ECOPOINTS BRASIL: MAPEAMENTO COLABORATIVO DE PONTOS DE COLETA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Arthur Pereira do Nascimento Silva, Arthur Pereira Novaes Silva, Daniel Ramos Tavares, Marcelo Ricardo Bueno dos Santos Pereira

Escola Máximu's/Instituto Ribeiro Goulart, R. Isac Newton, 37 - Jardim Oriental, São José dos Campos - SP, 12236-240, Brasil, arthurpnsilva12@gmail.com.

Resumo

O descarte inadequado de resíduos eletroeletrônicos constitui um problema ambiental associado ao crescimento do consumo de equipamentos e à dificuldade de localizar pontos adequados de entrega. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do EcoPoints Brasil, uma aplicação web colaborativa para cadastrar, localizar e avaliar pontos de coleta. A solução foi construída com HTML, CSS e JavaScript, utilizando Leaflet e OpenStreetMap para visualização cartográfica e Firebase Realtime Database para armazenamento dos registros. Foram realizados testes funcionais de cadastro, geocodificação de endereços, exibição de marcadores, consulta de locais e avaliação por estrelas. Os testes confirmaram o funcionamento integrado das funcionalidades previstas no protótipo. A versão atual possui acesso público, sem autenticação, aspecto tratado como limitação e requisito de evolução. Conclui-se que a aplicação oferece uma alternativa tecnológica simples para ampliar o acesso a informações de descarte e apoiar ações de educação ambiental.

Palavras-chave: Resíduos eletroeletrônicos. Sustentabilidade. Geolocalização. Logística reversa.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra - Ciência da Computação.

Introdução

O avanço tecnológico amplia o acesso a dispositivos eletrônicos, mas também acelera a geração de resíduos eletroeletrônicos. Em escala global, o crescimento desse fluxo de resíduos tem superado a capacidade de coleta e reciclagem formal, o que reforça a necessidade de ampliar mecanismos de informação e encaminhamento adequado dos materiais (UNITAR; ITU, 2024). No Brasil, a logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico é regulamentada pelo Decreto nº 10.240/2020, que estabelece responsabilidades e mecanismos para a destinação ambientalmente adequada desses produtos após o uso (Brasil, 2020).

Apesar da existência de pontos de recebimento e iniciativas de logística reversa, a informação pode permanecer dispersa entre sites institucionais, estabelecimentos e campanhas locais. Nesse contexto, soluções digitais baseadas em mapas podem aproximar os cidadãos dos locais de entrega, permitindo consulta por endereço e atualização colaborativa das informações. A utilização de tecnologias web também reduz a necessidade de instalação de aplicativos e favorece o acesso por diferentes dispositivos.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi desenvolver o EcoPoints Brasil, uma aplicação web colaborativa capaz de cadastrar pontos de coleta de resíduos eletrônicos, representar esses locais em mapa interativo, disponibilizar informações de endereço e materiais recebidos e permitir avaliações por estrelas, integrando recursos de geolocalização e armazenamento em nuvem.

Metodologia

O trabalho caracteriza-se como pesquisa aplicada, de caráter exploratório e desenvolvimento tecnológico. A condução foi organizada em quatro etapas: levantamento bibliográfico sobre resíduos eletroeletrônicos e logística reversa; definição dos requisitos funcionais; implementação da aplicação web; e testes funcionais do protótipo. A organização do desenvolvimento seguiu princípios de projeto de pesquisa aplicada e de engenharia de software, com definição prévia das funcionalidades e verificação incremental do sistema (Gil, 2017; Pressman; Maxim, 2016).

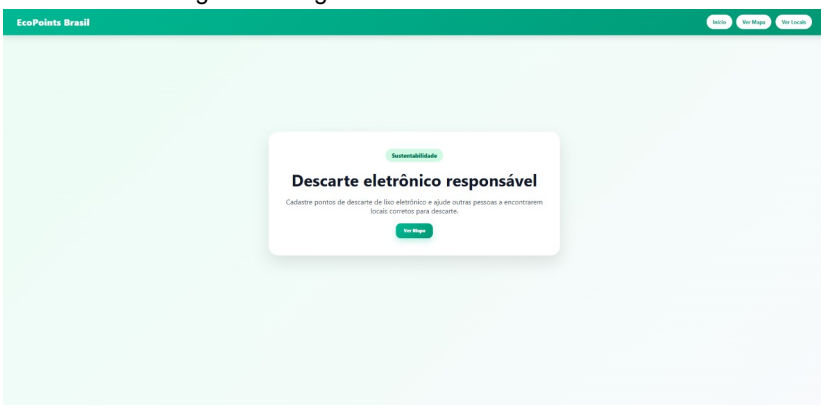
A interface foi implementada com HTML5, CSS3 e JavaScript. Para o mapa interativo foi utilizada a biblioteca Leaflet, com dados cartográficos do OpenStreetMap. O endereço informado no cadastro é convertido em coordenadas geográficas e, após a localização, o ponto é representado por marcador no mapa. O Firebase Realtime Database foi empregado para armazenar em nuvem o nome do ponto, o endereço, os materiais recebidos e os dados associados às avaliações, permitindo atualização e leitura dos registros pela aplicação.

Na versão avaliada, o acesso ao EcoPoints Brasil é público e não exige criação de conta. Esse comportamento foi adotado no protótipo para simplificar o uso e os testes das funções de consulta e colaboração. Portanto, a autenticação de usuários não faz parte da implementação atual; ela é apresentada, de forma coerente, como evolução futura para controlar ações sensíveis, como alteração ou exclusão de registros. Foram testados os fluxos de carregamento da página inicial, cadastro de ponto, persistência no banco, exibição no mapa, listagem dos locais, abertura do endereço e registro de avaliação por estrelas.

Resultados

O protótipo resultou em uma aplicação web responsiva organizada em três áreas principais: página inicial, mapa colaborativo e listagem dos locais cadastrados. A página inicial apresenta a proposta do sistema e direciona o usuário para a consulta do mapa, conforme a Figura 1.

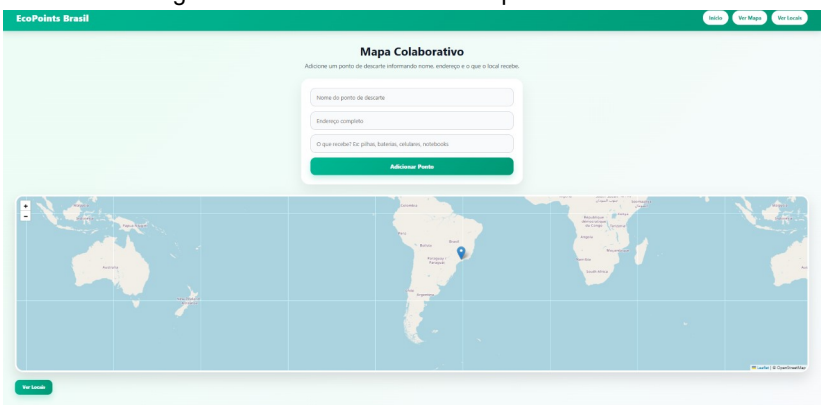
Figura 1 - Página inicial do EcoPoints Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

No módulo de mapa, o usuário informa o nome do ponto, o endereço completo e os materiais aceitos. Após o cadastro, a aplicação registra os dados e posiciona o ponto no mapa, permitindo consulta compartilhada das informações, como apresentado na Figura 2.

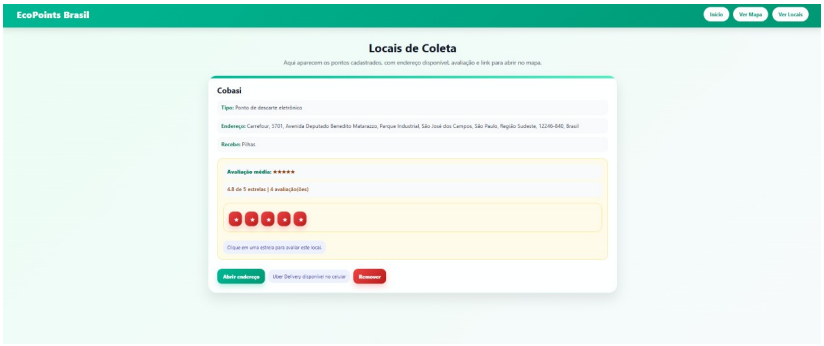
Figura 2 - Tela de cadastro e mapa colaborativo.



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

A listagem de locais reúne as informações cadastradas e disponibiliza a avaliação por estrelas. Nos testes funcionais executados, os registros foram salvos e recuperados pelo banco de dados em tempo real, os marcadores foram exibidos no mapa e as avaliações foram associadas aos respectivos locais. A Figura 3 apresenta a tela de consulta de um ponto cadastrado e seu componente de avaliação.

Figura 3 - Consulta de local cadastrado e sistema de avaliação.



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Os testes realizados tiveram natureza funcional e verificaram o comportamento das rotinas previstas no protótipo. Não foram conduzidos ensaios com amostra populacional nem avaliação longitudinal de usabilidade; por esse motivo, os resultados permitem afirmar o funcionamento das funções implementadas, mas não mensurar, nesta etapa, a adesão de usuários ou o impacto ambiental efetivo da plataforma.

Discussão

Os resultados indicam que a combinação de uma interface web, mapa interativo e banco de dados em tempo real é tecnicamente adequada ao propósito de centralizar informações sobre pontos de descarte. A visualização cartográfica reduz a dependência de listas textuais e torna mais direta a identificação espacial dos locais, enquanto a arquitetura web dispensa instalação e amplia a compatibilidade com computadores e dispositivos móveis.

A proposta também se relaciona aos objetivos da logística reversa ao facilitar a localização de canais de entrega de produtos eletroeletrônicos após o uso. Entretanto, a utilidade prática do sistema depende da qualidade e da atualização dos dados cadastrados. Em uma plataforma colaborativa, registros duplicados, endereços incorretos ou exclusões indevidas podem comprometer a confiabilidade das informações. Por isso, a ausência de autenticação na versão atual deve ser entendida como uma limitação do protótipo, e não como uma funcionalidade definitiva.

Como continuidade, recomenda-se implementar autenticação, perfis de usuário e mecanismos de moderação, além de validação de pontos, filtros por tipo de material, inclusão de fotografias e painel administrativo. Também são indicados testes de usabilidade com usuários e validação em contexto real de uso, de modo a produzir evidências quantitativas sobre facilidade de uso, precisão dos registros e contribuição para o encaminhamento adequado de resíduos.

Conclusão

O desenvolvimento do EcoPoints Brasil atingiu o objetivo de produzir um protótipo web colaborativo para cadastro, localização e avaliação de pontos de coleta de resíduos eletrônicos. A integração entre HTML, CSS, JavaScript, Leaflet, OpenStreetMap e Firebase possibilitou implementar os fluxos de cadastro, persistência, visualização cartográfica, consulta e avaliação previstos para esta etapa. Os testes funcionais confirmaram a integração dessas funções, sem que se extrapolem os resultados para desempenho de uso em larga escala.

A versão atual adota acesso público sem autenticação, decisão adequada ao estágio de prototipagem, porém limitada para uma implantação aberta. Como evolução, a inclusão de autenticação, moderação, validação de pontos e testes com usuários poderá aumentar a confiabilidade e fornecer evidências sobre a efetividade da solução em situações reais. Assim, o projeto estabelece uma base funcional para ações digitais de educação ambiental e apoio à logística reversa.

Referências

BRASIL. Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta a implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10240.htm. Acesso em: 1 out. 2026.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. Engenharia de software: uma abordagem profissional. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

UNITAR; ITU. The Global E-waste Monitor 2024. Geneva: International Telecommunication Union; Bonn: United Nations Institute for Training and Research, 2024. Disponível em: https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/. Acesso em: 1 out. 2026.

Agradecimentos

Agradecemos à Escola Máximu's/Instituto Ribeiro Goulart pelo apoio institucional e pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento deste trabalho. Agradecemos aos professores Bruno Michel Pera e Taynara Carvalho pela orientação, pelo acompanhamento e pelas contribuições ao longo das etapas de desenvolvimento do projeto.