

# Monitoramento Inteligente de Lixeiras com LoRaWAN

O Grupo 02 desenvolverá um sistema inovador de monitoramento de lixeiras utilizando tecnologia LoRaWAN. Este projeto visa identificar quando as lixeiras estão cheias através de sensores que medem seus níveis de preenchimento, permitindo uma gestão mais eficiente da coleta de resíduos.

A equipe é composta por Manoel Felipe Costa Furtado, Paulo Gabriel Soares Gomes, Rorras Neves Da Silva, Nathally Sophia Morada Garcia e Liah Renata Colins Da Silva, que implementarão uma solução completa desde os sensores nas lixeiras até o processamento central com Raspberry Pi Pico W.



# Sensores para Monitoramento de Lixeiras



## Sensor Ultrassônico HC-SR04

Principal componente para identificar o nível de preenchimento da lixeira, medindo a distância entre o sensor e a superfície do lixo.



## Invólucro Resistente

Proteção à prova d'água e robusta para os sensores, considerando as condições ambientais adversas.

O sensor ultrassônico foi escolhido por ser uma solução de baixo custo e precisão adequada, sem contato direto com o lixo, o que facilita a manutenção e evita contaminação dos componentes eletrônicos.



## Alimentação de Baixo Consumo

Baterias ou pequenos painéis solares para garantir operação prolongada dos sensores nas lixeiras.



# Atuadores e Feedback Visual

## LEDs Indicadores

LEDs coloridos podem ser instalados em cada lixeira para indicar visualmente seu status:

- verde para "vazio/ok",
- amarelo para "quase cheio" e
- vermelho para "cheio".

## Display na Central

Um pequeno display conectado ao Raspberry Pi Pico W

pode exibir o status de todas as lixeiras monitoradas em tempo real.

Dependendo da quantidade, talvez seja melhor uma página Web com as informações

## Notificações Remotas

O sistema pode enviar alertas via Wi-Fi para serviços de mensagens,

e-mail ou para um dashboard na nuvem quando as lixeiras atingirem níveis críticos.



Estes atuadores proporcionam feedback visual simples e de baixo custo, facilitando tanto o trabalho das equipes de coleta quanto a depuração do sistema durante sua implementação e manutenção.

# Componentes de Comunicação LoRaWAN

## Módulos LoRaWAN

Serão necessários módulos como SX1276, SX1278, RN2483 da Microchip ou módulos integrados com ESP32 LoRa para cada lixeira e para a central.

Estes componentes implementam o protocolo LoRa e LoRaWAN, comunicando-se via SPI ou UART com o Raspberry Pi Pico W.

## Vantagens da Tecnologia

Permite comunicação de dados de baixa potência a longas distâncias, ideal para áreas urbanas ou rurais onde a cobertura de outras redes pode ser limitada ou cara.

Baixo consumo de energia, essencial para dispositivos alimentados por bateria com longa duração.

## Segurança da Comunicação

Implementação de criptografia e autenticação na comunicação  
LoRaWAN é crucial para proteger os dados transmitidos e evitar acessos não autorizados ao sistema.

# Placas de Desenvolvimento



O Raspberry Pi Pico W foi escolhido como central por ser pequeno, de baixo custo, ter baixo consumo de energia e conectividade Wi-Fi integrada, tornando-o ideal para uma central de monitoramento. Para cada lixeira, microcontroladores de baixo consumo serão responsáveis por ler os sensores, processar os dados e enviá-los via LoRaWAN.





# Arquitetura dos Nós Sensores



## Leitura do Sensor

O microcontrolador lê periodicamente o nível da lixeira usando o sensor ultrassônico HC-SR04.



## Processamento de Dados

Com base nas leituras, forma-se um pacote de dados contendo ID da lixeira e nível de preenchimento.



## Transmissão LoRaWAN

O pacote de dados é enviado via módulo LoRaWAN para um gateway.



## Feedback Local

LEDs indicam visualmente o status da lixeira para equipes de coleta ou manutenção.

# Gateway e Servidor LoRaWAN

## Gateway LoRaWAN

Ponto de coleta dos dados transmitidos pelos nós sensores, recebendo pacotes LoRa e encaminhando para o servidor.

## Central Raspberry Pi

Recebe dados processados e executa a lógica de identificação de lixeiras cheias.



## Servidor de Rede

Gerencia a rede LoRaWAN, incluindo registro de dispositivos, deduplicação de pacotes e roteamento de dados.

## Aplicação na Nuvem

Plataformas como The Things Stack, ChirpStack ou soluções proprietárias para processamento e visualização.

Duas opções são consideradas para o gateway: integrado no Pico W (para volume pequeno de lixeiras) ou um gateway dedicado comercial como Dragino ou The Things Network Gateway (para soluções mais robustas e escaláveis).

# Central de Processamento



## Recebimento de Dados

Raspberry Pi Pico W recebe dados do servidor LoRaWAN via API ou MQTT



## Análise e Processamento

Programa em Python/MicroPython analisa os níveis de preenchimento



## Geração de Alertas

Identifica lixeiras cheias com base em limiares pré-definidos

A central de processamento executa a lógica de identificação de lixeiras cheias com base nos níveis recebidos e em limiares pré-definidos (por exemplo, se o nível estiver acima de 80% ou a distância for inferior a X cm). O sistema pode exibir o status em um display, enviar notificações via Wi-Fi e manter um histórico dos níveis de preenchimento.



# Considerações Adicionais e Implementação

Aspecto	Consideração
Alimentação	Módulos nas lixeiras precisarão de baterias ou pequenos painéis solares para operação prolongada
Proteção	Invólucros robustos (IP65) e à prova d'água para sensores e módulos, considerando condições ambientais
Calibração	Definição de limiares de "cheio", "quase cheio" e "vazio" com base nas dimensões de cada lixeira
Segurança	Implementação de criptografia e autenticação na comunicação LoRaWAN chaves AES 128-bit (LoRaWAN 1.0.3)

A implementação bem-sucedida deste sistema permitirá uma gestão mais eficiente da coleta de resíduos, reduzindo custos operacionais e melhorando a qualidade do serviço. A calibração adequada dos sensores e a definição precisa dos limiares de preenchimento serão cruciais para o funcionamento correto do sistema.

O projeto combina tecnologias de IoT, comunicação sem fio de longo alcance e processamento de dados para criar uma solução completa e escalável para o monitoramento inteligente de lixeiras urbanas.

# Agradecimentos

- Dúvidas?

Grupo 02:

- Manoel Felipe Costa Furtado,
- Paulo Gabriel Soares Gomes,
- Rorras Neves Da Silva,
- Nathally Sophia Morada Garcia e
- Liah Renata Colins Da Silva

**//** Tudo deveria se tornar o mais simples possível, mas não simplificado. **//**

Albert Einstein