

# Projeto Final de TR2 - Monitoramento Remoto de Tanques de Combustível

---

Projeto de criação e implementação de um sistema de monitoramento remoto do nível de tanques de combustível utilizando comunicação LoRa e dispositivos Arduino para a disciplina de Teleinformática e Redes 2 na Universidade de Brasília (UnB) em 2024 (2024.1).

- Felipe Fontenele dos Santos - 190027622
- Oseias Romeiro Magalhães - 211036123
- Paulo Victor França de Souza - 200042548

## Demonstração:

Video demonstrativo em ambiente de teste: [youtu.be/Vv9kiqzvt7s](https://youtu.be/Vv9kiqzvt7s)

## Setup

Para rodar o projeto, deve-se instalar os seguintes requisitos:

- [Arduino CLI](#)

```
arduino-cli lib install "LoRa"  
arduino-cli lib install "Ultrasonic"  
arduino-cli lib install "Sleep_n0m1"
```

- [Python](#)

```
pip install pyserial  
pip install requests
```

## Executando

Utilizar os seguintes comandos no terminal:

```
arduino-cli compile --fqbn arduino:avr:uno "%~dp0\Node\Node.ino"  
arduino-cli upload -p <porta_usb_arduino_node> --fqbn arduino:avr:uno  
"%~dp0\Node\Node.ino"  
arduino-cli compile --fqbn arduino:avr:uno "%~dp0\Gateway\Gateway.ino"  
arduino-cli upload -p <porta_usb_arduino_gateway> --fqbn arduino:avr:uno  
"%~dp0\Gateway\Gateway.ino"  
start cmd /k arduino-cli monitor -p "%~dp0\Node\Node.ino"  
python SerialListener.py
```

OU

- Windows: `Setup.bat`
- Linux: `chmod +x ./Setup.sh && ./Setup.sh`

## Web Server

Executando servidor web localmente com banco de dados sqlite:

```
cd ./web
pip install -r requirements.txt
flask db init
flask db migrate -m "init"
flask db upgrade
flask run
```

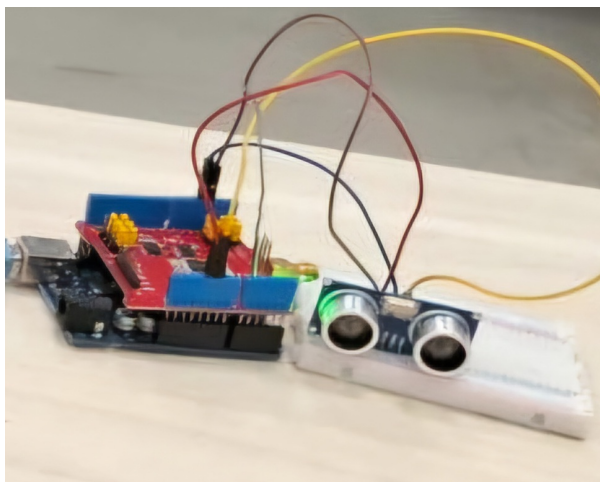
Veja o serviço hospedado em [tr2.always.net](https://tr2.always.net)

## Como o projeto funciona?

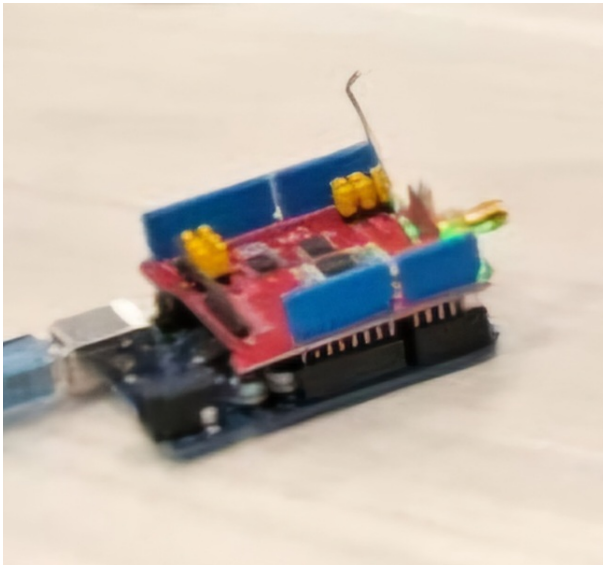
Cada tanque teria um arduino com um sensor de ultrassom acoplado que mede o nível de combustível no tanque e envia o dado via **LoRa** (tecnologia de rádio para longo alcance com baixa energia) para um **receptor central**, que deve receber o dado e encaminhar para o um serviço web que cria um dashboard com base nos dados coletados.

Neste projeto, utilizaremos os termos *Node* para os arduinos que coleta e envia os dados do sensor e *Gateway* para o arduino que faz a função de receptor central.

- **Node:** Consiste em um Arduino Uno conectado a uma protoboard, que possui um sensor ultrassônico para medir o nível de combustível no tanque com base no tempo de reflexão das ondas, calculando o quão vazio está. Além disso, ele é conectado a um LoRa Shield para transmitir os dados coletados pelo sensor.



- **Gateway:** Consiste em um Arduino Uno conectado a um LoRa Shield para recebimento dos dados enviados por algum *Node*.



Comunicação *Gateway* e *Nodes*

A comunicação se inicia com o *gateway* enviando um sinal de broadcast para os *nodes*. Após isso, ele aguarda 10 segundos o sinal de algum *node* enviando o seu ID. Essa tentativa de conexão é realizada 3 vezes, a fim de garantir que mesmo com algumas perdas de pacotes ou dessincronização (com um certo limite) a conexão seja concluída com sucesso. Caso contrário, infere-se que não há nenhum *node* acordado, portanto ele entra em modo de baixo consumo de energia por um determinado tempo. Caso receba sinal de algum *node*, o *gateway* confirma para assim estabelecer a conexão entre eles.

Então o *node* captura os dados do sensor, faz a medição em **centímetros**, envia o dado para o *gateway* e entra em estado de baixo consumo de energia por um determinado tempo.

O *gateway* recebe os dados do *node*, insere em formato JSON juntamente com logs das etapas anteriores e escreve na portal serial para ser lidas pelo programa [SerialListner](#), depois formatada e enviada para o servidor web.

Serviço Web

O serviço [tr2.alwaysdata.net](#) recebe os dados de sensores recebidos por requisição post e salva em um banco de dados (PosgreSQL em produção de SQLite em desenvolvimento). Apartir dos dados armazenados é gerado um **dashboard** para visualizar nível dos tanques com grafico do histórico e uma **predição** de vida útil em horas de consumo que o tanque aguenta.

Endpoint	Método	Descrição
/	GET	Lista de tanques monitorados
/tanque/{id}	GET	Dashboard do tanque
/tanque/{id}	POST	Cadastro de tanque e adição de dados de sensores
/tanque/{id}/edit	GET	Tela para edição de informações opcionais do tanque
/tanque/{id}/edit	POST	Edição de informações opcionais do tanque
/logs	GET	Registro de comunicação entre os dispositivos

Endpoint	Método	Descrição
/logs/delete	POST	Apaga os logs existentes

## Correções e Aprimoramentos

Apesar de não ter sido implementada, podemos aprimorar o projeto adicionando uma placa wifi ao *gateway* para ele conectar-se diretamente ao servidor web.

Outro ponto importante é a questão dos IDs que foram implementadas como contantes no código do *node*, porém a ideia é não haver necessidade de programação de cada um. Deve ser atribuído automaticamente ao conectar-se na rede, pois a princípio não se sabe a quantidade de *nodes* e deve poder ser inserido um a qualquer momento.

Além disso, um problema presente na implementação atual é a dificuldade do *gateway* de se comunicar com os *nodes* em um ambiente muito concorrido com diversos dispositivos, o que será abordado logo abaixo.

### Solução para Problemas de Comunicação na Implementação

Quando o *gateway* tenta responder um *node*, a rede pode estar conturbada pois vários *nodes* estão ao mesmo tempo tentando enviar seu ID ao *gateway*. Neste momento nenhum nó consegue receber a resposta do *gateway* e assim nenhuma conexão será estabelecida, fazendo assim, com que todos os *nodes* fiquem esperando o *gateway*, enquanto que para ele, não há nenhum *node* acordado.

Uma solução é impedir que todos os *nodes* tentem estabelecer conexão ao mesmo tempo, sendo necessário então o *gateway* dizer quando um *node* pode acordar e tentar comunicar-se, formando assim um unicast entre o *gateway* e o *node*. Para isso, o *gateway* deve ser capaz de:

1. Reconhecer cada *node* que é inserido na rede e o atribuindo um ID.
2. Designar momentos específicos para a comunicação de cada *node*.
3. Remover *nodes* inativos da rede do controle.

Dessa forma, a comunicação entre o *gateway* e os *nodes* será mais eficiente, reduzindo interferências e garantindo que as respostas sejam recebidas corretamente.

## Conclusões

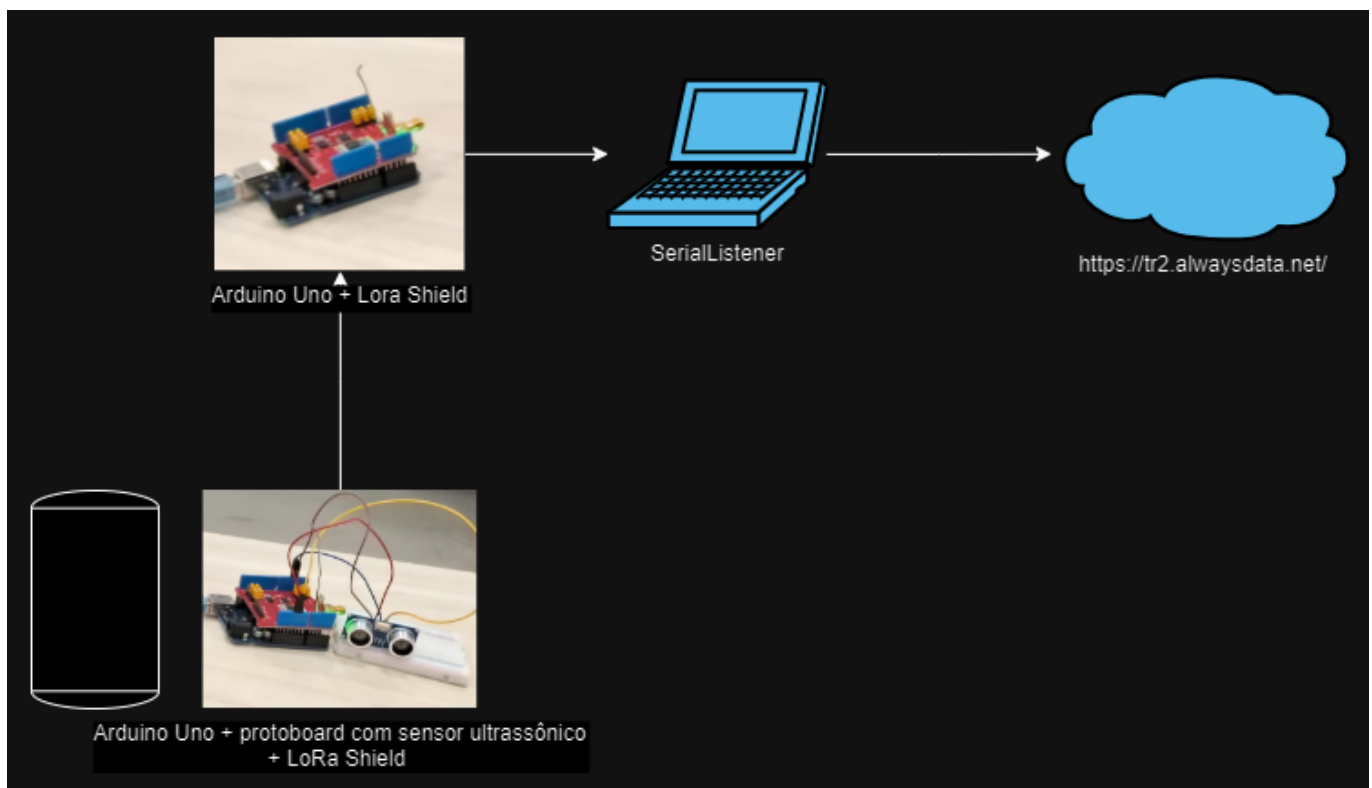
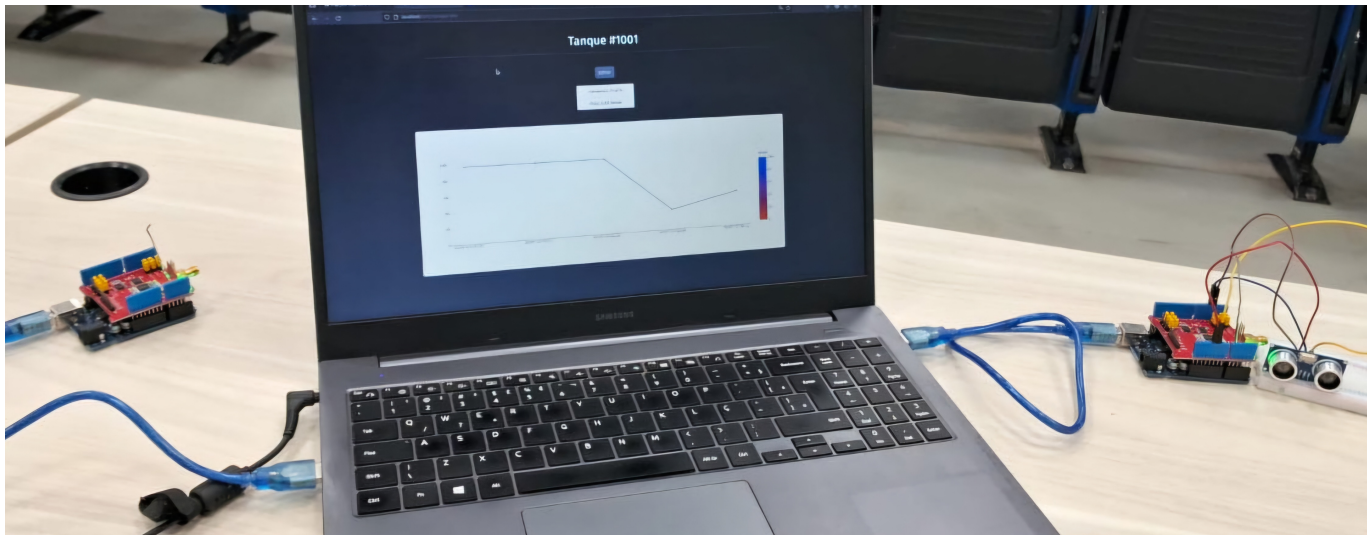
Apesar dos problemas abordados e das propostas de aprimoramentos em [Correções e Aprimoramentos](#), o projeto é funcional como mostrado em video com o ambiente de teste que tivemos acesso, aplicando assim, na prática os conhecimentos da disciplina na implementação de uma solução para um problema real.

## Referências

- [Arduino LoRa](#)
- [Lora Shield](#)
- [Ultrasonic arduino](#)
- [Arduino CLI](#)
- [Flask](#)

## Imagens

## Gateway e Node



Interface web do servidor

## Monitoramento de tanques de combustíveis

logs

Tanque #1001

Capacidade = 100.0

None

Tanque #1

Capacidade = 100.0

tanque de teste 1

Tanque #2

Capacidade = 100.0

Tanque de teste id=2

## Logs

Delete

```
[2024-07-05 13:34:14]
{"id": "1001", "nivel": "3", "logs": "Enviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nId recebido: 1001\nTentativa 2\nConectando com o n\u00f3 1001\nDados recebidos do n\u00f3: 3\nEnviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nId recebido: 1001\nTentativa 2\nConectando com o n\u00f3 1001\nDados recebidos do n\u00f3: 3\nTentativa 1\nDormindo..."}

[2024-07-05 13:34:51]
{"id": "1001", "nivel": "3", "logs": "Enviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nId recebido: 1001\nTentativa 6\nConectando com o n\u00f3 1001\nDados recebidos do n\u00f3: 3\nTentativa 1\nDormindo..."}

[2024-07-05 13:35:28]
{"id": "1001", "nivel": "3", "logs": "Enviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nEnviado sinal de broadcast\nId recebido: 1001\nTentativa 6\nConectando com o n\u00f3 1001\nDados recebidos do n\u00f3: 3\nTentativa 1\nDormindo..."}
Enviado sinal de broadcast
```

