

Universidade São Judas Tadeu

Sistema Inteligente de Coleta de Resíduos com IoT para Cidades Inteligentes

Nome do Aluno

Boaz Moreira Cirino - 825146412

Emilyn Cardoso - 824214832

Micael William - 824213069

São Paulo
2025

Introdução

Nas grandes cidades, a coleta de lixo é realizada com base em rotas e horários fixos, sem levar em consideração a real necessidade de esvaziamento dos contêineres. Isso gera coletas desnecessárias, com aumento de custos operacionais e emissão de poluentes, além de causar transbordamentos e acúmulo de lixo em áreas movimentadas, trazendo riscos sanitários e ambientais.

Este trabalho propõe uma solução baseada em Internet das Coisas (IoT) para monitorar e otimizar o processo de coleta de resíduos sólidos urbanos, trazendo benefícios operacionais, ambientais e sociais para o contexto de Cidades Inteligentes.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Internet das Coisas (IoT) refere-se à rede de dispositivos físicos conectados à internet que coletam e transmitem dados. Em ambientes urbanos, a IoT pode ser aplicada na gestão de resíduos para transformar o processo de coleta em uma operação inteligente, eficiente e sustentável.

Cidades como Barcelona, Copenhague e Singapura já utilizam sensores em lixeiras e contêineres para gerar dados em tempo real, permitindo que os serviços de limpeza otimizem suas rotas de coleta e evitem transbordamentos. Tais soluções têm se mostrado eficazes na redução de custos e no aumento da satisfação da população com os serviços urbanos.

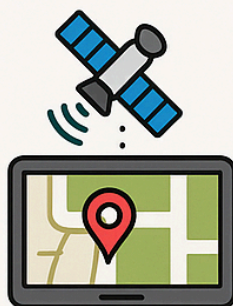
Aplicações da IoT na Gestão de Resíduos

Área de Aplicação	Tecnologias IoT envolvidas	Objetivo/Potenciais	Exemplos Práticos
Monitoramento de lixeira	Sensores de nível ultrassônicos, RFID, NB-IoT, LoRaWAN	<ul style="list-style-type: none">- Evitar coleta desnecessária- Reduzir custos operacionais- Otimizar rotas	Lixeiras inteligentes em Barcelona e Londres alertam quando estão cheias
Otimização de Rotas de Coleta	GPS, Big Data, Machine Learning, sensores nos caminhões	<ul style="list-style-type: none">- Reduzir consumo de combustível- Menor emissão de CO₂- Agilidade na coleta	Sistema da Bigbelly (EUA) que adapta rotas conforme sensores indicam necessidade
Identificação de Tipos de Resíduos	Câmeras, sensores químicos, análise por IA	<ul style="list-style-type: none">- Coleta seletiva eficiente- Melhor triagem e reciclagem	Prototipagem de lixeiras que diferenciam recicláveis automaticamente (Japão)
Gestão de Resíduos Perigosos	Sensores de gás, temperatura, RFID, conectividade 5G	<ul style="list-style-type: none">- Segurança em resíduos hospitalares/industriais- Monitoramento em tempo real	Monitoramento de contêineres com resíduos químicos usando sensores de detecção
Controle de Contêineres Móveis	RFID, GPS, IoT Gateway, Blockchain	<ul style="list-style-type: none">- Rastreabilidade de resíduos especiais- Prevenção de extravios ou descarte ilegal	Sistemas de rastreamento de contêineres industriais em cidades da Alemanha
Engajamento do Cidadão	Aplicativos móveis, QR Codes em lixeiras, sensores	<ul style="list-style-type: none">- Educação ambiental- Participação ativa na reciclagem- Gamificação	Aplicativo “Recicla+” que premia usuários por descartes corretos (Brasil)

APLICAÇÕES DA IOT NA GESTÃO DE RESÍDUOS



**COLETA DE
RESÍDUOS**



**ROTEIRIZAÇÃO
INTELIGENTE**



**TRIAGEM DE
RESÍDUOS**



**MONITORAMENTO
DE RESÍDUOS
TOXICOS**



**RECICLAGEM
INTELIGENTE**



**COMPACTAÇÃO
INTELIGENTE**

METODOLOGIA

A proposta foi desenvolvida a partir de pesquisa bibliográfica, análise de soluções existentes no mercado e definição da arquitetura de um sistema baseado em IoT para coleta inteligente.

Os principais componentes escolhidos foram:

- Sensores ultrassônicos para medir o nível de resíduos nos contêineres;
- Sensores de temperatura e gás para detecção de incêndios ou gases perigosos;
- Microcontroladores como o ESP32, com conectividade via LoRa ou 4G;
- Plataforma de nuvem para visualização, processamento e análise de dados.

O sistema foi simulado em um ambiente urbano fictício, considerando ruas com diferentes volumes de geração de lixo e horários de pico.

PROPOSTA DE SOLUÇÃO

A solução consiste na instalação de sensores nos contêineres de lixo espalhados pela cidade. Esses sensores detectam o nível de resíduos e temperatura interna do recipiente, enviando os dados periodicamente para uma central de monitoramento.

Com base nessas informações, um sistema central utiliza algoritmos de roteamento para otimizar os trajetos dos caminhões de coleta, priorizando os locais mais cheios e ignorando os que ainda estão vazios. A solução também pode alertar automaticamente a prefeitura em caso de anomalias, como incêndios, vandalismo ou uso indevido.

Além disso, é possível usar sensores diferenciados para lixeiras de coleta seletiva, incentivando a reciclagem por meio de indicadores de separação e volume de resíduos recicláveis.

IMPACTO E VIABILIDADE

Os principais impactos esperados são:

- Redução de custos operacionais: diminuição no número de coletas desnecessárias;
- Menor emissão de CO₂: rotas mais curtas e eficientes;
- Melhoria da limpeza urbana: menos lixeiras cheias e transbordando
- Incentivo à reciclagem: dados precisos sobre separação de resíduos;
- Planejamento urbano mais eficiente: com base em dados reais de geração de lixo.

A viabilidade técnica é alta, dado o baixo custo dos sensores, a maturidade das tecnologias de comunicação e a possibilidade de uso de plataformas open-source para integração dos dados.

CONCLUSÃO

A aplicação da IoT no gerenciamento de resíduos urbanos se mostra altamente promissora. O projeto proposto contribui para transformar a coleta de lixo em um processo eficiente, limpo e alinhado aos princípios das Cidades Inteligentes. Além de reduzir impactos ambientais, melhora o uso de recursos públicos e promove qualidade de vida nas áreas urbanas.

REFERÊNCIAS

SILVA, João. Internet das Coisas e Sustentabilidade Urbana. São Paulo: Novatec, 2023.

Prefeitura de Barcelona. Relatório Smart Waste Collection, 2022.

LOPEZ, Maria. Aplicações de IoT em Cidades Inteligentes. Revista de Tecnologia Urbana, 2021.