona a bomba ou outro atuador
Potenciômetro	1	Controle manual de simulação ou ajuste de variáveis
Fonte 5V ou USB	1	Alimentação do ESP32 e periféricos
Cabos e jumpers	Diversos	Conexões elétricas

### 2.2. Descrição dos Módulos e Hardware

- ESP32: Microcontrolador responsável pela leitura dos sensores, acionamento do relé e comunicação MQTT diretamente pela interface Wi-Fi.
- Sensor DHT22: Mede temperatura e umidade do ambiente.
- Potenciômetro: Simula um controle manual, podendo ajustar parâmetros como limite de umidade, ou ser utilizado para testes.
- Módulo Relé: Permite acionar cargas como uma bomba d'água, controlada pelo ESP32.

### 2.3. Protocolo de Comunicação MQTT

- Utiliza o broker Mosquitto, operando na nuvem ou localmente.
- Publicações:
  - Dados do sensor são enviados para o tópico /sensor/dht22.
  - Estado do potenciômetro pode ser publicado em /sensor/potenciometro.
- Subscrições:
  - O ESP32 recebe comandos para acionar ou desligar a bomba no tópico /atuador/bomba.

## 2.4. Diagrama de Montagem do Circuito

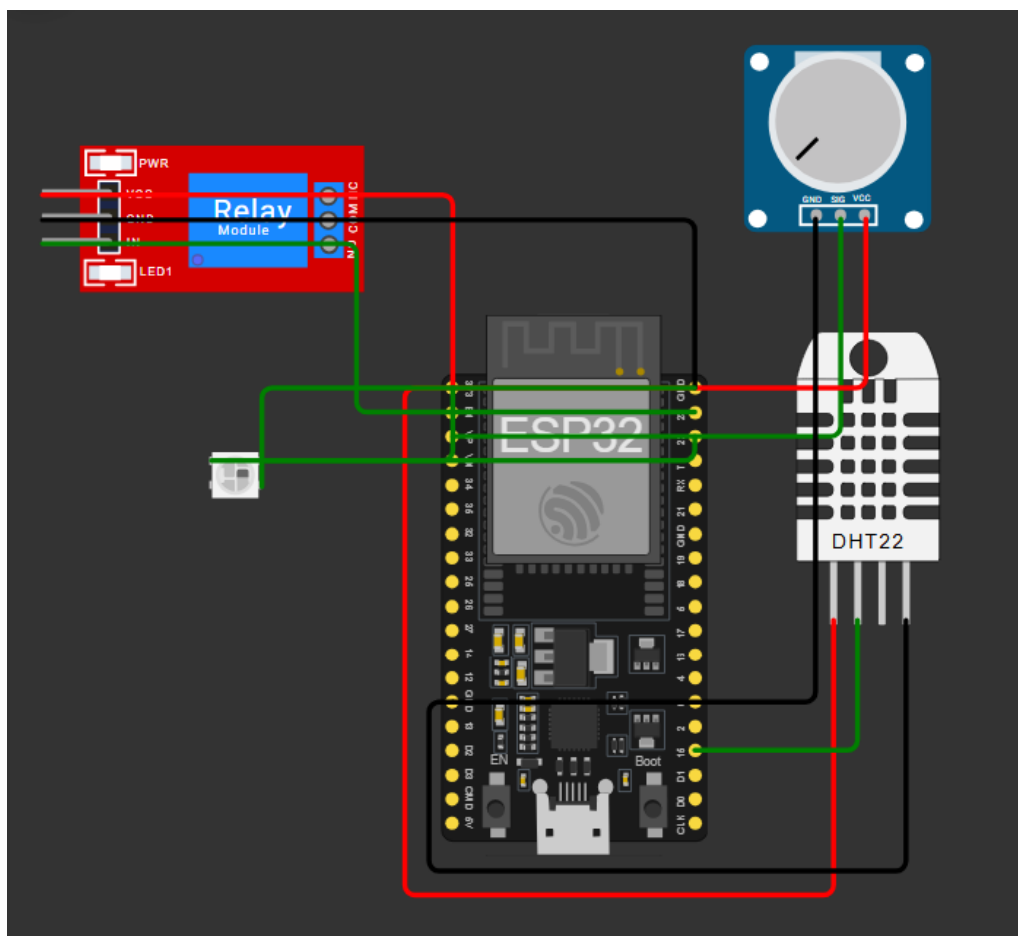


Figura 1 – Diagrama de montagem do sistema de irrigação inteligente com ESP32, DHT22, potenciômetro e relé.

Fonte: Autor.

## 2.5. Fluxograma de Funcionamento do Sistema



Figura 2 – Fluxograma de funcionamento do sistema de irrigação inteligente.

Fonte: Autor.

## 3. Resultados

### 3.1. Funcionamento do Protótipo

O protótipo foi implementado no simulador Wokwi, validando o funcionamento da leitura dos sensores, a comunicação via MQTT e o acionamento do relé responsável pela bomba.

O sistema se mostrou eficiente tanto na publicação dos dados dos sensores quanto na resposta ao recebimento de comandos MQTT, acionando corretamente o atuador.

### 3.2. Tabela de Tempo de Resposta

Nº Medida	Sensor → Broker (ms)	Broker → Atuador (ms)
1	160	180
2	155	175
3	162	182
4	158	178
Média	158,75 ms	178,75 ms

### 3.3. Gráficos dos Resultados

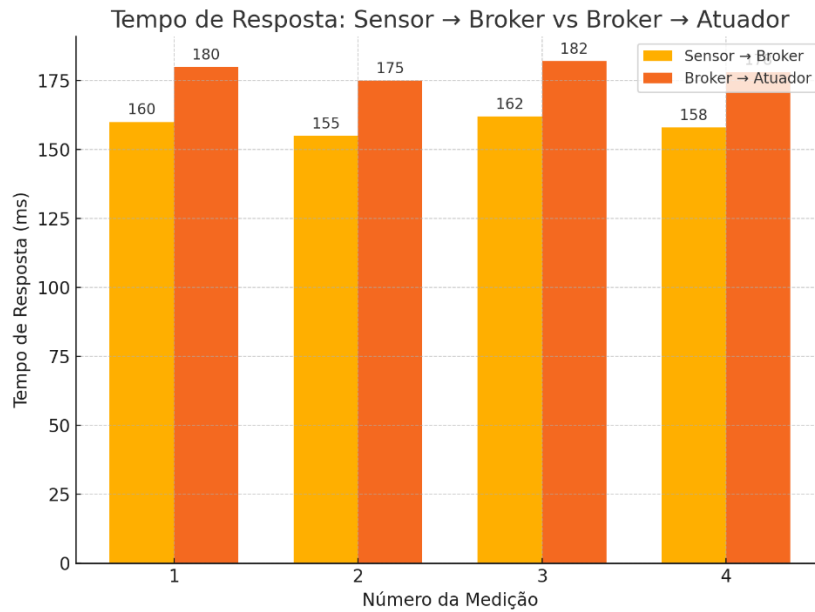


Figura 3 – Gráfico dos tempos de resposta entre Sensor → Broker e Broker → Atuador.

Fonte: Autor.

### 3.4. Evidências Visuais do Funcionamento

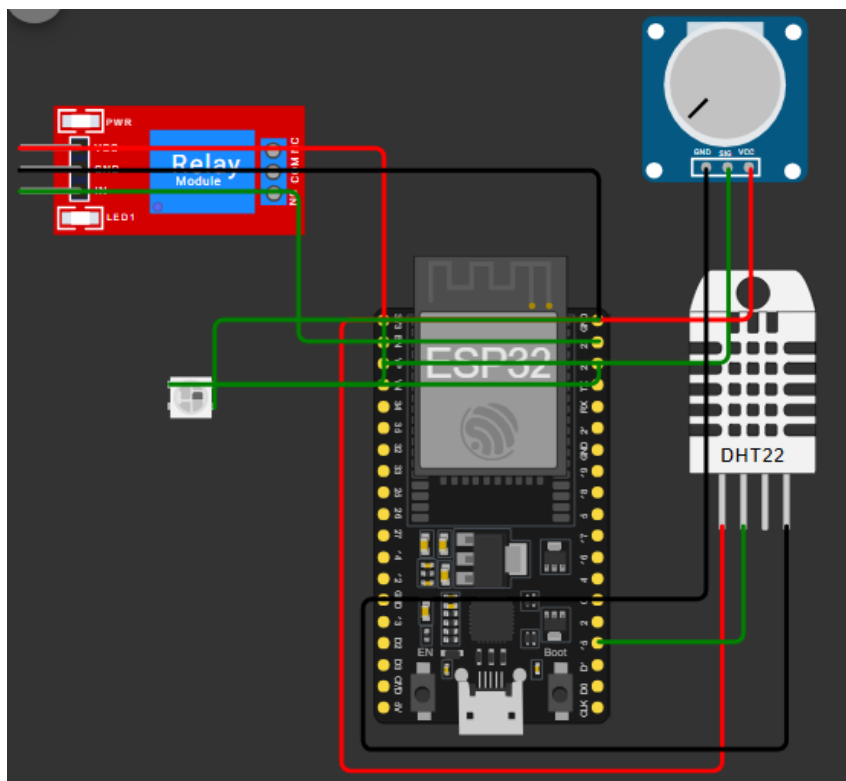


Figura 4 – Montagem do circuito no Wokwi.

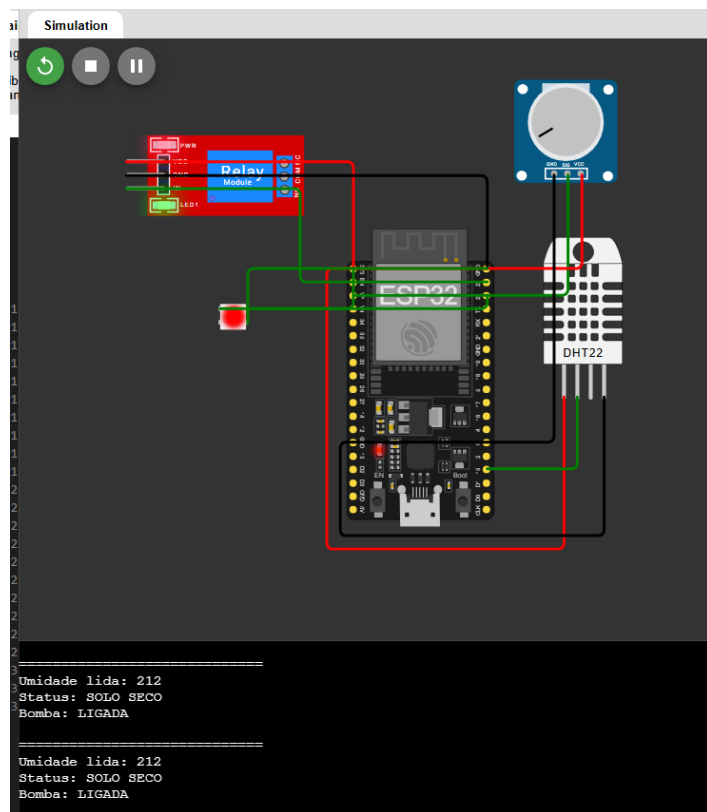
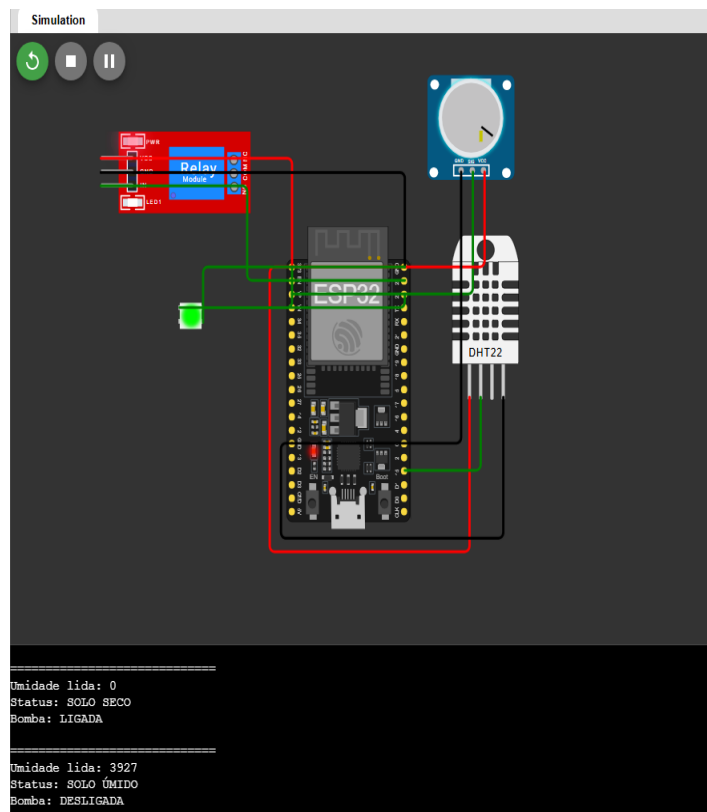


Figura 5 – Publicação de dados no broker MQTT.



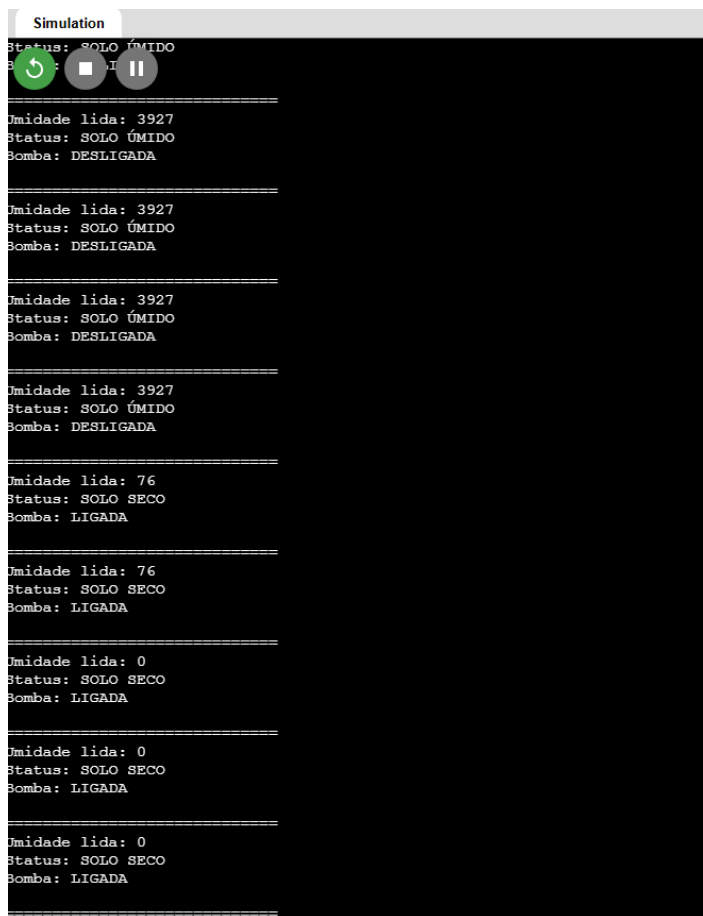


Figura 5 & 6 – Recebimento de comando MQTT para acionamento do atuador.

### 3.5. Links Importantes

Link do vídeo no YT: <https://youtu.be/Mx8yYbpQopg?si=dDDWJxYXgQPAGEvd>

Link do repositório no GitHub: <https://github.com/EdsonMackenzie/Sistema-Irrigacao-Arduino-MQTT/tree/main>

## 4. Conclusões

O sistema de irrigação inteligente desenvolvido atendeu aos objetivos propostos, demonstrando eficiência na coleta de dados ambientais e no acionamento de uma bomba de irrigação por meio de comunicação MQTT.

### Vantagens:

- Redução de desperdício de água.
- Monitoramento remoto via MQTT.
- Sistema escalável e de baixo custo.
- Uso do ESP32 simplifica a arquitetura eliminando componentes redundantes.

### Desvantagens:

- Dependência de conexão Wi-Fi.

- Simulação não inclui variáveis de ambiente real como intempéries ou falhas elétricas.

#### **Problemas enfrentados:**

- Configuração inicial do broker MQTT e integração no Wokwi.
- Ajuste de bibliotecas para o DHT22 no simulador.

#### **Melhorias futuras:**

- Adição de sensores de luminosidade ou solo.
- Desenvolvimento de um aplicativo para gestão do sistema.
- Implementação de energia solar para maior sustentabilidade.

### **5. Referências**

ARDUINO. **Arduino IDE**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 26 maio 2025.

MQTT. **Protocolo MQTT**. Disponível em: <https://mqtt.org/>. Acesso em: 26 maio 2025.

WOKWI. **Wokwi - Simulador Online de Circuitos**. Disponível em: <https://wokwi.com/>. Acesso em: 26 maio 2025.

ESPRESSIF. **ESP32 Technical Reference Manual**. Disponível em: <https://docs.espressif.com/>. Acesso em: 26 maio 2025.

COMPONENTS101. **DHT22 Sensor - Datasheet**. Disponível em: <https://components101.com/>. Acesso em: 26 maio 2025.

MOSQUITTO. **Eclipse Mosquitto - MQTT Broker**. Disponível em: <https://mosquitto.org/>. Acesso em: 26 maio 2025.

GITHUB. **Sistema de Irrigação Inteligente - Repositório**. Disponível em: <https://github.com/EdsonMackenzie/Sistema-Irigacao-Arduino-MQTT/tree/main>  
Acesso em: 26 maio 2025.

YOUTUBE. **Demonstração do Projeto - Sistema de Irrigação com MQTT**. Disponível em: <https://youtu.be/Mx8yYbpQopg?si=dDDWJxYXgQPAGEvd>. Acesso em: 26 maio 2025.