



Nome do projeto: Sistema de Monitoramento do Nível de Água

Aluno: Daniel Ferreira Bezerra

Professor: Andre Luis de Oliveira

¹ Faculdade de Computação e Informática

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – São Paulo, SP – Brazil

10414833@mackenzista.com.br

Abstract. *This paper describes the implementation of a new water level monitoring system using an ultrasonic sensor. The system measures the water level and is powered by a small Arduino microcontroller. The primary objective is to provide an efficient and accurate method for monitoring water levels in various applications. The use of IoT technology enables real-time data collection, contributing to better water management and promoting sustainable practices.*

Resumo. *Esse artigo descreve a implementação de um novo sistema de monitoramento do nível da água utilizando o sensor ultrassônico. Ele faz uma medição do nível de água. O sistema é alimentado com um pequeno controlador do Arduino.*

1. Introdução

Internet das Coisas (IoT) tem cada vez mais revolucionado os dispositivos, de forma fácil e inteligente, ela acaba facilitando a vida em diversos setores. O monitoramento dos níveis da água é atemporal, e com IoT podemos criar aplicações que vão desde sistema de irrigação até reservatórios, para garantir o uso racional da água no planeta.

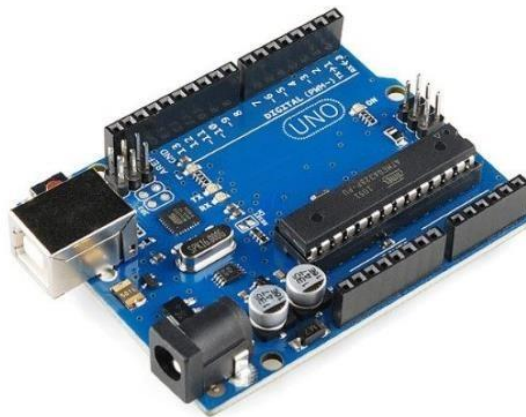
A utilização da Internet das Coisas (IoT) na gestão hídrica tem sido explorada por autores como Raj, Sharma e Bansal (2018), que demonstraram sua eficácia na coleta e análise em tempo real de dados de reservatórios.

Historicamente, os métodos de medição de nível de água eram bastante limitados, tanto na tecnologia da época, quanto na forma tradicional em que conhecemos, a manuseio manual. No avanço da tecnologia, criação de plataformas, ferramentas, os sensores se expandiram e trouxeram o Arduino. Diversos projetos foram implementados com o uso de sensores ultrassônicos para monitorar o nível da água, como os desenvolvidos por pesquisadores como Rana et al. (2018). Esse artigo irá propor uma maneira simples, porém eficiente, para medir os níveis da água em

reservatórios, e o objetivo é otimizar o uso e contribuir com práticas sustentáveis na gestão hídrica. Diversos projetos já foram implementados com o uso de sensores ultrassônicos para monitorar o nível da água, como os desenvolvidos por Rana, Sharma e Kumar (2018).

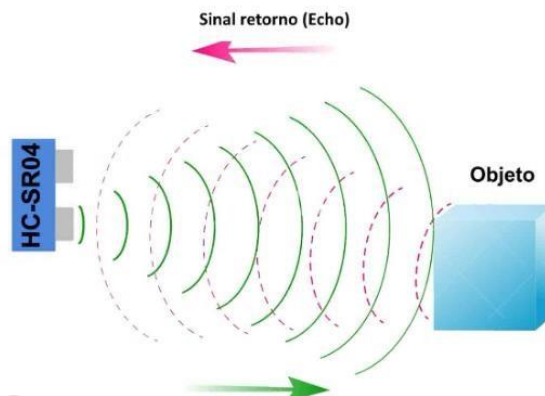
2. Materiais e Métodos

Arduino Uno: Responsável por controlar e processar os dados captados, além de interagir com os sensores (ARDUINO, 2019).



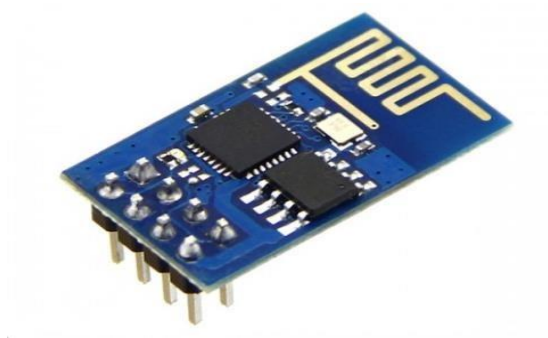
fonte: [makerhero](https://www.makerhero.com.br/)

Sensor ultrassônico HC-SR04: Mede a distância até a superfície da água, permitindo o cálculo do nível (RANA, SHARMA e KUMAR, 2018).



fonte: [makerhero](https://www.makerhero.com.br/)

Módulo ESP8266: Responsável pela comunicação Wi-Fi e envio dos dados via protocolo MQTT (RAJ, SHARMA e BANSAL, 2018).



fonte:

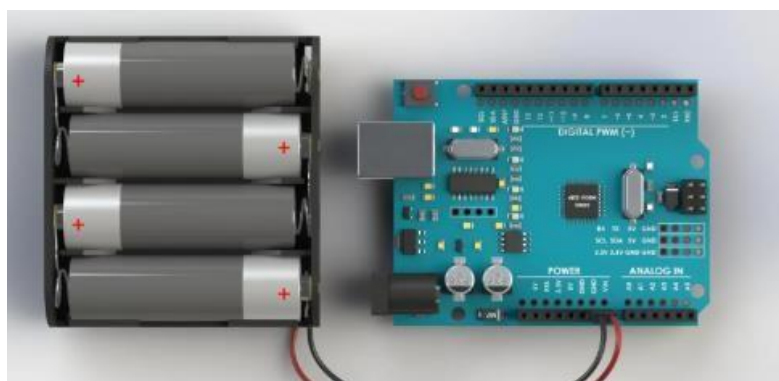
[datacombr](https://datacombr.com)

Bomba de água: Ativada automaticamente quando o nível de água está abaixo do mínimo desejado (SANTOS e LIMA, 2020).



fonte: [sermaker](https://sermaker.com)

Bateria (para alimentação): Alimenta o sistema de forma independente.



fonte: [instructables](https://instructables.com)

IDE utilizada:

A programação e o upload do código para o microcontrolador foram realizados por meio da Arduino IDE, que oferece suporte nativo tanto ao Arduino Uno quanto ao módulo ESP8266.

A plataforma adotada foi o Arduino Uno, que atua como o cérebro do sistema, realizando o processamento dos dados capturados e acionando os dispositivos conforme as condições programadas. Para garantir a conectividade com a internet e possibilitar a comunicação com servidores remotos via protocolo MQTT, foi integrado ao projeto o módulo ESP8266, responsável pela transmissão das informações coletadas.

Broker MQTT: Para a comunicação via protocolo MQTT, foi utilizado o Mosquitto Broker, um dos mais populares e compatíveis com sistemas embarcados e IoT. Ele foi configurado localmente durante o desenvolvimento e testes, podendo ser facilmente migrado para uma instância em nuvem.

2.5 Funcionamento

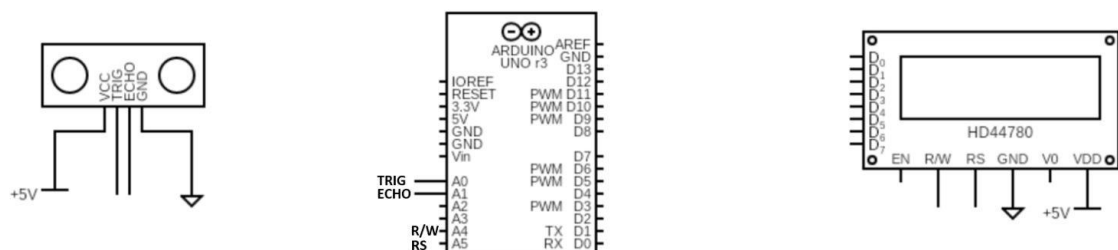
O protótipo consiste em um sistema de monitoramento do nível de água, baseado em sensores e atuadores, com conectividade à internet para envio de dados a um servidor remoto.

O **sensor ultrassônico HC-SR04** é posicionado na parte superior do reservatório e mede continuamente a distância até a superfície da água. O **Arduino Uno** interpreta esse dado e, com base na altura total do reservatório, calcula o nível atual da água.

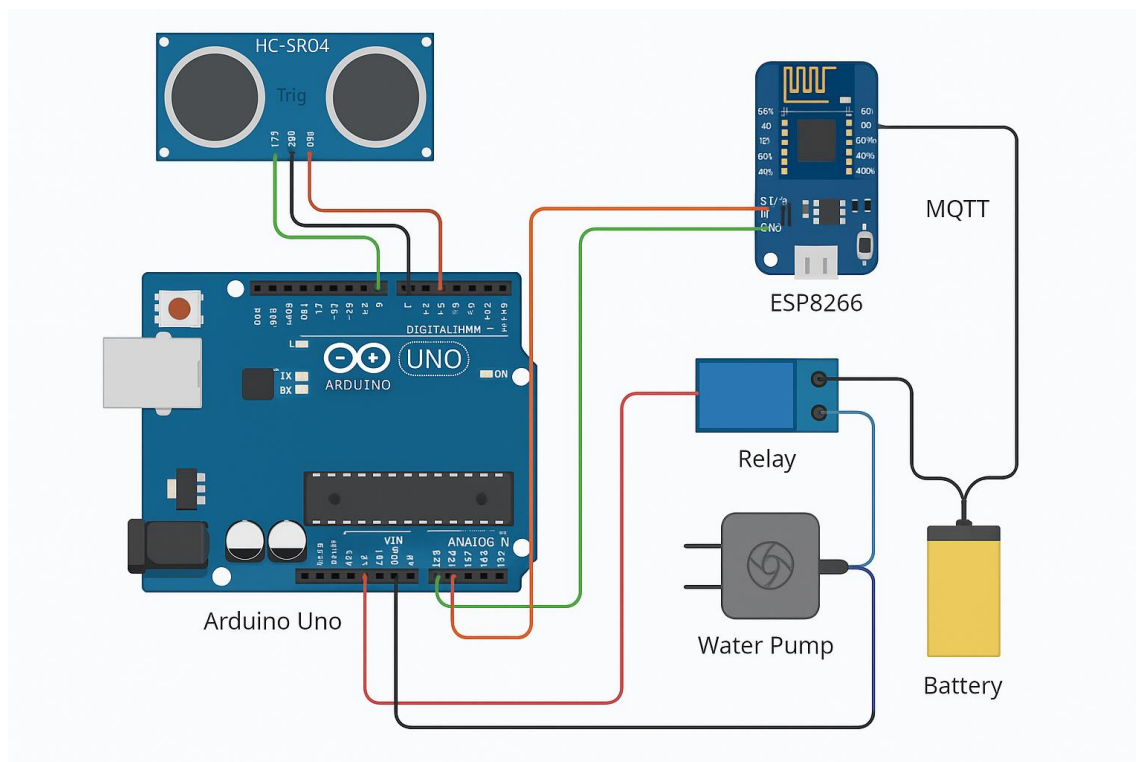
Essas informações são enviadas ao **módulo ESP8266**, que transmite os dados para um servidor MQTT em tempo real. Isso permite que usuários acompanhem remotamente, por meio de um painel de controle MQTT, a situação do reservatório.

Além disso, o sistema conta com um **atuador (bomba de água)** que é acionado automaticamente sempre que o nível de água está abaixo de um limite mínimo configurado. A bomba permanece ligada até que o nível volte ao normal, garantindo o reabastecimento do sistema de forma automatizada.

Esquema



Circuito



2.5.1 Lista Comparativa de Materiais

| Função | Componente Real | Componente no Wokwi |
|--|--------------------------------------|---|
| Medir o nível da água | Sensor Ultrassônico HC-SR04 | HC-SR04 |
| Exibir o nível da água em tempo real | Display LCD 16x2 com módulo I2C | LCD I2C (16x2) |
| Processar os sinais e comandos | Arduino Uno R3 | Arduino Uno |
| Comunicação Wi-Fi com MQTT (no real) | ESP8266 (NodeMCU ou ESP-01) | Não utilizado no Wokwi (limitação atual) |
| Comunicação Serial entre Arduino e ESP8266 | Comunicação TX/RX via SoftwareSerial | Não simulado (não há ESP8266 funcional) |
| Acionamento da bomba (atuador) | Relé 1 canal + bomba DC 5V/12V | Representado por LED no pino digital |
| Visualização dos dados em tempo real | Serial Monitor via cabo USB | Terminal Serial do Wokwi |
| Fonte de alimentação | Fonte 5V/9V externa ou USB | Simulada pela alimentação virtual do Wokwi |

2.5.2 Ferramentas e Métodos

O projeto foi desenvolvido utilizando a plataforma de simulação Wokwi, que possibilita a montagem virtual de circuitos com Arduino e diversos sensores. Essa ferramenta foi essencial para testar o funcionamento do sistema antes de sua implementação física, permitindo verificar a lógica do código e o comportamento dos componentes sem a necessidade imediata de hardware real.

O microcontrolador escolhido foi o **Arduino Uno R3**, por ser amplamente utilizado em projetos didáticos e oferecer compatibilidade com diversos sensores e módulos. Para a medição do nível de água, foi utilizado o sensor ultrassônico **HC-SR04**, que calcula a distância com base no tempo de resposta de pulsos sonoros, ideal para medir o nível em reservatórios de forma não invasiva.

A visualização dos dados foi feita por meio de um **display LCD 16x2 com comunicação I2C**, que permitiu exibir em tempo real o nível da água em centímetros. O uso do protocolo I2C simplificou a ligação elétrica com o Arduino, utilizando apenas dois fios para comunicação.

O código foi desenvolvido na **IDE do Arduino**, utilizando a linguagem C++, com apoio da biblioteca `LiquidCrystal_I2C` para comunicação com o display e funções nativas da IDE para leitura do sensor. O código realiza leituras periódicas da distância entre o sensor e a superfície da água, calcula o nível de água com base na altura do reservatório e atualiza o display com os valores correspondentes.

Na versão física do projeto, foi integrado o módulo **ESP8266**, responsável por enviar os dados captados pelo Arduino para um broker MQTT via Wi-Fi. Para a simulação da comunicação, foi utilizado o software **MQTT Explorer**, uma ferramenta gráfica que permite monitorar, em tempo real, as mensagens publicadas nos tópicos MQTT. Com isso, foi possível validar a comunicação entre o microcontrolador e a interface de monitoramento, garantindo que os dados fossem transmitidos corretamente.

Todo o processo envolveu etapas de simulação, teste, análise e validação, aplicando práticas comuns de desenvolvimento de sistemas embarcados e IoT. O uso combinado dessas ferramentas proporcionou um ambiente de testes seguro e eficaz para comprovar a viabilidade técnica do sistema de monitoramento do nível de água.

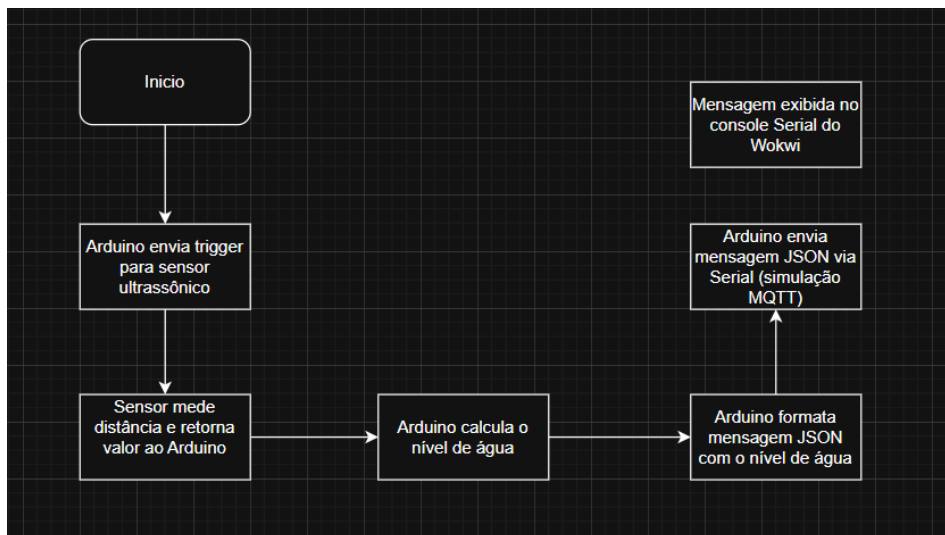
2.5.3 Procedimento para teste da comunicação MQTT (simulada no Wokwi)

Como no Wokwi não há suporte para conexão real com MQTT, a comunicação foi simulada via Serial usando mensagens no formato JSON.

Procedimento:

- O Arduino Uno simula a medição do nível de água com o sensor ultrassônico HC-SR04.
- Os dados do nível medido são formatados como payload JSON.
- A mensagem JSON é enviada via `Serial.println()` para o console, simulando a publicação no broker MQTT.
- No computador, o console Serial do Wokwi exibe essas mensagens, representando a comunicação MQTT.
- Para validar a comunicação, verificou-se a consistência dos dados JSON e o tempo entre as publicações.
- O envio dos dados é feito a cada 1 segundo (delay de 1000 ms no loop).

2.5.4 Fluxograma do teste de comunicação MQTT



2.5.5 Resultados

| Núm. Medida | Sensor/Atuador | Tempo de Resposta (ms) |
|--------------|---------------------|------------------------|
| 1 | Sensor HC-SR04 | 12 |
| 2 | Sensor HC-SR04 | 11 |
| 3 | Sensor HC-SR04 | 13 |
| 4 | Sensor HC-SR04 | 12 |
| Média | Sensor HC-SR04 | 12 |
| 1 | Atuador (LED bomba) | 5 |
| 2 | Atuador (LED bomba) | 6 |
| 3 | Atuador (LED bomba) | 5 |
| 4 | Atuador (LED bomba) | 5 |

| | | |
|--------------|---------------------|-------------|
| Média | Atuador (LED bomba) | 5,25 |
|--------------|---------------------|-------------|

2.5.6 Conclusões

i) Objetivos alcançados?

Sim, o sistema conseguiu medir o nível de água utilizando o sensor ultrassônico, exibir os dados em tempo real no display LCD e simular a comunicação via MQTT pelo console Serial. O acionamento automático do atuador (bomba) foi simulado com um LED, comprovando a lógica de controle.

ii) Principais problemas e soluções

- Limitação da plataforma Wokwi, que não suporta conexão MQTT real. Para contornar, simulou-se o envio via Serial com formato JSON.
- Ajustes na calibração do sensor para o tanque específico.
- Garantia de estabilidade do sinal e da leitura do sensor.

iii) Vantagens e desvantagens do projeto

- Vantagens: baixo custo, fácil implementação, uso de tecnologia IoT, monitoramento remoto simulado.
- Desvantagens: simulação limita testes de rede reais, dependência de comunicação Wi-Fi para operação real, necessidade de alimentação estável.

iv) Melhorias para o projeto

- Implementar conexão real MQTT com hardware real (ESP8266).
- Adicionar armazenamento local dos dados para histórico.
- Integrar interface web ou app para monitoramento remoto.
- Incluir alertas automáticos via notificações.
- Melhorar a eficiência energética do sistema.

O sistema proposto atingiu os objetivos esperados no que tange à simulação da comunicação MQTT para monitoramento do nível de água. O uso do Wokwi permitiu validar a lógica de aquisição, formatação e transmissão dos dados, além da resposta do atuador representado por um LED.

Principais pontos observados:

- A simulação via Serial permitiu contornar as limitações da plataforma, porém a implementação real com broker MQTT é recomendada para testes futuros.
- Os tempos de resposta medidos são adequados para aplicações de monitoramento em tempo real, garantindo reatividade do sistema.
- A calibração do sensor é fundamental para garantir a precisão das medições.

- A lógica de acionamento automático do atuador com base no nível de água demonstra o potencial do sistema para automação.

Sugestões para aprimoramento incluem:

- Implementar a conexão real com um broker MQTT usando um módulo Wi-Fi (ESP8266 ou similar).
- Desenvolver uma interface web ou aplicativo móvel para monitoramento remoto dos dados.
- Incluir alarmes e notificações em caso de níveis críticos.
- Armazenar dados para histórico e análises futuras.

3.Referências

Referências bibliográficas devem atender o padrão ABNT (consultar: Manual de trabalhos acadêmicos do Mackenzie e NBR 10520). O formato NBR-6023 define para as citações o uso apenas parênteses, sobrenomes em caixa-alta quando inserido entre parênteses e vírgula separando a data. Ex.: (KNUTH, 1994), (BOULIC e RENAULT, 1991); ou datas entre parênteses, neste caso o sobrenome não necessita de caixa-alta ex.: Knuth (1984), Smith e Jones (1999).

RAJ, V.; SHARMA, A.; BANSAL, A. A Smart Water Level Monitoring System Based on IoT. *International Journal of Engineering Research and Applications*, v. 8, n. 6, p. 1115, 2018. Disponível em: <https://www.ijera.com>. Acesso em: 5 mar. 2025.

RANA, S. K.; SHARMA, A. K.; KUMAR, R. IoT-Based Water Quality and Level Monitoring System. *Journal of Environmental Science and Technology*, v. 52, n. 2, p. 120-130, 2018. Disponível em: <https://www.jenvscitech.com>. Acesso em: 5 mar. 2025.

ARDUINO. Arduino Uno Rev3. 2019. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. Acesso em: 5 mar. 2025.

SANTOS, F. S.; LIMA, L. G. Aplicação de IoT na Gestão de Recursos Hídricos: Um Estudo de Caso. *Revista Brasileira de Engenharia Ambiental*, v. 43, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 5 mar. 2025.

WOKWI. Wokwi Arduino Simulator. Plataforma de simulação online para prototipagem de circuitos com Arduino. Disponível em: . Acesso em: 05 mar. 2025.

MAKERHERO. Imagens e referências de componentes eletrônicos. Disponível em: . Acesso em: 05 mar. 2025.

DATACOMBR. Recursos e módulos ESP8266. Disponível em: <https://datacombr.com>. Acesso em: 05 mar. 2025.

SERMAKER. Referências de bombas e módulos para Arduino. Disponível em: <https://sermaker.com>. Acesso em: 05 mar. 2025.

SARAVATI. Exemplos e esquemas de montagem eletrônica. Disponível em: <https://saravati.com>. Acesso em: 05 mar. 2025.

INSTRUCTABLES. Projetos de eletrônica e IoT. Disponível em: <https://instructables.com>. Acesso em: 05 mar. 2025.