



Sistema de Monitoramento da Qualidade da Água com IoT

Ricardo Ruiz, Professor André Luis de Oliveira

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

{10218371}@mackenzista.com.br

Abstract. *This article presents the development of a water quality monitoring system using Internet of Things (IoT) technology. The proposed system is capable of measuring temperature, humidity, air quality, and total dissolved solids (TDS) in real time, transmitting the collected data to a cloud platform for analysis and visualization. The goal is to provide an efficient and automated solution for monitoring the quality of water used in plant irrigation, contributing directly to the Sustainable Development Goals, particularly SDG 6. The study discusses related works, technological evolution, and potential future improvements.*

Resumo. *Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema de monitoramento da qualidade da água utilizando a tecnologia de Internet das Coisas (IoT). O sistema proposto é capaz de medir temperatura, umidade, qualidade do ar e TDS (sólidos totais dissolvidos) em tempo real, transmitindo os dados coletados para uma plataforma em nuvem para análise e visualização. O objetivo é fornecer uma solução eficiente e automatizada para o monitoramento da qualidade da água utilizada na irrigação de plantas, contribuindo diretamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente a ODS 6. O estudo discute trabalhos correlatos, evolução tecnológica e possíveis melhorias futuras.*

1. Introdução

A qualidade da água é um fator essencial para a saúde pública e o meio ambiente. A ODS 6 (Água Potável e Saneamento) da ONU destaca a importância de garantir disponibilidade e gestão sustentável da água potável. Monitorar parâmetros como TDS (sólidos totais dissolvidos), qualidade do ar, umidade e temperatura é crucial para assegurar que a água seja segura para o uso agrícola e não represente riscos às plantas e ao solo (IBM, 2021).

Trabalhos anteriores exploraram diferentes abordagens para o monitoramento da qualidade da água, utilizando sensores integrados a sistemas de automação. Com a evolução das tecnologias IoT, tornou-se viável desenvolver soluções de monitoramento remoto que permitem coletar e processar dados em tempo real (ESPRESSIF SYSTEMS, 2021).

O presente artigo propõe o desenvolvimento de um sistema baseado em IoT para monitorar a qualidade da água em tempo real. Os dados capturados serão analisados e disponibilizados em uma plataforma online, permitindo uma gestão eficiente da qualidade hídrica e possibilidades de automatização. Essa solução pode ser aplicada a sistemas de irrigação, promovendo um controle mais preciso da qualidade da água usada para o cultivo, dentre outros usos.

2. Materiais e métodos

2.1. Plataforma de Prototipagem

Para o desenvolvimento do sistema de monitoramento da qualidade da água, foi selecionada a plataforma NodeMCU ESP8266, que oferece conectividade Wi-Fi integrada e é compatível com a Arduino IDE, facilitando o desenvolvimento e a programação.

Especificações do NodeMCU ESP8266:

- Processador: Tensilica L106 32-bit, até 160 MHz
- Memória RAM: 128 KB
- Armazenamento: 4 MB de memória flash
- Conectividade: Wi-Fi 802.11 b/g/n
- Interfaces: GPIO, ADC, SPI, I2C, UART, PWM

2.2. Sensores e Atuadores Utilizados

Sensor TDS (Total de Sólidos Dissolvidos)

Mede a quantidade de íons dissolvidos na água, indicando sua pureza ou concentração mineral.

Especificações:

- Faixa de medição: 0 - 1000 ppm
- Precisão: $\pm 10\%$ F.S.
- Tensão de operação: 3.3V ~ 5V
- Comunicação: Analógica (via ADS1115)

Sensor DHT22 (Temperatura e Umidade)

Mede a temperatura do ar e a umidade relativa com boa precisão e baixa latência.

Especificações:

- Faixa de temperatura: -40 a +80 °C
- Faixa de umidade: 0% a 100% RH
- Precisão: ± 0.5 °C (temp) / $\pm 2\%$ (umid)
- Tipo de sinal: Digital
- Alimentação: 3.3V ou 5V

Sensor MQ-135 (Qualidade do Ar)

Mede a concentração de gases como CO₂, amônia, benzeno e fumaça, com resposta analógica.

Especificações:

- Gases detectados: NH₃, NO_x, álcool, benzeno, fumaça e CO₂
- Faixa de tensão: 2.5V a 5V
- Tipo de saída: Analógica (via ADS1115) ou Digital
- Sensibilidade ajustável por trimpot

Display LCD 20x4 com módulo I2C

O sensor DS18B20 será utilizado para medir a temperatura da água, um parâmetro importante para a preservação da qualidade hídrica.

Especificações:

- Interface: I2C (2 fios - SDA/SCL)
- Tensão de operação: 5V
- Endereço padrão: 0x27

Módulo ADS1115 (Conversor Analógico para Digital)

Expansor analógico com 4 canais de 16 bits para leitura de sensores analógicos como o MQ-135 e o TDS.

Especificações:

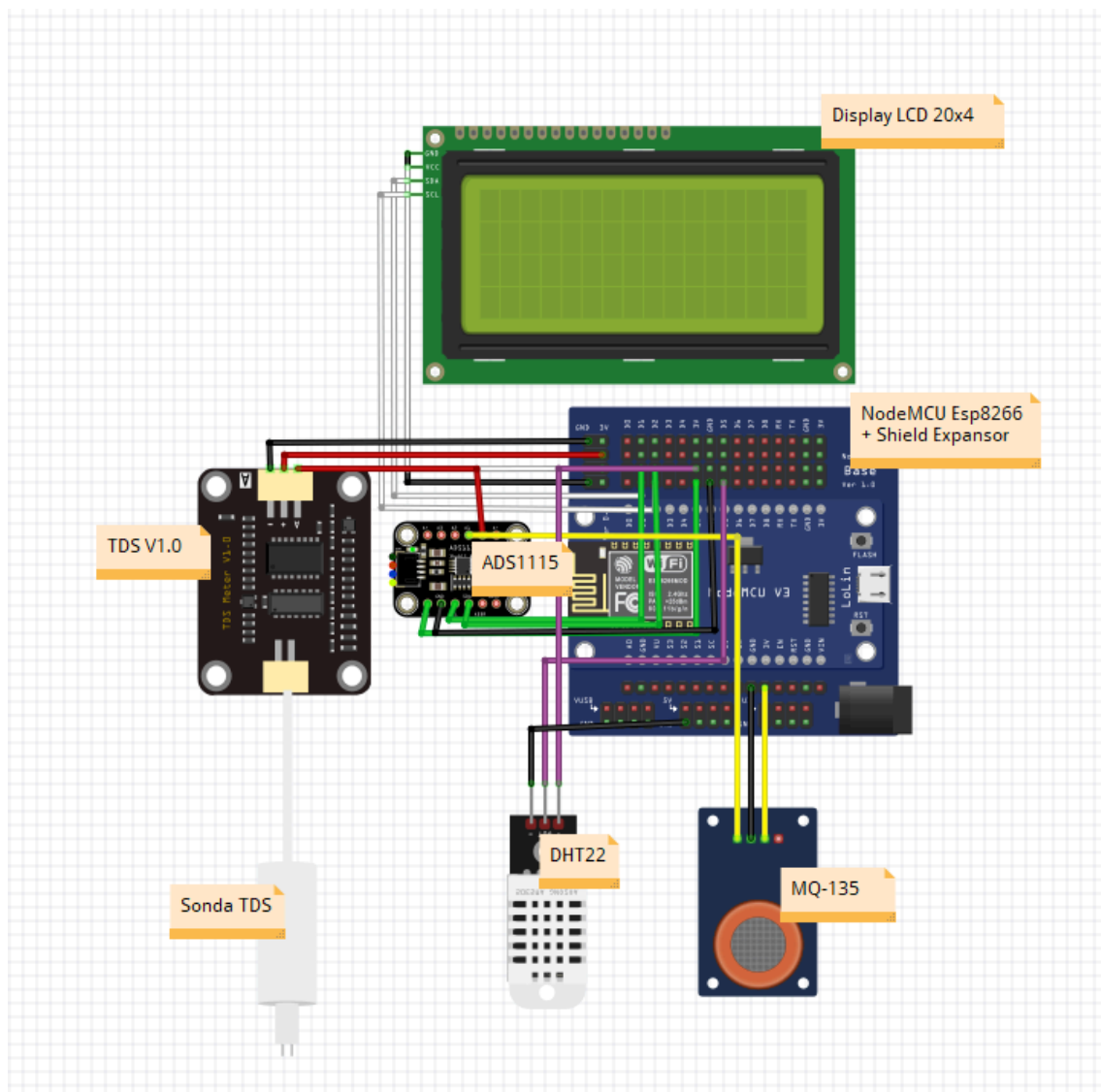
- Resolução: 16 bits
- Comunicação: I2C

- Canais: 4 entradas analógicas (A0 a A3)
- Tensão de operação: 3.3V ~ 5V

2.3. Comunicação e Processamento de Dados

O NodeMCU foi acoplado a um shield de expansão. O LCD foi conectado aos pinos D1 (SCL) e D2 (SDA), compartilhados com o ADS1115. O sensor DHT22 foi conectado ao pino D5. Os sensores MQ-135 e TDS foram conectados aos canais A0 e A1 do ADS1115. A alimentação foi feita com uma fonte 5V. O sistema foi fixado em uma caixa plástica com estrutura de suporte interna.

Figura 1: Diagrama esquemático da montagem do circuito no Fritzing.



Alimentação:

O NodeMCU é alimentado via Micro-USB ou por uma fonte externa de 5V.

Os sensores são alimentados pelos pinos de 3.3V ou 5V do NodeMCU, conforme suas especificações.

2.4. Comunicação e Processamento de Dados

A comunicação entre os sensores e a nuvem é feita com protocolo MQTT via broker público HiveMQ (hivemq.com). Os tópicos utilizados foram:

- casa/sensores/temperatura
- casa/sensores/umidade
- casa/sensores/tds
- casa/sensores/ar

Os dados são visualizados tanto em um display LCD quanto em uma interface web HTML, via websocket com a biblioteca MQTT.js.

2.5. Software Utilizado

- Arduino IDE
- Biblioteca PubSubClient (MQTT)
- Adafruit_ADS1X15 para leitura do ADS1115
- LiquidCrystal_I2C para o display LCD
- HTML + MQTT.js para visualização online

Fluxo de Comunicação:

Fritzing: Para a elaboração do diagrama esquemático da montagem.

Coleta de Dados: Os sensores capturam os parâmetros em intervalos regulares.

Transmissão: Os dados são enviados via Wi-Fi para o servidor MQTT.

Processamento: O servidor MQTT armazena os dados e os disponibiliza para visualização.

3. Resultados

O sistema foi montado com sucesso e demonstrou estabilidade. As leituras do sensor de qualidade do ar foram categorizadas como “Bom”, “Moderado” ou “Ruim” com base nos níveis lidos. O TDS foi interpretado como “Baixo”, “Médio” ou “Alto”.

A exibição dos dados foi feita localmente em LCD e também por uma página web via protocolo MQTT. O uso do display 20x4 permitiu melhor visibilidade. O sistema apresentou tempo de resposta satisfatório com atualização de dados a cada 5 segundos.

3. Resultados

O sistema foi montado com sucesso e demonstrou estabilidade. As leituras do sensor de qualidade do ar foram categorizadas como “Bom”, “Moderado” ou “Ruim” com base nos níveis lidos. O TDS foi interpretado como “Baixo”, “Médio” ou “Alto”.

A exibição dos dados foi feita localmente em LCD e também por uma página web via protocolo MQTT. O uso do display 20x4 permitiu melhor visibilidade. O sistema apresentou tempo de resposta satisfatório com atualização de dados a cada 5 segundos.

4. Relacionamento com a ODS 6

O dispositivo contribui diretamente para o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 6 da ONU (Água Potável e Saneamento), ao permitir que cidadãos ou pequenos produtores possam acompanhar a qualidade da água utilizada em suas residências, plantações ou criações. O projeto torna acessível uma tecnologia que pode prevenir o uso inadequado de água contaminada.

5. Conclusão

O sistema desenvolvido atingiu seus objetivos. A escolha do NodeMCU e do protocolo MQTT mostrou-se eficaz. O sistema é modular e pode ser expandido. Em versões futuras, sensores de pH ou nutrientes do solo poderão ser adicionados. Também é possível integração com automações, como bombas de irrigação ou alertas via assistente virtual.

6. Materiais de Apoio

- [Repositório GitHub com código e imagens do projeto]
- [Vídeo de demonstração no YouTube com a montagem em funcionamento]
- [Diagrama de ligação e esquema eletrônico (Fritzing)]

7. Referências

IBM. Why MQTT is good for IoT. Disponível em: <https://www.ibm.com/developerworks/br/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html>.
ESPRESSIF SYSTEMS. ESP32 Datasheet. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32/resources>.
DF ROBOT. pH Sensor Datasheet. Disponível em: <https://www.dfrobot.com>.
DF ROBOT. Turbidity Sensor Datasheet. Disponível em: <https://www.dfrobot.com>.
MAXIM INTEGRATED. DS18B20 Datasheet. Disponível em: <https://www.maximintegrated.com>.

KEYESTUDIO. Water Pump Datasheet. Disponível em: <https://www.keyestudio.com/>.

GROKHOTKOV, I. Reference. ESP8266 Arduino Core 2.4.0, 2017. Disponível em: <https://arduino-esp8266.readthedocs.io/en/2.4.0/reference.html>. Acesso em: 12 jul. 2021.

MURTA, J. G. A. Guia completo do NodeMCU – ESP12: usando Arduino IDE (2). Blog Eletrogate, 8 mar. 2018. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/nodemcu-esp12-usando-arduino-ide-2/>. Acesso em: 12 jul. 2021.

OLIVEIRA, C. L. V.; ZANETTI, H. A. P. Arduino descomplicado: como elaborar projetos de eletrônica. 1. ed. São Paulo: Érica, 2018.

STEVAN JR., S. L. Internet das Coisas: fundamentos e aplicações em Arduino e NodeMCU. 1. ed. São Paulo: Érica, 201