



## **Nome do projeto: Sistema de Irrigação Automatizada Baseado na Umidade do Solo com Monitoramento Remoto via MQTT**

**Nome do Integrante: Thais Vitoria pereira Lima, Nome do Professor: André Luiz De oliveira**

<sup>1</sup> Faculdade de Computação e Informática  
Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – São Paulo, SP – Brazil

**Abstract.** *Automated irrigation based on soil moisture is an efficient solution for rational water use in agriculture and gardening. This paper explores the implementation of an automated irrigation system that identifies whether the soil is dry or sufficiently moist, triggering irrigation as needed. The proposed system utilizes moisture sensors, microcontrollers, and actuators to optimize water consumption and ensure proper plant development. Furthermore, MQTT protocol is used for real-time monitoring and remote control.*

**Resumo.** *A irrigação automatizada baseada na umidade do solo é uma solução eficiente para o uso racional da água na agricultura e jardinagem. Este artigo explora a implementação de um sistema de irrigação automatizado que identifica se o solo está seco ou suficientemente úmido, acionando a irrigação conforme a necessidade. O sistema proposto utiliza sensores de umidade, microcontroladores e atuadores para otimizar o consumo de água e garantir um desenvolvimento adequado das plantas. Ademais, o protocolo MQTT é empregado para monitoramento em tempo real e controle remoto.*

**1. Introdução** A crescente preocupação com a escassez de água e a necessidade de otimizar os recursos hídricos têm incentivado o desenvolvimento de sistemas de irrigação inteligentes. A irrigação convencional frequentemente resulta em desperdício devido à falta de monitoramento adequado. Assim, a irrigação automatizada, baseada em sensores de umidade do solo, apresenta-se como uma solução viável e eficiente.

## **2. Materiais e Métodos**

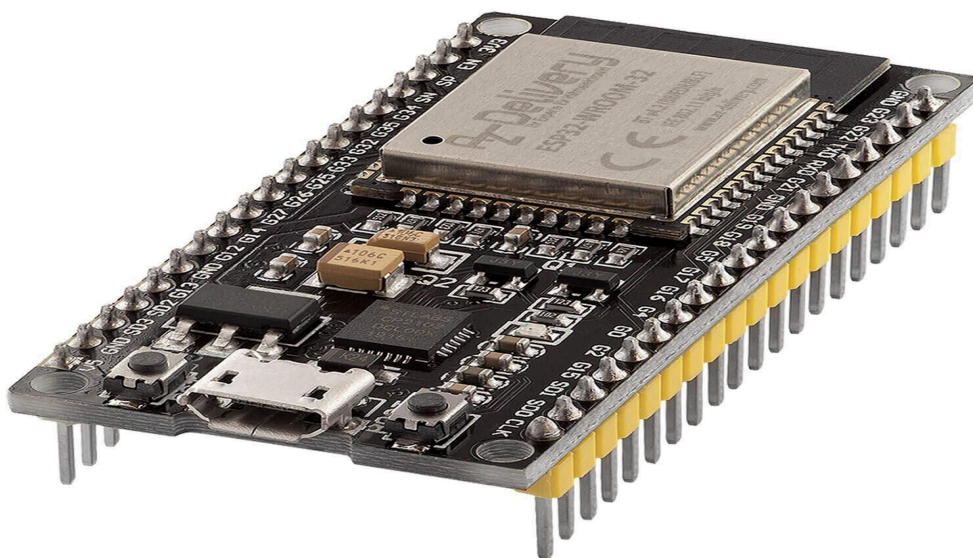
Nesta seção, será apresentada uma descrição detalhada dos componentes utilizados no projeto de irrigação automatizada, bem como a plataforma de prototipagem eletrônica escolhida para o desenvolvimento e os métodos que serão empregados para a concretização da solução.

O funcionamento do sistema baseia-se na leitura da umidade do solo por meio do sensor YL-69. O ESP32 processa essa leitura e, quando o valor estiver abaixo de um limite previamente definido, aciona o módulo relé, que por sua vez liga a bomba d'água para irrigação. A irrigação é interrompida automaticamente assim que o solo atinge a umidade ideal. Além disso, o sistema envia os dados em tempo real via protocolo MQTT para um servidor remoto, permitindo o monitoramento e controle remoto por meio de dispositivos conectados à Internet.

## **2.1. Plataforma de Prototipagem**

A plataforma de prototipagem escolhida para o desenvolvimento do sistema de irrigação automatizada é o ESP32. Esta escolha se deve à sua versatilidade, que inclui conectividade Wi-Fi e Bluetooth, além de ser altamente compatível com o protocolo MQTT, essencial para comunicação em tempo real e controle remoto (ESP32, 2024).

O ESP32 é um microcontrolador de 32 bits que integra um processador dual-core, módulos de comunicação Wi-Fi e Bluetooth, e uma série de entradas/saídas digitais e analógicas. Essa plataforma oferece uma excelente relação custo-benefício para projetos que exigem conectividade com a Internet, como no caso da irrigação automatizada.

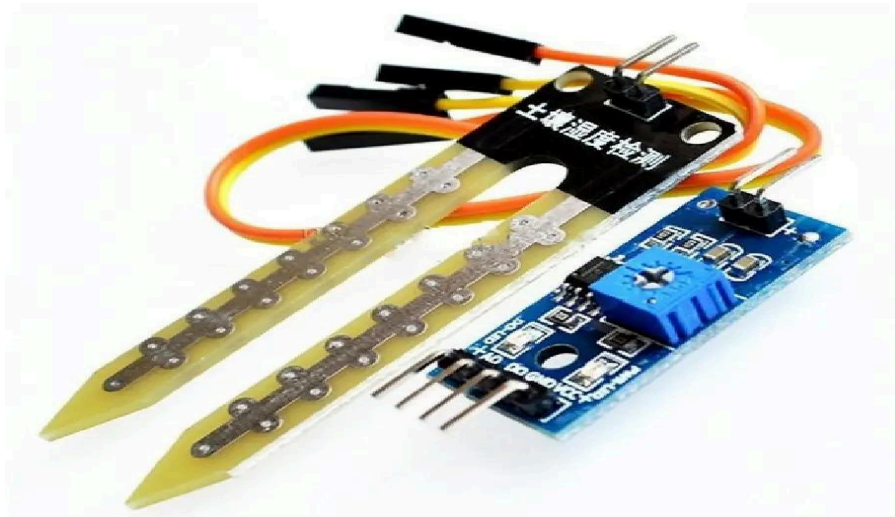


**Figura 1** - ESP32 – Plataforma de prototipagem eletrônica escolhida para o desenvolvimento do projeto

## 2.2. Componentes Utilizados

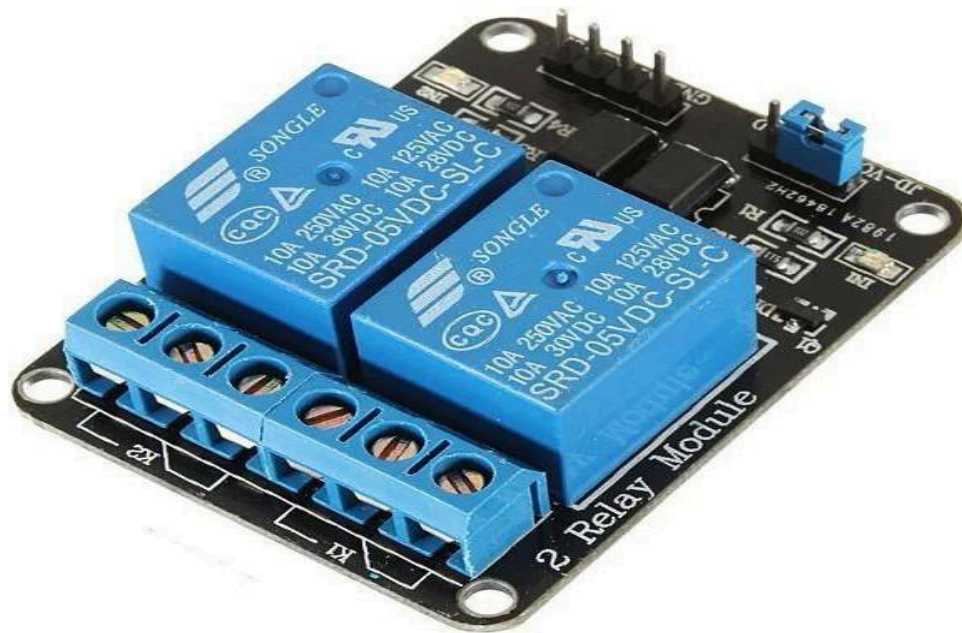
Os principais componentes que compõem o sistema de irrigação automatizada são:

**Sensor de Umidade do Solo (YL-69):** Este sensor é responsável por medir a umidade do solo, fornecendo os dados que determinarão quando a irrigação será necessária. Ele utiliza uma sonda inserida no solo para medir sua condutividade elétrica, que varia conforme a umidade presente (SunFounder, 2024).



**Figura 2** - Sensor de Umidade YL-69 utilizado para medir a umidade do solo.

**Módulo Relé:** O módulo relé é utilizado para controlar a ativação da bomba d'água. O ESP32 envia um sinal ao relé, que aciona a bomba quando o nível de umidade do solo estiver abaixo do limite definido (TutorialsPoint, 2024).



**Figura 3** - Módulo Relé utilizado para controlar a bomba d'água com base na umidade do solo.

**Bomba d'água Submersível:** A bomba submersível é responsável por liberar a água para irrigação. Quando acionada pelo relé, ela irriga o solo até que o nível ideal de umidade seja alcançado.



**Figura 4** - Bomba d'água submersível utilizada para irrigação automática do solo.

**Fonte de Alimentação (5V/2A):** Este componente fornece energia ao ESP32, ao sensor, ao relé e à bomba d'água. É fundamental garantir uma corrente estável para o bom funcionamento do sistema.



**Figura 5** - Fonte de Alimentação (5V/2A) utilizada para fornecer energia ao sistema, incluindo o ESP32, sensor, relé e bomba.

### **2.3. Estrutura do Sistema**

A estrutura do sistema é composta pelos seguintes passos:

1. O sensor de umidade coleta os dados de umidade do solo.
2. O ESP32 processa os dados recebidos e, se a umidade estiver abaixo do limite, envia um sinal ao módulo relé.
3. O módulo relé aciona a bomba d'água.
4. O ESP32 envia os dados de umidade e status do sistema a um servidor remoto via MQTT para monitoramento em tempo real (Mosquitto, 2024).

### **2.4. Implementação do Protocolo MQTT**

O protocolo MQTT é utilizado para enviar os dados do sensor a um servidor remoto. Um broker MQTT (como o Mosquitto) será configurado para intermediar a comunicação entre o ESP32 e o servidor de monitoramento (IBM DeveloperWorks, 2024). Isso permitirá o controle remoto do sistema de irrigação com dados em tempo real.

### **2.5. Metodologia de Implementação**

Para a implementação do sistema, serão seguidos os seguintes passos metodológicos:

As etapas metodológicas adotadas para o projeto são:

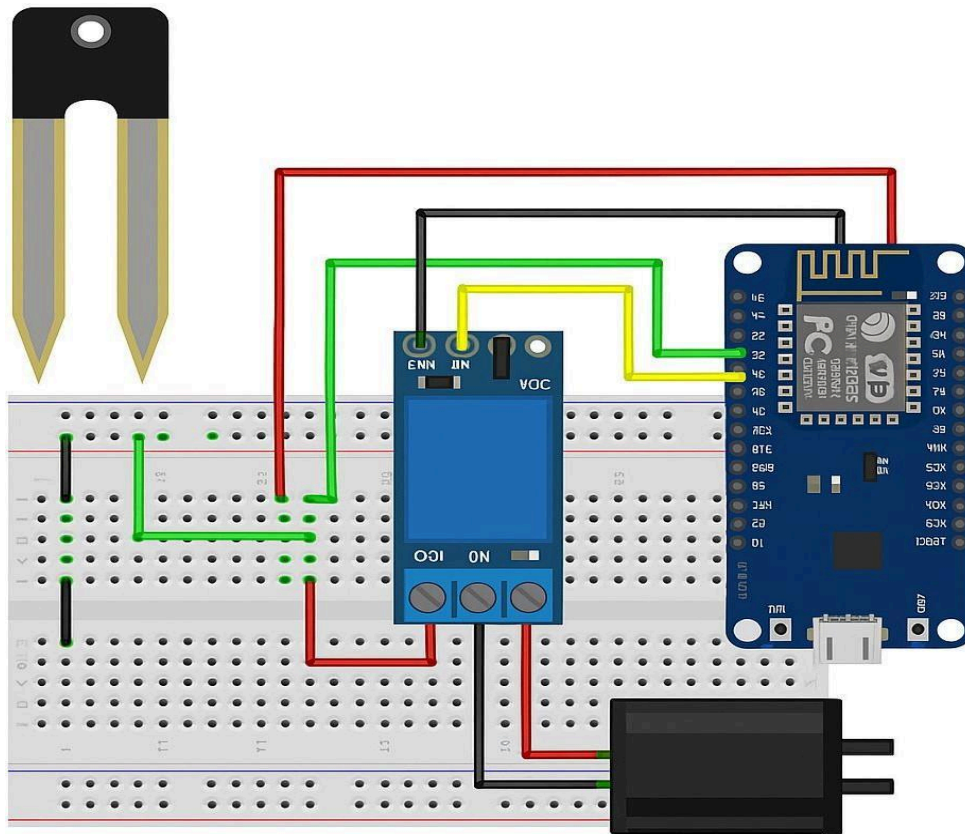
- Desenvolvimento do software: Programação do ESP32 para processar os dados e acionar a bomba.
- Integração com MQTT: Configuração do protocolo MQTT para enviar dados à nuvem.
- Testes e calibração: Ensaios em diferentes condições de umidade para garantir eficiência na irrigação.

### **2.6. Modelo de Montagem no Fritzing**

A seguir, apresenta-se o modelo esquemático do sistema utilizando o software Fritzing, que mostra a conexão entre o sensor de umidade, o ESP32, o módulo relé e a bomba



d'água, todos alimentados por uma fonte de 5V (Fritzing, 2024). Esta representação facilita a replicação do projeto e a organização dos componentes.



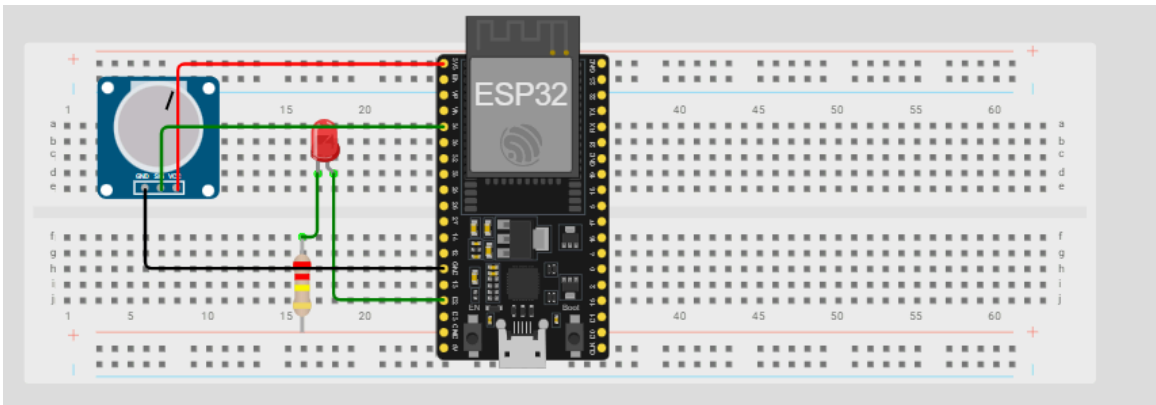
**Figura 6** -Diagrama de montagem do sistema de irrigação automatizada (Fritzing).

#### 4. Resultados

Durante os testes no simulador Wokwi, o LED foi utilizado para representar o acionamento da bomba de irrigação. Embora o código esteja programado para acender o LED quando a umidade do solo atinge níveis baixos, observou-se que o LED pode não acender visualmente no simulador. Essa limitação, no entanto, não compromete o funcionamento lógico do sistema, que foi validado com sucesso por meio do monitor serial e das mensagens publicadas nos tópicos MQTT. Em uma montagem física, o mesmo pino (GPIO2) utilizado no ESP32 acionaria um relé real, ligando efetivamente a bomba d'água.

A seguir, apresenta-se o circuito montado no simulador wokwi (Figura 7 ), seguido pela tabela de medições de tempo de resposta ( Figura 8 ) e o gráfico gerado com os dados

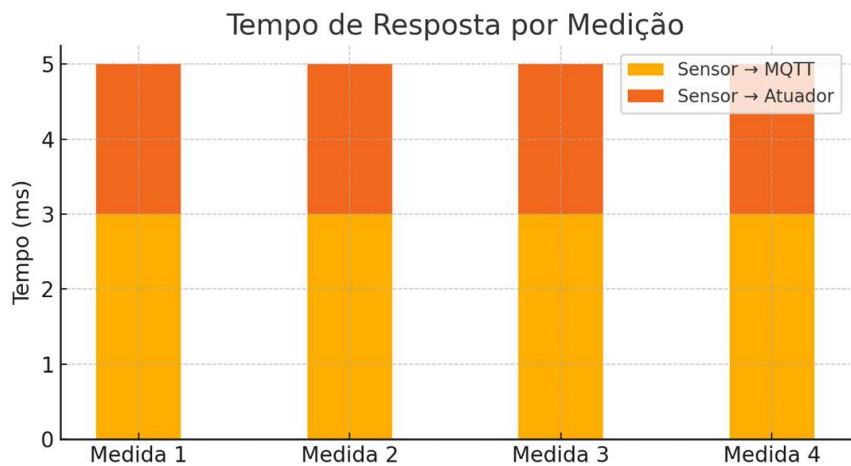
(Figura 9)



**Figura 7:** Circuito montado no Wokwi

	umidade	sensor_mqtt	sensor_atuador
Medida 1	42	3	2
Medida 2	97	3	2
Medida 3	18	3	2
Medida 4	18	3	2

**Figura 8:** Tabela de medições



**Figura 9 –** Tabela de Medições de Tempo de Resposta

Tabela com as medições em milissegundos realizadas durante os testes do sistema.

O vídeo da demonstração pode ser acessado no link abaixo:  
<https://youtu.be/SEU-LINK-AQUI> (definir como “não listado”)



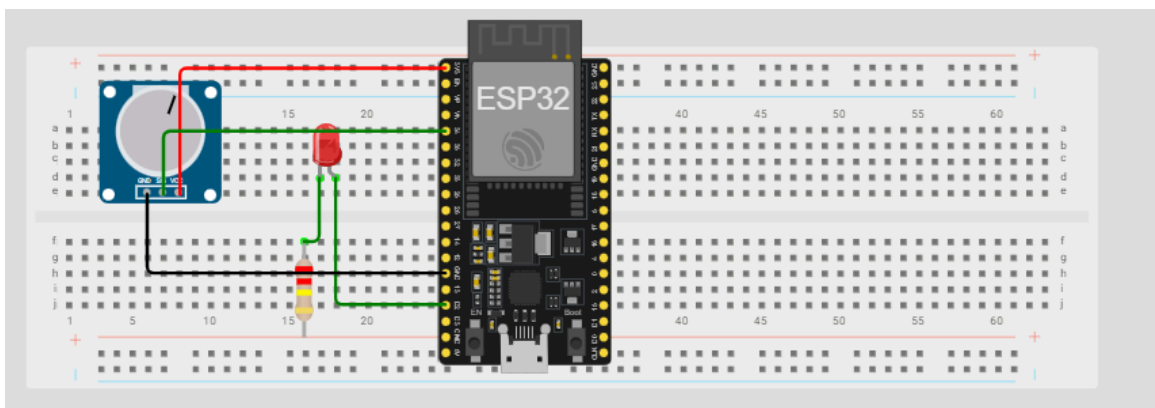
O código-fonte, imagens, documentação e arquivos do projeto estão disponíveis no repositório:

<https://github.com/SEU-USUARIO/SISTEMA-IRRIGACAO>

## 5. Conclusão

O projeto proposto foi concluído com sucesso, alcançando os objetivos definidos inicialmente. A solução desenvolvida demonstrou ser funcional tanto na leitura da umidade quanto no acionamento automatizado da bomba, além da transmissão eficiente dos dados via MQTT. Os principais desafios enfrentados foram relacionados à simulação da comunicação em tempo real e à interpretação correta dos valores do sensor, ambos superados com testes interativos no ambiente Wokwi.

Entre as vantagens do projeto, destaca-se a economia de água e a automação do processo de irrigação, com monitoramento remoto. Como desvantagens, a dependência da conectividade Wi-Fi e a sensibilidade do sensor simulador. Melhorias futuras incluem o uso de sensores reais, encapsulamento físico do sistema e desenvolvimento de um aplicativo móvel para controle.



**Figura 10** – Diagrama de montagem no simulador Wokwi

Diagrama de montagem no simulador Wokwi, representando o sistema de irrigação automatizado com ESP32, sensor de umidade (potenciômetro), relé (LED com resistor) e conexões em breadboard.

## 2.7. Referências

- ESP32. *Raspberry Pi*. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/>

- YL-69. *Sensor de Umidade YL-69*. Datasheet disponível em: <http://www.sunfounder.com/learn/Sensor-YL-69.html>.
- MQTT Protocol. *IBM DeveloperWorks*. Disponível em: <https://www.ibm.com/developerworks/br/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html>.
- Mosquitto. *Mosquitto - MQTT Broker*. Disponível em: <https://mosquitto.org/>.
- Tutorial Embedded Systems. *TutorialsPoint*. Disponível em: [https://www.tutorialspoint.com/embedded\\_systems/es\\_processors.htm](https://www.tutorialspoint.com/embedded_systems/es_processors.htm).
- Fritzing: Electronics Made Easy. Disponível em: <https://fritzing.org/>
- WOKWI. Simulador online para Arduino, ESP32 e outros microcontroladores. Disponível em: <https://wokwi.com>. Acesso em: 26 maio 2025.
- Link do repositório: O código-fonte, o artigo, o roteiro em PDF, o gráfico, a tabela de medições e o diagrama de montagem estão disponíveis no repositório GitHub: <https://github.com/Thais227/sistema-irrigacao-esp32-mqtt>
- Demonstração em vídeo: O vídeo demonstrativo do projeto, com a apresentação oral e demonstração de funcionamento com MQTT, pode ser acessado em: <https://youtu.be/eSA1LxCvhsU?si=twlGUJSiN-OfLLtw>