

CENTRO PAULA SOUZA

ETEC ANTÔNIO FURLAN

Técnico Em Desenvolvimento De Sistemas

Antônio Carlos Ribeiro

Douglas Nicolas Neves Alves

Guilherme Matheus Gonçalves

João Vitor Felismino do Nascimento

Nayara da Graça Silva

Relatório Técnico

Sistema Integrado de Gestão Inteligente de Resíduos com IoT

Barueri

2025

Antônio Carlos Ribeiro
Douglas Nicolas Neves Alves
Guilherme Matheus Gonçalves
João Vitor Felismino do Nascimento
Nayara Da Graça Silva

Relatório Técnico

Sistema Integrado de Gestão Inteligente de Resíduos com IoT

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas da Etec Antônio Furlan, orientado pelo Prof. Adriano Aparecido Rodrigues, como requisito para obtenção do título de técnico em Desenvolvimento de Sistemas.

Barueri

2025

DEDICATORIA

Dedicamos este Trabalho de Conclusão de Curso ao grupo de trabalho, com quem compartilhamos desafios, aprendizados e vitórias ao longo dessa jornada.

As nossas famílias, que sempre estiveram ao nosso lado, oferecendo amor, compreensão e incentivo. Sem o apoio incondicional de todos, essa conquista não seria possível.

AGRADECIMENTO

Queremos manifestar nossa sincera gratidão ao nosso grupo de trabalho pela colaboração, paciência e companheirismo, cada um de vocês foi crucial para o êxito deste projeto.

Agradecemos também às nossas famílias, pelo apoio inabalável, amor que não conhece limites e incentivo constante, estiveram ao nosso lado em cada etapa dessa jornada.

Um agradecimento especial ao Professor Jacques Simões da Silva Júnior, pela orientação e suporte no desenvolvimento desse trabalho. Somos imensamente gratos pela sua dedicação e paciência em compartilhar seu conhecimento, sem seus conselhos esse trabalho não seria o mesmo.

“A terra não pertence ao homem; o homem pertence a terra.”

Provérbio Nativo Americano

RESUMO

O Objetivo deste trabalho é apresentar um sistema inteligente de gestão de resíduos, utilizando IoT e uma aplicação multiplataforma com o intuito de aprimorar os processos de coleta e tratamento de resíduos. A abordagem utilizada envolve uma revisão bibliográfica e o desenvolvimento de um sistema com base em um questionário elaborado e entrevistas a profissionais da área. A conclusão deste trabalho revela que é possível aumentar a eficiência e a eficácia dos processos de tratamento de resíduos por meio da adoção de tecnologias, favorecendo decisões mais ágeis e precisas, automatizando atividades manuais e acelerando o avanço em direção a uma sociedade cada vez mais responsável e sustentável.

Palavras-chave: Sistema Inteligente; Gestão de Resíduos; IoT; Aplicação Multiplataforma; Sustentabilidade.

Lista de Figuras

Figura 1: Python	10
Figura 2: FastAPI	10
Figura 3: React.....	11
Figura 4: CSS.....	11
Figura 5: Vite	12
Figura 6: React Native.....	12
Figura 7: Supabase	12
Figura 8: Tela Login	13
Figura 9: Tela Cadastro.....	13
Figura 10: Tela de Redefinição de Senha	14
Figura 11: Tela de Retorno de Cadastro	14
Figura 12: Tela de Caçambas Personalizadas.....	15
Figura 13: Tela de Dashboard.....	15
Figura 14: Tela de Gerar Dashboard.....	16
Figura 15: Tela de Histórico de Coleta	16
Figura 16: Tela de Relatório Financeiro	16
Figura 17: Tela de Solicitação de Coleta.....	17

SUMÁRIO

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Problema.....	8
1.2 Justificativa	8
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo Geral	9
1.3.2 Objetivos Específicos.....	9
2. Ferramentas Utilizadas	10
2.1 Backend	10
2.1.1 Python.....	10
2.1.2 FastAPI	10
2.2 Frontend.....	10
2.2.1 React	11
2.2.2 CSS	11
2.2.3 Vite.....	11
2.2.4 React Native	12
2.3 Banco de Dados.....	12
2.4 Ferramentas Secundarias	12
3. Manual Técnico.....	13
3.1 Tela de Login	13
3.2 Tela de Cadastro.....	13
3.3 Tela de Redefinição de Senha.....	14
3.4 Tela de Retorno de Cadastro.....	14
3.5 Tela de Caçambas Personalizadas.....	14
3.6 Tela de Dashboard.....	15
3.7 Tela de Gerar Dashboard	15
3.8 Tela de Histórico de Coleta	16
3.9 Tela de Relatório Financeiro	16
3.10 Tela de Solicitação de Coleta	17
4. Conclusão	18
5. Referências	19

1. INTRODUÇÃO

A sociedade atual tem apresentado progresso em várias áreas como a medicina, comércio e setor industrial. Entretanto, as questões relacionadas ao meio ambiente e à sustentabilidade têm se tornado cada vez mais relevantes. No mundo moderno, a preocupação com os resíduos de maneira geral ainda é um assunto no qual muito se discute, mas ainda não há uma definição de uma economia circular que atenda às necessidades desse século (BARBIERI, 2016; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

Segundo o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil (IDSC-BR, 2022), cerca de 70% das cidades brasileiras estão classificadas com nível de desenvolvimento sustentável “baixo” ou “muito baixo” e, de acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2022), o Brasil gera mais de 80 milhões de toneladas de resíduos por ano e, consequentemente, uma porcentagem acaba sendo descartada de maneira irregular.

Por mais que a tecnologia seja empregada na busca por resolver problemas, quando se trata desse aspecto ela ainda é pouco utilizada e de forma que não se torna uma aliada para a descoberta de novas abordagens e resoluções de problemas. Os resultados são impactos ambientais, custos operacionais elevados e um mundo cada vez menos sustentável (JACOBI; BESEN, 2011).

Diante desse cenário, o nível insatisfatório e a produção de resíduos continuam aumentando drasticamente. A tecnologia surge como aliada para auxiliar e mitigar mão de obra que é uma das causas no controle de solicitação de caçambas para carregamento dos resíduos e, com isso, esse sistema irá viabilizar os processos por meio da Internet das Coisas (IoT). A IoT permite comunicação e monitoramento de dispositivos físicos, coleta de métricas e dados através de sensores, e sua aplicação pode automatizar tarefas e apoiar decisões eficientes (SILVA; SANTOS; OLIVEIRA, 2022).

Desta forma, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma aplicação modular e multiplataforma com o objetivo de implementar os processos envolvidos na coleta e controle de resíduos. A proposta visa usar a tecnologia com o intuito de conservar a

sustentabilidade, gerando um ecossistema que garante a preservação ambiental e um convívio de harmonia entre o homem e o ambiente.

1.1 Problema

Como dinamizar um sistema tecnológico por meio da IoT no carregamento de resíduos sólidos, como papelão e plásticos das cooperativas.

1.2 Justificativa

A crescente geração de resíduos sólidos urbanos se origina por diversos fatores como o crescimento populacional, consumo excessivo de bens e serviços, industrialização, falta de educação ambiental e urbanização acelerada (WORLD BANK, 2018).

Segundo a ABRELPE (2022), além do volume crescente de resíduos, grande parte dos municípios e operadores privados ainda utilizam métodos pouco eficientes de coleta, com forte dependência de processos manuais, o que aumenta custos operacionais, reduz produtividade e coloca trabalhadores em situações de insegurança.

Nesse cenário, o uso de tecnologias e a automatização de processos manuais se mostra como uma abordagem eficiente e inovadora para colaborar com a gestão e controle de resíduos sólidos, promovendo a sustentabilidade e o bem-estar coletivo, alinhada a indicadores internacionais de desenvolvimento sustentável (PNUD, 2022).

Dessa forma esse projeto se justifica pela sua capacidade de tecnologia e a gestão de resíduos de forma prática e inteligente, com potencial real de ser aplicado e trazendo melhoras a nível ambiental além de ser significativo para o desenvolvimento ecológico.

1.3 Objetivos

O presente projeto tem como foco o desenvolvimento de um sistema inteligente de monitoramento e gestão de resíduos sólidos, baseado em tecnologias da Internet das Coisas (IoT), com o intuito de otimizar o processo de carregamento e coleta de materiais recicláveis em cooperativas.

1.3.1 Objetivo Geral

Implementar um sistema tecnológico por meio da IoT no carregamento de resíduos sólidos, como papelão e plásticos das cooperativas.

1.3.2 Objetivos Específicos

Fazer um levantamento das dificuldades do carregamento dos resíduos de papelão e plásticos das cooperativas: Flacipel em Guarulhos e Cooperare em Barueri.

Definir o sistema tecnológico para atender as necessidades das cooperativas;

Desenvolver o sistema por meio da IOT;

Testar o sistema integrado de gestão inteligente de resíduos com IoT.

2. FERRAMENTAS UTILIZADAS

As ferramentas empregadas no desenvolvimento da pesquisa foram:

2.1 Backend

O backend é a parte do sistema que processa dados e aplica regras de negócio. Ele faz a comunicação com bancos de dados e serviços, garantindo que as informações cheguem corretas ao usuário. Assim, é essencial para a eficiência e segurança da aplicação.

2.1.1 Python

Python é uma linguagem de programação versátil e de fácil aprendizado, com ampla comunidade e diversas bibliotecas que aceleram o desenvolvimento. Sua sintaxe clara facilita a manutenção e evolução do código.

Figura 1: Python



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Python.svg>

2.1.2 FastAPI

FastAPI é um framework moderno para criação de (Application Programming Interface) APIs em Python, valorizado por sua rapidez, eficiência e simplicidade. Ele facilita a construção de rotas, o tratamento de requisições e a integração com outras bibliotecas, garantindo código limpo e de fácil manutenção.

Figura 2: FastAPI



Fonte: <https://www.inmagik.com/en/blog/fastapi-basic-crud/>

2.2 Frontend

O frontend é a parte do sistema com a qual o usuário interage diretamente. Ele engloba a interface visual, como botões, menus, formulários e páginas, garantindo que as informações sejam apresentadas de forma clara e intuitiva. Além de estética,

o frontend também se preocupa com a usabilidade, a responsividade e a experiência do usuário, servindo como a ponte entre o usuário e o backend.

2.2.1 React

React é uma biblioteca JavaScript voltada para a construção de interfaces de usuário. Ela permite criar componentes reutilizáveis, facilitando o desenvolvimento de aplicações web interativas e de fácil manutenção. Além disso, React é eficiente no gerenciamento de atualizações da interface, proporcionando uma experiência rápida e dinâmica ao usuário.

Figura 3: React



Fonte: <https://www.stickpng.com/img/icons-logos-emojis/tech-companies/react-full-logo>

2.2.2 CSS

(Cascading Style Sheets) CSS é a linguagem utilizada para estilizar páginas web, definindo cores, fontes, layouts e espaçamentos. Ele permite separar a apresentação visual do conteúdo, tornando o design mais organizado e consistente. No projeto, o CSS foi usado para criar interfaces atraentes e responsivas, garantindo melhor experiência ao usuário.

Figura 4: CSS



Fonte: <https://stickersdevs.com.br/shop/stickers/css-3-sticker/?srsltid=AfmBOoo9V4ngvwionj-3UcaBGmu7M6FfGaixV1IzQrgZUVSOz-JuA04Y>

2.2.3 Vite

Vite é uma ferramenta de build moderna para projetos web que acelera o desenvolvimento, oferecendo recarregamento rápido e otimização de código para produção. No projeto, ele foi utilizado junto ao React para tornar a criação e atualização da interface mais ágil.

Figura 5: Vite



Fonte: <https://www.fixtergeek.com/blog/introduccion-a-vite-2024/>

2.2.4 React Native

React Native é uma biblioteca JavaScript que permite criar aplicativos móveis nativos para iOS e Android, aproveitando grande parte do código entre plataformas. Para estilização, utiliza-se o *StyleSheet*, que organiza cores, tamanhos, margens e layouts de forma centralizada, facilitando a manutenção e garantindo consistência visual.

Figura 6: React Native



Fonte: <https://www.qarbon.it/blog/what-is-react-native>

2.3 Banco de Dados

Um banco de dados é um sistema que armazena, organiza e gerencia informações de forma estruturada. Ele permite que aplicações salvem, consultem e atualizem dados de maneira eficiente e segura, garantindo integridade, consistência e fácil recuperação das informações quando necessário.

Figura 7: Supabase



Fonte: <https://leoandrade.net/supabase-uma-plataforma-de-desenvolvimento-de-aplicativos-web/>

2.4 Ferramentas Secundárias

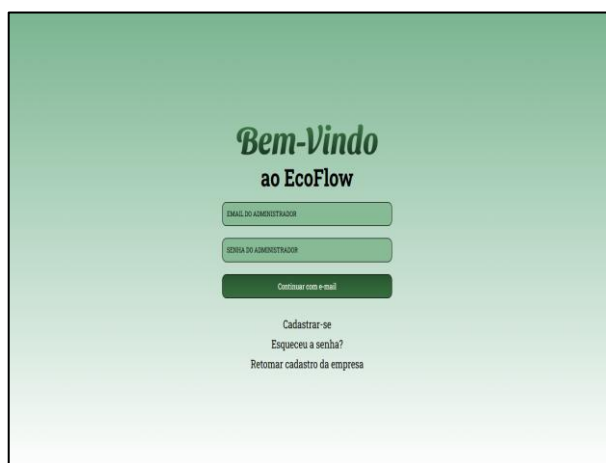
Ferramentas secundárias são recursos auxiliares utilizados no projeto que, embora importantes, não se enquadram nas categorias principais como frontend, backend ou banco de dados. Elas apoiam o desenvolvimento, a organização e a produtividade da equipe. Seu uso contribui para a eficiência e qualidade geral do projeto.

3. MANUAL TÉCNICO

3.1 Tela de Login

O projeto inicia com a página de login, conforme a Figura 8, que oferece diversas funcionalidades essenciais para o usuário. Nessa tela, é possível realizar o cadastro de novos usuários, bem como o registro da empresa coletora. Além disso, a página disponibiliza uma opção para a recuperação de senha, destinada a casos de esquecimento. Também há a funcionalidade para retomada de cadastros incompletos, permitindo que o usuário finalize seu registro em situações em que não tenha conseguido concluir o processo anteriormente.

Figura 8: Tela Login

A imagem mostra a interface de login do sistema EcoFlow. No topo, há o texto "Bem-Vindo ao EcoFlow" em uma fonte verde. Abaixo, há três campos de entrada para "EMAIL DO ADMINISTRADOR" e "SENHA DO ADMINISTRADOR", ambos com botões de lupa para busca. Um botão verde "Continuar com e-mail" está abaixo dos campos. Na base, há links para "Cadastrar-se", "Esqueceu a senha?" e "Retomar cadastro da empresa".

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

3.2 Tela de Cadastro

Na tela de interface de cadastro corporativo, como mostra na Figura 9, esta tela é dedicada ao registro de empresas, coletando as informações cruciais para a formalização do cadastro. Os campos obrigatórios incluem: CNPJ, Razão Social, Contato (Telefone e E-mail) e Dados de Endereço.

Figura 9: Tela Cadastro

A imagem mostra a interface de cadastro de uma empresa. O título "Cadastro da Empresa" está no topo, seguido por "INFORME OS DADOS DA EMPRESA". Abaixo, há uma grade de campos de entrada para: CNPJ (formato 00.000.000/0000-00), CEP, Nome Fantasia, Logradouro, Telefone (fixo 0000-0000), Homebco, Celular (000 0000-0000), Estado, E-mail da Empresa, Cidade, E-mail do RH ou Alternativo, Bairro, Complemento e Descrição da Empresa. Um botão verde "Cadastrar" está na base, decorado com uma ilustração de pessoas.

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

3.3 Tela de Redefinição de Senha

Redefinição de senha, processo simples para redefinir sua senha rapidamente. Caso tenha esquecido seus dados de acesso, conforme a Figura 10, esta tela o guiará na recuperação.

Figura 10: Tela de Redefinição de Senha

A interface da tela de recuperação de senha possui um fundo verde claro com um gradiente. No topo, o título "Recuperação de Senha" está centralizado em uma fonte preta. Abaixo dele, há um campo de entrada retangular com o texto "INFORME SEU EMAIL" em cinza. Logo abaixo, um botão verde escuro com o texto "Recuperar" em branco está centralizado.

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

3.4 Tela de Retorno de Cadastro

O usuário poderá retomar o cadastro colocando as informações, conforme na Figura 11, os seguintes dados: CNPJ, e-mail e celular para finalizar o cadastro da empresa.

Figura 11: Tela de Retorno de Cadastro

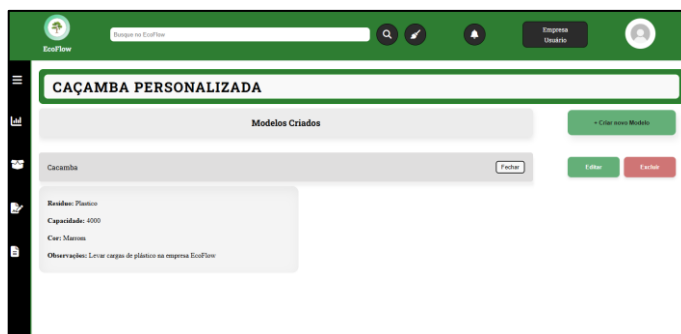
A interface da tela de pesquisa de empresa possui um fundo verde claro com um gradiente. No topo, o título "Pesquisar Empresa" está centralizado em uma fonte preta. Abaixo dele, há três campos de entrada retangulares empilhados, cada um com o texto "INFORME O CNPJ DA EMPRESA", "INFORME O EMAIL PRINCIPAL DA EMPRESA" e "INFORME O CELULAR DA EMPRESA" em cinza. Logo abaixo, há uma caixa de verificação com o texto "Não sou um robô" e um ícone de um robô. Abaixo disso, um botão verde escuro com o texto "Pesquisar" em branco está centralizado.

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

3.5 Tela de Caçambas Personalizadas

Após passar pelas páginas iniciais de login, o usuário se depara com a tela de caçamba personalizada. Podemos observar na Figura 12, que na parte superior da tela temos a barra de pesquisa, botão de notificações, e o perfil do usuário. No canto esquerdo é possível localizar o menu lateral, onde o usuário poderá navegar pelas funcionalidades do software.

Figura 12: Tela de Caçambas Personalizadas



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Ainda nessa página da caçamba personalizada, o usuário poderá criar um modelo de caçamba com as seguintes informações: Tipo de resíduo, capacidade da caçamba, cor e se necessário, colocar observação.

3.6 Tela de Dashboard

Seguindo para a tela de dashboard, Figura 13, será possível ter as visões do gráfico da empresa e quantidade de caçambas.

Figura 13: Tela de Dashboard

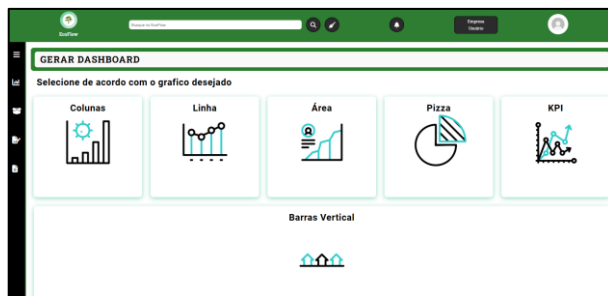


Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

3.7 Tela de Gerar Dashboard

Na página de geração de dashboard, Figura 14, o usuário poderá escolher o modelo de gráfico desejado, importar sua planilha e gerar seu próprio relatório conforme a escolha do gráfico.

Figura 14: Tela de Gerar Dashboard

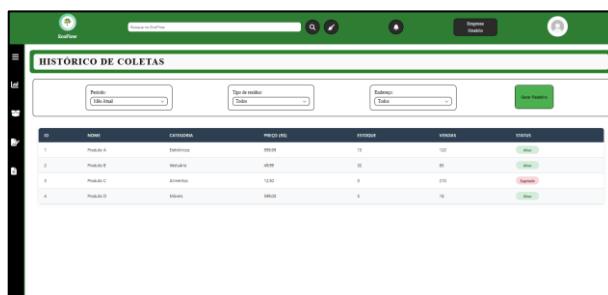


Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

3.8 Tela de Histórico de Coleta

Na página do histórico de coleta, Figura 15, o usuário terá a visão do histórico das coletas, com opção de busca do período, tipo de resíduo e endereço. Receberá as seguintes informações: nome, categoria, preço, estoque, vendas e o status, podendo gerar um relatório com todas essas informações.

Figura 15: Tela de Histórico de Coleta



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

3.9 Tela de Relatório Financeiro

Nesta tela, conforme a Figura 16 o usuário poderá ver o relatório financeiro ao longo do mês, podendo realizar consultas por período.

Figura 16: Tela de Relatório Financeiro



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

3.10 Tela de Solicitação de Coleta

Nesta página, seguindo a Figura 17, o usuário tem a possibilidade de registrar uma solicitação de coleta, preenchendo informações como identificação da coleta, tipo de resíduo, endereço, capacidade da caçamba, data e eventuais observações adicionais.

Figura 17: Tela de Solicitação de Coleta

A imagem mostra a interface de uma aplicação web para solicitação de coleta de resíduos. O cabeçalho é verde escuro com o nome 'SuaPisa' e uma barra de busca. O menu lateral à esquerda contém ícones para 'Home', 'Solicitação', 'Histórico', 'Perfil' e 'Configurações'. O formulário principal, intitulado 'SOLICITAÇÃO DE COLETA', possui os seguintes campos: 'Identificação da coleta' (com subcampo 'Código'), 'Tipo de resíduo' (com subcampo 'Descrição'), 'Endereço' (com subcampo 'Descrição'), 'Capacidade da caçamba' (com subcampo 'Descrição'), 'Data' (com subcampo 'Descrição') e 'Observações' (com subcampo 'Descrição').

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstrou a relevância da integração tecnológica na gestão e controle de resíduos sólidos, especialmente nas cooperativas que lidam diariamente com grandes volumes de materiais como papelão e plástico. Observou-se que, embora o Brasil tenha avançado em diversas áreas, a gestão de resíduos ainda enfrenta desafios significativos, como demonstram os índices do IDSC-BR (2022) e da ABRELPE (2022), que apontam para baixo nível de sustentabilidade nas cidades e para a crescente geração de resíduos descartados de forma inadequada.

Nesse contexto, soluções baseadas em Internet das Coisas (IoT) tornam-se ferramentas essenciais para modernizar e automatizar processos, reduzindo erros humanos, otimizando recursos e favorecendo a tomada de decisões fundamentada em dados (SILVA; SANTOS; OLIVEIRA, 2022).

A proposta apresentada mostrou-se tecnicamente viável e alinhada com as demandas por eficiência, rastreabilidade e sustentabilidade, contribuindo com práticas de economia circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

A análise das telas desenvolvidas e das ferramentas utilizadas evidência que a solução proposta é capaz de melhorar a comunicação entre empresas, cooperativas e usuários, ao mesmo tempo em que oferece controle mais assertivo sobre as caçambas, a logística de coleta e o acompanhamento financeiro. Assim, o sistema contribui para a construção de um ecossistema inteligente que amplia a transparência, reduz custos operacionais, minimiza impactos ambientais e fortalece práticas de economia circular.

Conclui-se, portanto, que o uso da IoT aplicado à gestão de resíduos sólidos é uma alternativa promissora e necessária para enfrentar os desafios atuais do setor. O projeto apresentado demonstra potencial real de implementação e expansão, sendo capaz de auxiliar diretamente iniciativas públicas e privadas na busca por cidades mais sustentáveis e processos mais seguros, eficientes e integrados.

5. REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2022/>. Acesso em: 08 mai. 2025.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition**. 2013. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy>. Acesso em: 30 ago. 2025.

IDSC-BR. **Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil**. Instituto Cidades Sustentáveis, 2022. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/>. Acesso em: 21 nov. 2024.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. *Estudos Avançados*, v. 25, n. 71, p. 135–158, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10603>. Acesso em: 21 abr. 2025.

PNUD. **Relatório de Desenvolvimento Humano 2022**. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em: <https://hdr.undp.org/>. Acesso em: 21 fev. 2025.

SILVA, R. V.; SANTOS, A. L.; OLIVEIRA, M. P. Aplicações de Internet das Coisas (IoT) na gestão de resíduos sólidos urbanos: revisão e desafios. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 27, n. 4, p. 613–626, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/>. Acesso em: 01 set. 2025.

WORLD BANK. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Washington, DC: World Bank Group, 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>. Acesso em: 13 nov. 2025.