



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Exatas e Informática

Joseph Bessa Pereira da Costa
Lucas Alcolea Oue
Lucas Israel França Gontijo
Matheus Rodrigues Bon
Marcos Martins dos Santos
Yuri Geovane Martiniano dos Santos

**PLATAFORMA DE CONEXÃO PARA DESCARTE DE
RESÍDUOS**

Belo Horizonte
2025

Joseph Bessa Pereira da Costa
Lucas Alcolea Oue
Lucas Israel França Gontijo
Matheus Rodrigues Bon
Marcos Martins dos Santos
Yuri Geovane Martiniano dos Santos

PLATAFORMA DE CONEXÃO PARA DESCARTE DE RESÍDUOS

Trabalho apresentado ao curso de
Bacharelado em Sistemas de
Informação como requisito parcial à
aprovação na disciplina Projeto:
Design Centrado no Usuário.

Professor(a): Fábio Martins de Oliveira

Belo Horizonte
2025

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 4 |
| 1.1. Problema..... | 5 |
| 1.2. Objetivos do trabalho..... | 6 |
| 1.3. Justificativa..... | 6 |
| 1.4. Público alvo..... | 7 |
| 2. ESTADO DA ARTE..... | 8 |
| REFERÊNCIAS..... | 10 |

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional mundial e a intensificação da urbanização têm impactado diretamente a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU). Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2022), a população global ultrapassou 8 bilhões de habitantes, sendo que aproximadamente 55% vivem em áreas urbanas, com projeções que indicam um aumento para 68% até 2050. Esse processo de concentração populacional pressiona os sistemas de coleta e disposição final de resíduos, tornando o gerenciamento mais complexo.

No Brasil, os números indicam os mesmos desafios em escala nacional. De acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2023), o país gera cerca de 81 milhões de toneladas de RSU por ano, o que representa uma média de 1,07 kg de resíduos por habitante/dia. Contudo, apenas 4% de todo esse volume é reciclado de forma efetiva, índice inferior ao de países da União Europeia, que supera 30% em alguns casos. Em torno de 40% dos resíduos coletados no Brasil ainda têm como destino final lixões ou aterros controlados, que não oferecem a proteção ambiental ideal.

Além disso, outro fator demográfico importante é a concentração populacional em grandes centros urbanos. Regiões metropolitanas como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte concentram milhões de habitantes e, como resultado, geram grandes volumes de resíduos. Embora essas cidades possuam maior número de ecopontos e projetos de coleta seletiva, as áreas periféricas e os municípios de pequeno porte ainda sofrem com a falta de base de apoio, o que leva ao descarte irregular em terrenos baldios, rios e vias públicas.

Esses dados revelam que a relação entre demografia, geração de resíduos e base de apoio de coleta é determinante para compreender os desafios atuais e propor estratégias de ampliação da reciclagem no país.

1.1. Problema

No Brasil, é comum que pessoas e organizações enfrentem dificuldades ao tentar descartar resíduos especiais e recicláveis, sobretudo pela dificuldade em identificar pontos de coleta apropriados ou próximos que permitam sua destinação correta.

Os resíduos recicláveis são conhecidos por sua capacidade de serem reutilizados ou transformados em outros produtos, obtendo novas finalidades. Já os resíduos considerados “especiais” ou “não convencionais” recebem essa classificação por não se enquadrarem nos sistemas tradicionais de gerenciamento de resíduos. Costumam ser descartados de forma irregular e incluem medicamentos, como antibióticos, resíduos químicos em geral, lixo eletrônico, materiais contaminantes, como pilhas e baterias, além de itens cortantes ou perfurantes, entre outros (EUROPEAN COMMISSION, 2014).

No Brasil, o relatório anual da entidade gestora Green Eletron mostra que, em 2023, **29% dos brasileiros nunca tinham ouvido falar em pontos de coleta de lixo eletrônico**, número que representa uma queda em relação aos 33% registrados em 2021, mas que permanece elevado. Em outras palavras, quase uma em cada três pessoas desconhece a existência desses pontos (GREEN ELETRON, 2025).

Outro levantamento, divulgado pelo *Global E-waste Monitor*, aponta que, apesar do crescimento de iniciativas de logística reversa no Brasil para resíduos eletrônicos, a **taxa de coleta formal foi de apenas 3% em 2022** — cerca de 79 mil toneladas coletadas de aproximadamente 2,44 milhões de toneladas geradas. Esse resultado é coerente com a baixa familiaridade da população com pontos de entrega (GLOBAL E-WASTE STATISTICS PARTNERSHIP, 2024).

Como consequência, observa-se uma perda potencial de eficácia tanto econômica quanto ambiental. De um lado, deixa-se de fomentar a geração de empregos e renda por meio da reciclagem de materiais; de outro, ampliam-se os impactos ambientais, como a contaminação do solo e da água (GLOBAL E-WASTE STATISTICS PARTNERSHIP, 2024).

1.2. Objetivos do trabalho

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um sistema web voltado para a conscientização dos usuários acerca da importância do descarte adequado de resíduos, bem como para a disponibilização de informações sobre pontos de coleta existentes, de forma a contribuir para a redução do descarte irregular e para o fortalecimento da sustentabilidade ambiental.

Como objetivos específicos, o projeto propõe-se a:

- Implementar uma ferramenta de busca que possibilite a identificação de pontos de coleta conforme o tipo de resíduo e a localização geográfica do usuário;
- Fornecer conteúdos educativos que promovam a conscientização sobre práticas adequadas de descarte e seus impactos socioambientais;
- Estimular a adoção de hábitos sustentáveis por meio do uso da plataforma;
- Facilitar a integração entre usuários e pontos de coleta, fortalecendo a cadeia de reciclagem;
- Contribuir para mitigação dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos em espaços públicos.

1.3. Justificativa

Com o aumento da conscientização socioambiental, cresceram as exigências legais e as oportunidades econômicas relacionadas à gestão de resíduos. O descarte inadequado implica não só transtornos ambientais, mas também custos operacionais, multas e desperdício de recursos valiosos.

Empresas que adotam práticas sustentáveis de descarte conseguem reduzir despesas com transporte e destinação, além de transformar resíduos em ativos. Materiais como papelão, plástico, metais e óleo usado podem ser comercializados,

gerando receita extra e até compensando os custos do próprio descarte (AMBIENSYS, 2023; MUSA, 2023).

Em escala municipal, uma coleta seletiva eficaz aumenta a autossuficiência financeira dos municípios. Em um estudo comparando cenários, Londrina/SP reduziu significativamente os gastos com aterros ao aumentar a taxa de recuperação de materiais de 8,22% para 31,9%, demonstrando que uma boa gestão pode aliviar o impacto nos cofres públicos (GONÇALVES; LIMA; SOUZA, 2021).

Outro fator essencial é o incentivo econômico direto ou indireto como motor social. Catadores e cooperativas se mobilizam mais quando há retorno financeiro real por resíduo coletado — especialmente nos itens com valor agregado, como alumínio e papelão (SILVA; TORRES; MARTINS, 2016; TOMBSONE RECICLAGEM, 2022).

Além disso, instrumentos econômicos como os pagamentos por serviços ambientais (PSA) e certificações de créditos de reciclagem podem dar respaldo financeiro à atividade, favorecendo a sustentabilidade dos sistemas de coleta (RODRIGUES; CARVALHO, 2020).

Portanto, o sistema proposto justifica-se por unir benefícios ambientais e econômicos, funcionando como um facilitador entre empresas que desejam descartar resíduos e pontos de coleta interessados, incentivando a prática correta do descarte e contribuindo para um ciclo sustentável e financeiramente viável.

1.4. Público alvo

Ficou estabelecido, como público alvo deste projeto, todos os indivíduos e organizações presentes no Brasil que sejam elegíveis a realizar descartes de materiais recicláveis e ou especiais em pontos de coleta apropriados. A proposta do sistema é alcançar o maior número de consumidores, ampliando o efeito social e ambiental que este projeto se destina a cumprir. O projeto tem ainda a possibilidade de atrair e disseminar informações corretas sobre o tema e facilitar o acesso ao descarte correto de materiais de forma ampla.

2. ESTADO DA ARTE

Singh (2019) fornece uma revisão sobre o uso de sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica (GIS) em gestão de resíduos sólidos. Ele demonstra que essas técnicas facilitam a captura, processamento e transmissão eficiente de dados, ajudando na localização de aterros e avaliação de impactos ambientais com menor custo, especialmente em áreas regionais, onde há escassez de dados de alta qualidade

Em 2022, Kiran Kumar et al. publicaram um estudo sobre sistemas inteligentes e autônomos para gestão de resíduos sólidos, baseando-se em IoT e sensores ultrassônicos para monitorar níveis de basura. Esses sistemas permitem separar resíduos secos e úmidos e enviar dados em tempo real, contribuindo para cidades urbanas mais limpas e eficientes.

Um capítulo de 2022 discute práticas smart em gestão de resíduos em cidades inteligentes, enfatizando o uso de IoT, inteligência artificial, computação em nuvem, sistemas inteligentes de transporte, RFID e automação ciberfísica para melhorar a coleta, segregação e redução de resíduos e promover economia circular.

A revisão publicada em 2023 sobre “Smart Waste Management 4.0” apresenta um framework que aplica tecnologias da Indústria 4.0 em gestão de resíduos, estruturando soluções com base em quatro pilares: pessoas, cidades, empresas e fábricas inteligentes. Esse modelo sugere a unificação e expansão de soluções existentes para fomentar inovação e integração tecnológica.

Cheema, Hannan e Pires (2022) propuseram um sistema chamado SWMACM-CA, usando IoT e redes neurais convolucionais (VGG16) para classificação em tempo real de resíduos em pilhas. A precisão superior a 90% indica potencial para implantações eficientes em ambientes urbanos inteligentes.

Estudos recentes demonstram que a combinação de Modelos de Decisão Multicritério (MCDM) com GIS é cada vez mais adotada para seleção de locais de aterro. Esse método permite considerar aspectos ecológicos, sociais, políticos e

tecnológicos, gerando decisões mais balanceadas e eficazes.

A empresa Ecube Labs desenvolveu o CleanCUBE, um contêiner compactador solar com sensores que monitoram o nível de resíduos em tempo real, comunicando-se a uma plataforma de gestão e otimizando rotas de coleta. Essa solução já está em operação em mais de 100 cidades e evidencia o potencial da IoT aplicada à infraestrutura urbana.

Diante das soluções apresentadas no estado da arte, nosso trabalho se posiciona como uma aplicação prática que complementa essas inovações, oferecendo uma plataforma que conecta usuários, empresas e pontos de coleta de resíduos. Enquanto pesquisas demonstram o potencial do uso de IoT, inteligência artificial, GIS e outras tecnologias para otimizar a gestão de resíduos, nossa proposta foca em facilitar o acesso à informação e promover a conscientização ambiental. Dessa forma, o projeto contribui para a redução do descarte inadequado, fortalece a cadeia de reciclagem e atua como um elo entre tecnologia e sociedade, alinhando-se às atuais demandas de sustentabilidade e eficiência.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023*. São Paulo: ABRELPE, 2023.

AMBIENSY. *Benefícios econômicos da gestão eficiente de resíduos: como a sustentabilidade reduz custos e gera receita*. 2023. Disponível em: <https://www.ambiensys.com.br/beneficios-economicos-da-gestao-eficiente-de-residuos-como-a-sustentabilidade-reduz-custos-e-gera-receita/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

CHEEMA, H.; HANNAN, M.; PIRES, A. *Smart waste management and classification systems using cutting edge approach*. *Sustainability*, 2022. (não disponível DOI ou volume).

ECUBE LABS. *CleanCUBE e IoT na gestão de resíduos urbanos*. *Ecube Labs: soluções de gestão de resíduos inteligentes*, Ecube Labs, 2025. Disponível em: <https://www.ecubelabs.com/solar-powered-trash-compactor/>. Acesso em: 20 ago. 2025. Ecube Labs

EUROPEAN COMMISSION. *Flash Eurobarometer 388: Attitudes of Europeans towards waste management and resource efficiency*. Brussels: European Union, 2014.

GLOBAL E-WASTE STATISTICS PARTNERSHIP (GESP). *Country statistics: Brazil (2022)*. Bonn/Geneva: UNU/ITU/UNITAR, 2022.

GLOBAL E-WASTE STATISTICS PARTNERSHIP (GESP). *The global e-waste monitor 2024*. Bonn/Geneva: United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) and UNITAR, 2024.

GONÇALVES, R. L.; LIMA, V. P.; SOUZA, F. C. Viabilidade econômica da coleta seletiva em Londrina/SP. *Revista de Administração e Sustentabilidade*, Curitiba, v. 12, n. 3, p. 45-58, 2021. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26615>. Acesso em: 18 ago. 2025.

GREEN ELETRON. *Resíduos eletrônicos no Brasil — dados 2023*. São Paulo:

Green Eletron, 2025.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos*. Brasília: IPEA, 2020.

KUMAR, K. M. K. et al. *A review on smart and autonomous system for waste management. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 2022. (fonte genérica, sem DOI).

KANNAN, D.; KHADEMOLQORANI, S.; JANATYAN, N.; ALAVI, S. *Smart waste management 4.0: The transition from a systematic review to an integrated framework. Waste Management*, v. 174, p. 1-14, 2024. DOI: 10.1016/j.wasman.2023.08.041. OUCI

MODELOS MCDM com GIS para seleção de aterro. (*Trabalho de pesquisa*)? [ainda sem dados completos] – **Não foi possível localizar DOI ou autoria completa na pesquisa atual.**

MUSA. *Lucro sustentável: como empresas podem gerar receita com gestão de resíduos*. 2023. Disponível em: <https://www.musa.co/blog/lucro-sustentavel-como-empresas-podem-gerar-receita-com-gestao-de-residuos/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *World population prospects 2022: summary of results*. New York: United Nations, 2022.

RODRIGUES, A. P.; CARVALHO, J. R. Instrumentos econômicos na gestão ambiental: pagamentos por serviços ambientais (PSA) e créditos de reciclagem. *Revista Gestão Ambiental*, Florianópolis, v. 8, n. 2, p. 112-130, 2020. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8642. Acesso em: 18 ago. 2025.

SILVA, M. A.; TORRES, J. C.; MARTINS, P. L. Reciclagem como estratégia de inclusão social e geração de renda. *Revista Espacios*, Caracas, v. 37, n. 25, p. 17-28, 2016. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n25/16372517.html>. Acesso em: 18 ago.

2025.

SINGH, A. *Remote sensing and GIS applications for municipal waste management. Journal of Environmental Management*, 2019. (sem DOI disponível).

SMART waste management 4.0: The transition from a systematic review to an integrated framework. *Waste Management*, 2024. DOI: 10.1016/j.wasman.2023.08.041. (já citado como Kannan et al.)

SMART waste management practices in smart cities: current trends and future perspectives. *Capítulo em livro*, 2022. (sem dados completos).

TOMBSONE RECICLAGEM. *Coleta de sucata: descarte consciente com retorno financeiro*. 2022. Disponível em: <https://www.tombstonereciclagem.com.br/blog/categorias/artigos/coleta-de-sucata-de-scarte-consciente-com-retorno-financeiro/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Global waste management outlook 2022*. Nairobi: UNEP, 2022.