



**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA WEB DE RECICLAGEM E
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL
*DEVELOPMENT OF A WEB RECYCLING SYSTEM AND ENVIRONMENTAL
AWARENESS***

Camila S. Arruda

Hugo Eiji Ogoshi

Lucas Davi dos Santos Pereira

Renan Venício dos Prazeres

Savio Araújo Nobre Soares

Susana Jesus Reis Alves

Victor Mariano dos Santos Gomes

Andréa Zotovici

Faculdade de Tecnologia de Diadema – Luigi Papaiz – Diadema – SP – Brasil

RESUMO

Com a sociedade cada vez mais produtiva e gerando produtos e resíduos, o descarte inadequado de resíduos tornou-se uma problemática cada vez mais preocupante e um grande risco ao meio ambiente. Diante disso, a Assembleia Geral das Nações Unidas estabeleceu a Agenda 2030, conhecida como Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da qual o Brasil é signatário. Tal agenda levou todos os estados, municípios e setores da sociedade a se conscientizarem em relação ao acúmulo de resíduos, buscando assim novas soluções para enfrentar essa adversidade. Neste contexto, este artigo tem o objetivo de apresentar um software multiplataforma voltado ao ODS 11 — "Cidades e Comunidades Sustentáveis", que foi desenvolvido com o objetivo de estimular práticas sustentáveis e facilitar o reaproveitamento de itens por meio de um marketplace para doações, conectando cidadãos a doadores, ONGs e pontos de coleta de materiais recicláveis. O sistema em questão foi desenvolvido com base na metodologia ágil Scrum, seguindo um padrão de arquitetura em Model-View-Controller (MVC) com frameworks escaláveis. O projeto oferece soluções digitais inovadoras para promover a sustentabilidade e o reaproveitamento de materiais, transformando a gestão de resíduos urbanos.

Palavras-chave: Coleta Seletiva. Doação Sustentável. Economia Circular. Sustentabilidade. Tecnologia.

ABSTRACT

With the society becoming more and more productive and generating products and waste, improper waste disposal has become an increasingly worrying problem and a major risk to the environment. For that reason, the United Nations General Assembly established the 2030 Agenda, known as the Sustainable Development Goals (SDGs), to which Brazil is a signatory. This agenda has led all states, municipalities and sectors of society to become aware of the accumulation of waste, thus seeking new solutions to deal with this adversity. In this context, the aim of this article is to present a multi-platform software aimed at Goal 11 - “Sustainable Cities and Communities”, which was developed with the aim of encouraging sustainable practices and facilitating the reuse of items through a marketplace for donations, connecting citizens to donors, NGOs and collection points for recyclable materials. The system in question was developed using the agile Scrum methodology, following a Model-View-Controller (MVC) architecture pattern with scalable frameworks. The project offers innovative digital solutions to promote sustainability and the reuse of materials, transforming urban waste management.

Keywords: Circular Economy. Selective Collection. Sustainability. Sustainable Donation. Technology.

1 INTRODUÇÃO

Como a sociedade está em constante crescimento, a produção de bens e resíduos também aumenta, e o descarte inadequado de materiais tornou-se uma questão cada vez mais preocupante e um grande risco ao meio ambiente. Para mitigar esses impactos e promover um desenvolvimento urbano sustentável, surgiu a proposta da economia circular. Esse modelo tem sido amplamente adotado por grandes e pequenas empresas como uma alternativa viável para reduzir desperdícios e melhorar a gestão de recursos (ATHIE, 2022).

Mesmo que os governantes brasileiros abordem essa temática por meio de políticas públicas, a jornalista Lana (2023), em sua reportagem no jornal Diário do Grande ABC, apresenta os resultados dos municípios do Grande ABC Paulista, formado por Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra referente a coleta de recicláveis dos municípios realizada no ano de 2023, foi destacado que Diadema foi o município que teve a menor taxa de coleta, evidenciando um problema no contexto local.

De acordo com a ONU, o crescente volume de resíduos urbanos, devido ao aumento populacional e ao consumo desenfreado, exige a implementação de soluções inovadoras para melhorar a coleta, a separação e o reaproveitamento dos materiais descartados (UN Environment, 2024). Silva, Costa e Lima (2021) corroboram essa perspectiva, destacando a

importância da digitalização dos processos de gerenciamento de resíduos sendo uma estratégia de soluções eficazes e sustentáveis viáveis.

Diante desse cenário, o projeto ECOBIT surge como uma ferramenta alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente ao ODS 11 – "Cidades e Comunidades Sustentáveis" (ONU, 2016). Essa solução busca transformar essa realidade por meio de uma plataforma acessível capaz de conectar cidadãos a pontos de reciclagem disponibilizados pelos municípios e possibilitar os registros de novos locais de coleta provenientes de iniciativas privadas. Além disso, a solução promove a sustentabilidade com o recurso de um marketplace de doações, incentivando a economia circular e o reaproveitamento de materiais.

Desta forma o objetivo deste trabalho é apresentar um software desenvolvido para reduzir desperdícios, fortalecer a cultura da reciclagem e construir uma sociedade mais consciente, engajada e comprometida com a preservação ambiental.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ecopontos e economia circular

A Lei Nº 12.305, sancionada em 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil, estabelecendo diretrizes para a gestão integrada e manejo adequado de resíduos sólidos em estados e municípios (CIVIL, 2010). A legislação destaca princípios como responsabilidade compartilhada, logística reversa e educação ambiental, incentivando a população e empresas a assumirem responsabilidades ao longo da cadeia de produtos (JERONIMO, 2019).

A economia circular é uma nova estratégia que promove o uso eficiente dos recursos e a redução de desperdícios por meio de reutilização, reciclagem e maior durabilidade de produtos. Setores como vestuário, eletrônicos e móveis demonstram como esse modelo pode beneficiar as comunidades vulneráveis, com doações diretas, organizadas por ONGs e colaborações públicas, assegurando que os itens cheguem às pessoas necessitadas sem intermediários (ATHIE, 2022).

2.2 Modelagem

A UML (Linguagem Unificada de Modelagem) é uma ferramenta visual usada para criar, analisar e documentar sistemas orientados a objeto. Representada por diagramas, facilita o entendimento de interações externas (usuários e ambiente) e internas (componentes do sistema), além de registrar decisões no desenvolvimento de projetos (BEZERRA, 2015).

2.3 Framework e bibliotecas

Os sistemas modernos utilizam frameworks, que são conjuntos de códigos predefinidos que permitem a reutilização, aumentando a produtividade e reduzindo erros no desenvolvimento. Entre os frameworks populares para Java, destaca-se o Spring Boot, um projeto de código aberto que simplifica o desenvolvimento e manutenção de aplicativos, sendo ideal para ambientes de produção por sua capacidade de agilizar a implantação e melhorar escalabilidade e desempenho (OLIVEIRA, 2022).

React, também conhecido como ReactJS, é uma biblioteca open-source em JavaScript, desenvolvida pelo Facebook, para a construção de interfaces web e aplicações. Ela utiliza componentes reutilizáveis, o que aumenta a eficiência do código. Declarativa, flexível e eficiente, a biblioteca facilita a criação de interfaces complexas a partir de pequenos módulos chamados componentes, além de permitir integração simples com outras bibliotecas e frameworks (REACT, 2025).

2.4 API REST

A arquitetura REST foi criada para padronizar e simplificar a criação de aplicações cliente-servidor, utilizando o protocolo HTTP para a troca de informações. Para ser considerada RESTful, uma API deve seguir restrições como separação entre cliente e servidor, stateless (independência de estado em cada requisição) e suporte a cache para melhorar o desempenho. Outras características incluem o uso de formatos como JSON e XML, organização em camadas e a possibilidade de envio de código pelo servidor para execução no cliente, favorecendo escalabilidade, eficiência e flexibilidade (BERENGUEL, 2008).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A plataforma ECOBIT foi desenvolvida com base na metodologia ágil Scrum, que facilita a gestão do desenvolvimento de software por meio de sprints iterativas. Essa abordagem permitiu ajustes rápidos durante o ciclo de desenvolvimento, com feedback constante dos usuários, garantindo que a plataforma atendesse às necessidades da comunidade de Diadema. Para a construção do sistema, foram utilizadas tecnologias que contribuíram para o seu desempenho e escalabilidade.

A construção foi baseada na arquitetura de microsserviços, que divide aplicações em serviços pequenos e independentes, que podem ser desenvolvidos, testados e implantados separadamente, garantindo flexibilidade e facilidade de manutenção. Utilizando RESTful e comunicação via HTTP, esses serviços são stateless, o que permite baixa dependência entre servidores e facilita a escalabilidade horizontal. Essa abordagem promove estabilidade, eficiência e agilidade, mesmo diante de falhas em serviços isolados (CONCEIÇÃO, 2021).

3.1 Front-end

A interface da plataforma foi criada com React.js, uma biblioteca JavaScript popular para a construção de interfaces de usuário dinâmicas e responsivas. A utilização dessa biblioteca garantiu uma experiência de usuário fluida e intuitiva, facilitando a interação com o sistema, especialmente em dispositivos móveis. Para a geolocalização dos pontos de coleta, foi integrada a API do Google Maps, que permite aos usuários localizar rapidamente os pontos de reciclagem mais próximos (AGGARWAL, 2018).

3.2 Back-end

O desenvolvimento do back-end da aplicação foi realizado usando a linguagem Java e o framework Spring Boot. O framework foi escolhido por oferecer vantagens no desenvolvimento de uma aplicação server-side, como suporte à arquitetura Model-View-Controller (MVC), RESTful Web Services e injeção de dependências, que simplifica a configuração e o gerenciamento de componentes. Além disso, sua compatibilidade com a arquitetura de microsserviços facilita a escalabilidade e a modularização da aplicação (MUSIB, 2022).

O MongoDB foi escolhido como banco de dados devido à sua flexibilidade e escalabilidade, características essenciais para um sistema que precisa gerenciar grandes quantidades de dados, como registros de ponto de coleta, informações de usuários e doações cadastradas (MONGODB, 2025).

Para o tratamento de segurança dos dados sensíveis, foi utilizado o Bcrypt, conforme Arias (2021) o Bcrypt é um algoritmo de criptografia hash usando a cifra Blowfish, foi empregado como um reforço à segurança da aplicação. Além disso, sua utilização na criptografia de senhas foi facilitada pela disponibilidade de uma biblioteca em Java, tornando sua adoção conveniente e eficaz.

3.3 API

Para o envio e recebimento de feedbacks nesta aplicação, escolhemos a API FormSubmit, conforme apresentado na Figura 1. Essa API foi selecionada por ser um serviço que permite o envio de formulários HTML diretamente para e-mails cadastrados dentro da aplicação, sem a necessidade de um back-end dedicado a essa função. Dessa forma, atua como um facilitador no processamento de dados, simplificando o desenvolvimento de formulários e eliminando a necessidade de configuração de servidores ou lógica de back-end complexa (FORMSUBMIT, 2025).

A API Google Maps, foi incorporada a este projeto para fornecer a localização dos ecopontos registrados na aplicação. Essa API oferece diversos recursos baseados em localização para aplicativos web e móveis, como mapas interativos, serviços de geolocalização e cálculo de rotas, tornando a experiência do usuário mais intuitiva e funcional (GOOGLE, 2025).

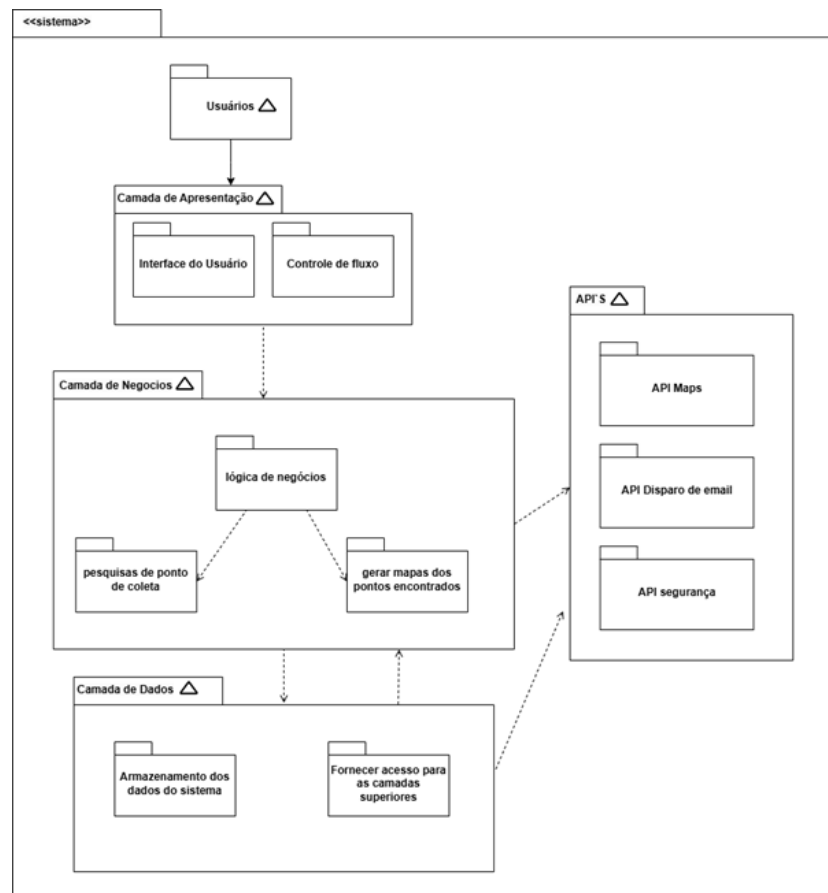
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Arquitetura do Software

O diagrama de componentes apresentado na Figura 1 representa o comportamento e as interações entre as diferentes camadas do software, desempenhando um papel crucial na interpretação abrangente da documentação. Ele contribui para a compreensão dos componentes do sistema e de suas interações, oferecendo uma visão lógica que permite identificar os

elementos de software que o sistema deve conter, bem como a maneira como esses elementos se relacionam entre si (DA SILVA, 2017).

Figura 1- Diagrama de componentes.



Fonte: Os autores, (2025).

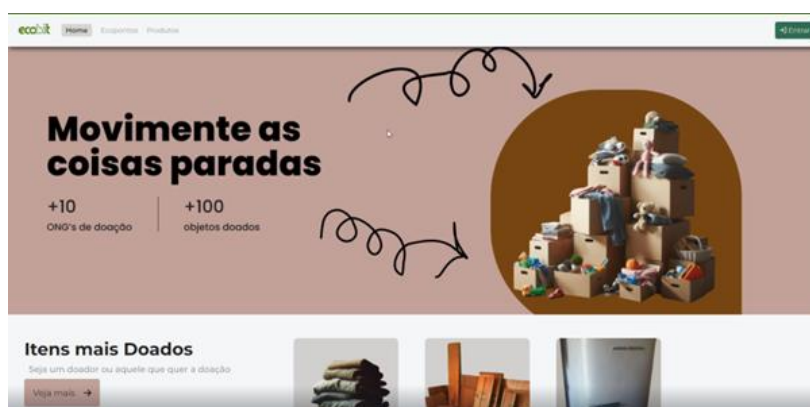
O software foi desenvolvido com uma arquitetura de três camadas: apresentação, negócios e dados. A camada de apresentação lida com a interação do usuário, enquanto a camada de negócios gerencia a lógica do sistema, como pesquisa e mapeamento de pontos de coleta. A camada de dados armazena informações e garante acesso eficiente. A arquitetura inclui componentes como banco de dados, servidor web e aplicativo web, além de APIs (como a do Maps, segurança e disparos de e-mails) para melhorar a funcionalidade. Essa estrutura proporciona escalabilidade, organização e confiabilidade.

4.2 Interface do sistema

Durante os testes com potenciais usuários, a proposta foi elogiada e foram recebidas sugestões para o desenvolvimento de futuras funcionalidades. A interface intuitiva e amigável é resultado de um design cuidadoso e planejado. Além disso, todo o processo de desenvolvimento foi pautado nas boas práticas de programação e arquitetura de software, resultando em um sistema eficiente e alinhado às necessidades dos usuários.

Conforme ilustrado na Figura 2, as telas foram projetadas com grande atenção aos detalhes para oferecer uma experiência de usuário amigável, informativa e intuitiva, priorizando a usabilidade. O layout foi pensado para ser limpo e visualmente agradável, com espaços em branco estrategicamente posicionados para criar um design arejado e convidativo. A hierarquia visual é bem definida, destacando a mensagem principal e guiando o olhar do usuário de maneira natural pelos elementos essenciais da página.

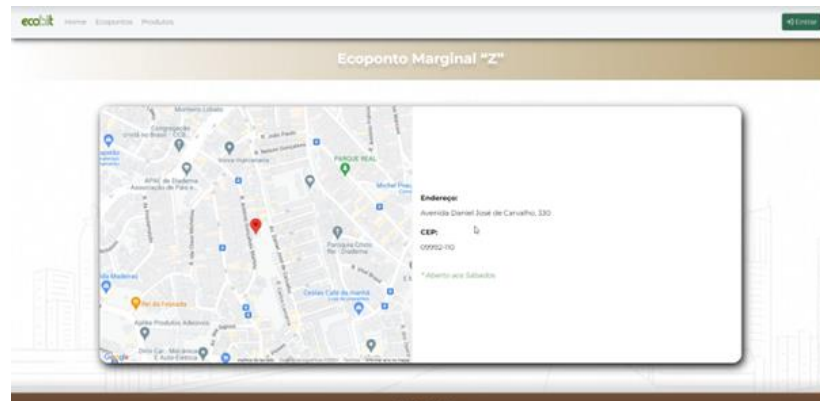
Figura 2 –Tela inicial do Ecobit.



Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

A aplicação proporcionou acessibilidade às informações sobre reciclagem no município de Diadema, tendo a geolocalização dos pontos de coleta como um papel importante. Por meio da API do Google Maps, os usuários puderam encontrar rapidamente locais próximos para descarte de materiais recicláveis, conforme pode ser visto na Figura 3.

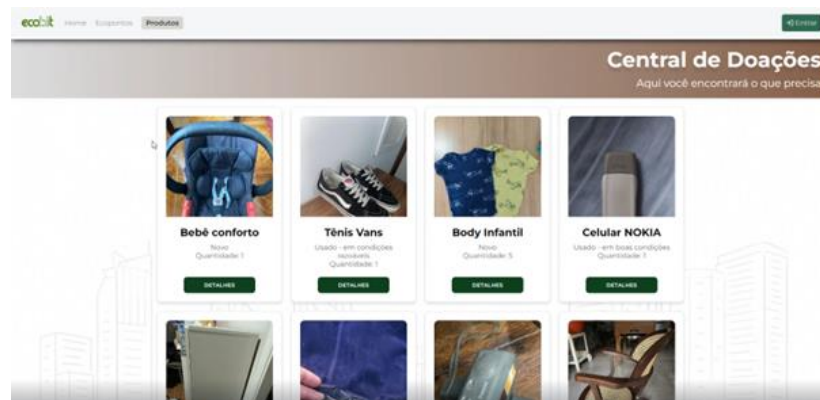
Figura 3– Geolocalização do ponto de coleta.



Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

O marketplace de doações sustentáveis foi uma das funcionalidades que mais geraram interesse na comunidade, conforme apresentado na Figura 4. Essa funcionalidade permitiu que materiais recicláveis e reutilizáveis, que de outra forma poderiam ser descartados inadequadamente, fossem direcionados para indivíduos ou organizações que pudessem utilizá-los, contribuindo para a redução de desperdícios e promovendo uma economia circular.

Figura 4— Página do marketplace de doações.



Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

Os resultados obtidos por meio de testes de usabilidade indicaram a eficácia da interface intuitiva e de fácil uso da plataforma, facilitando a interação com o sistema. Além disso, a integração do marketplace com os pontos de coleta gerou grande interesse na comunidade, mostrando que a plataforma foi bem recebida e que há uma demanda por soluções digitais que promovam a sustentabilidade e o reaproveitamento de materiais.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A plataforma ECOBIT mostrou-se eficiente para promover a coleta seletiva, a sustentabilidade e a economia circular. Por meio da integração de tecnologias de geolocalização e armazenamento de dados, os usuários podem localizar facilmente pontos de coleta e acessar informações sobre reciclagem. Além disso, o marketplace de doações teve um papel importante no projeto, oferecendo uma alternativa para o descarte responsável e incentivando o reaproveitamento de materiais, contribuindo para a reeducação sobre o desperdício.

O ECOBIT, inicialmente implementado em Diadema, possui grande potencial de expansão para outras regiões do Brasil, podendo trazer benefícios para as comunidades em diferentes contextos urbanos. O projeto se destaca como uma solução digital viável, que promove sustentabilidade e reaproveitamento de materiais, com perspectivas de evolução como a criação de um aplicativo móvel, integração de inteligência artificial para análise de feedbacks, implementação de um chatbot para navegação na plataforma e migração para um ambiente de containers com Docker em nuvem. Além disso, a incorporação de métricas permitirá avaliar o impacto ambiental, enquanto funcionalidades como educação ambiental digital e incentivos à reciclagem fortalecerão a adesão e o impacto social do projeto.

REFERÊNCIAS

AGGARWAL, Sanchit et al. **Modern web-development using reactjs. International Journal of Recent Research Aspects**, v. 5, n. 1, p. 133-137, 2018. Disponível em: <<https://ijrra.net/Vol5issue1/IJRA-05-01-27.pdf>>. Acesso em 12 mar. 2025.

ARIAS, Dan (2021). **Hashing in Action: Understanding bcrypt**. Disponível em: <<https://auth0.com/blog/hashing-in-action-understanding-bcrypt/#What-is--bcrypt-->>. Acesso em: 18 mar. 2025.

ATHIE, Sofia do Amaral. **Moda, sustentabilidade e economia circular: um plano de ação no âmbito do “Blue Circular Post branding Project”**. 2022. Tese de Doutorado. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/entities/publication/c83e6ec0-b744-4d03-bfe4-6a57525ee8be>>. Acesso em 13 mar. 2025.

BERENGUEL, André Luiz Amorim et al. **Arquitetura AAA em sistemas Web baseados em REST**. 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Marcia-Souza-8/publication/261539350_GLOBAL_SCIENCE_AND_TECHNOLOGY_ISSN_1984_-3801_ARQUITETURA_AAA_EM_SISTEMAS_WEB_BASEADOS_EM_REST/links/00b7d53484037caf7d000000/GLOBAL-SCIENCE-AND-TECHNOLOGY-ISSN-1984-3801-ARQUITETURA-AAA-EM-SISTEMAS-WEB-BASEADOS-EM-REST.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2025.



BEZERRA, Eduardo. **Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015

CIVIL, Casa. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. **Institui a política nacional de resíduos sólidos**, 2010. Disponível em: <https://www.ecodesenvolvimento.org/biblioteca/documentos/politica-nacional-de-residuos-solidos/attachment_download/arquivo.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2024.

DA CONCEIÇÃO, Melissa Tidori; PINTO, Giuliano Scombatti. **ARQUITETURA DE MICROSERVIÇOS**. Revista Interface Tecnológica, v. 18, n. 2, p. 53-64, 2021. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1186/669>>. Acesso em 01 mar. 2025.

DA SILVA, Rogério Oliveira; MARTINS, Bonny Rodrigues; DINIZ, Walisson Gama. **A complexibilidade da UML e seus diagramas**. Tecnologias em Projeção, v. 8, n. 1, p. 86-99, 2017. Disponível em: <<https://projecaociencia.com.br/index.php/Projecao4/article/view/825/727>>. Acesso em: 2 mar. 2025.

DE OLIVEIRA, Toledo Matheus; FRANÇA, Gabriel Marques; ARAÚJO, Marco Antônio Pereira. **Desenvolvimento ágil de aplicações com React e Java-Foster Pet**. ANALECTA-Centro Universitário Academia, v. 7, n. 2, 2022. Disponível em: <<https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/ANL/article/view/3112>>. Acesso em: 2 fev. 2025.

FORMSUBMIT. **Easy form submission service. FormSubmit**, 2025. Disponível em: <<https://formsubmit.co/>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

FRAMEWORK, Spring. Spring framework. v. 3, p. 34, 2018. Disponível em: <<https://spring.io/>>. Acesso em: 02 fev. 2025.

GOOGLE. Google Maps Platform. Google, n.d. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

JERONIMO, Guilherme Junqueira; FERREIRA, Deusmaque Carneiro; DA LUZ, Mário Sérgio. **Dimensionamento de ecopontos para os resíduos recicláveis secos em Uberaba-MG**. Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação, v. 4, n. 1, p. 61-70, 2019. Disponível em: <<https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/rbcti/article/view/3390/3549>>. Acesso em: 27 mar. 2025

LANA, Thainá. **Região coleta 6.500 toneladas de recicláveis no primeiro trimestre**. Diário do Grande Abc, Abc Paulista. Disponível em: <<https://www.dgabc.com.br/Noticia/3958982/regiao-coleta-6-500-toneladas-de-reciclaveis-no-primeiro-trimestre>>. Acesso em: 13 mar. 2025.



MACARTHUR, F. E. **Towards the Circular Economy: An economic and business rationale for an accelerated transition.** ed.20213 v. 1. p.7. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>> . Acesso em 13 mar. 2025.

MONGODB INC. **MongoDB Documentation.** MongoDB, 2024. Disponível em: <<https://www.mongodb.com/docs/>>. Acesso em: 18 mar. 2025.

MUSIB, Somnath. **Spring Boot in practice.** Simon and Schuster, 2022.

ONU Meio Ambiente. (2024). **Global Waste Management Outlook 2024.** Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/44939/global_waste_management_outlook_2024.pdf?sequence=3>. Acesso em: 13 mar. 2025.

Organização das Nações Unidas. (2016). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <<https://sdgs.un.org/2030agenda>>. Acesso em: 13 mar. 2025.

REACT. **Documentação oficial do React.** 2025. Disponível em: <<https://pt-br.reactjs.org/>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff. **The scrum guide: The definitive guide to scrum: The rules of the game.** (2011). Disponível em: <<https://www.scrum.org/>>. Acesso em: 01 jan. 2025.

SHARMA, S. **Mastering Microservices with Java 9 - Second Edition.** Birmingham: Packt Publishing, 2017.

Silva, F. R., Costa, A. L., & Lima, M. P. (2021). **Plataformas digitais como ferramentas para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso e propostas de melhorias.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8668393/29541>>. Acesso em: 13 mar. 2025.