

Como otimizar a coleta e a destinação de resíduos sólidos recicláveis por meio de um aplicativo

Isabela da Silva Ferreira, João Carlos Barsanelli, Adriana Regina Generoso, Carlos Magnus Carlson Filho

e-mail: isa.belasf@hotmail.com; joaocarlosbll@gmail.com;
adriana.generoso@fatec.sp.gov.br; carlos.carlson@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto

Resumo: Atualmente, com o crescente impacto ambiental que o mundo enfrenta, ocasionado pelo descarte incorreto de resíduos sólidos devido à falta de conscientização, muito se tem discutido a importância da sustentabilidade. Mediante a este problema, o presente trabalho tem por finalidade apresentar um protótipo que viabiliza o desenvolvimento de um aplicativo que possibilita a destinação correta de resíduos sólidos em ecopontos que visa promover a reciclagem por meio de uma interface intuitiva e interativa, sendo possível identificar e localizar facilmente pontos de coleta de resíduos, aprender sobre os tipos de materiais para conscientizar e estimular práticas sustentáveis em prol ao meio ambiente.

Palavras-chave: protótipo; sustentabilidade; reciclagem; descarte de resíduos.

Abstract: *Currently, with the growing environmental impact that the world faces, caused by the incorrect disposal of solid waste due to a lack of awareness, the importance of sustainability has been discussed a lot. Given this problem, the purpose of this work is to present a prototype that enables the development of an application that enables the correct disposal of solid waste in recycling bins that aims to promote recycling through an intuitive and interactive interface, making it possible to identify and easily locate waste collection points, learn about the types of materials to raise awareness and encourage sustainable practices for the environment.*

Keywords: *prototype; sustainability; recycling; waste disposal.*

1. INTRODUÇÃO

Entende-se por resíduo sólido todo material descartado que não possui mais finalidade de uso. Esses resíduos são resultantes de atividades comerciais, hospitalares, domésticas, industriais, agrícola e entre outros. A classificação é dividida em dois grupos: perigosos e não perigosos, podendo o último grupo ser subdividido em não inerte e inerte (Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.)

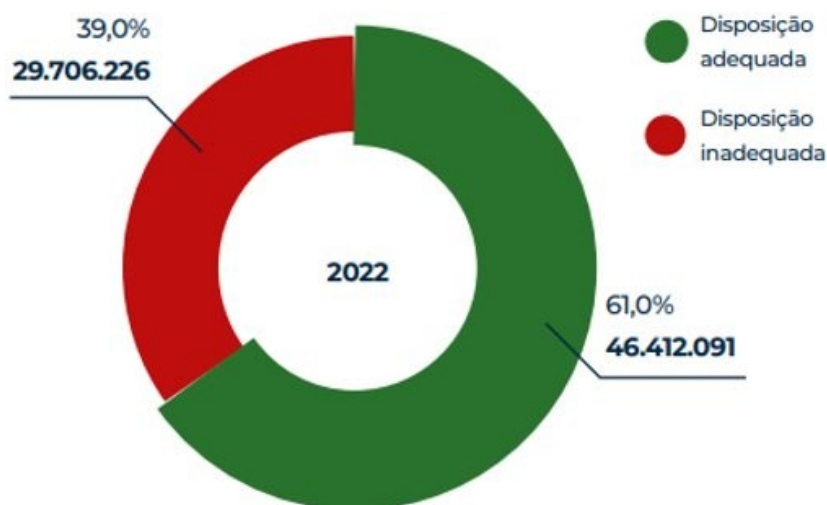
Diante da preocupação da gestão incorreta dos resíduos sólidos, foi implementado no Brasil, em agosto de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída através da Lei nº 12.305. O objetivo é determinar que tanto o setor privado quanto público evitem que os resíduos provenientes das entidades sejam destinados de forma incorreta aos aterros sanitários. Além disto, uma das principais propostas é responsabilizar a instituição ou pessoa física que gera resíduo sólido pela destinação adequada destes resíduos.

Conforme o Artigo 9 da Lei nº 12.305/2010: "Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos."

Apesar da implementação da lei há 13 anos, a gestão adequada dos resíduos sólidos ainda é um problema para o Brasil. Durante o ano de 2022, a geração de resíduos sólidos no Brasil totalizou aproximadamente 81,8 milhões de toneladas, equivalendo a 1,043 kg de resíduos por brasileiro diariamente (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2022)

A Figura 1 apresenta o comparativo entre a disposição final adequada e inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil em 2022:

Figura 1. Disposição final adequada x inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil em 2022.

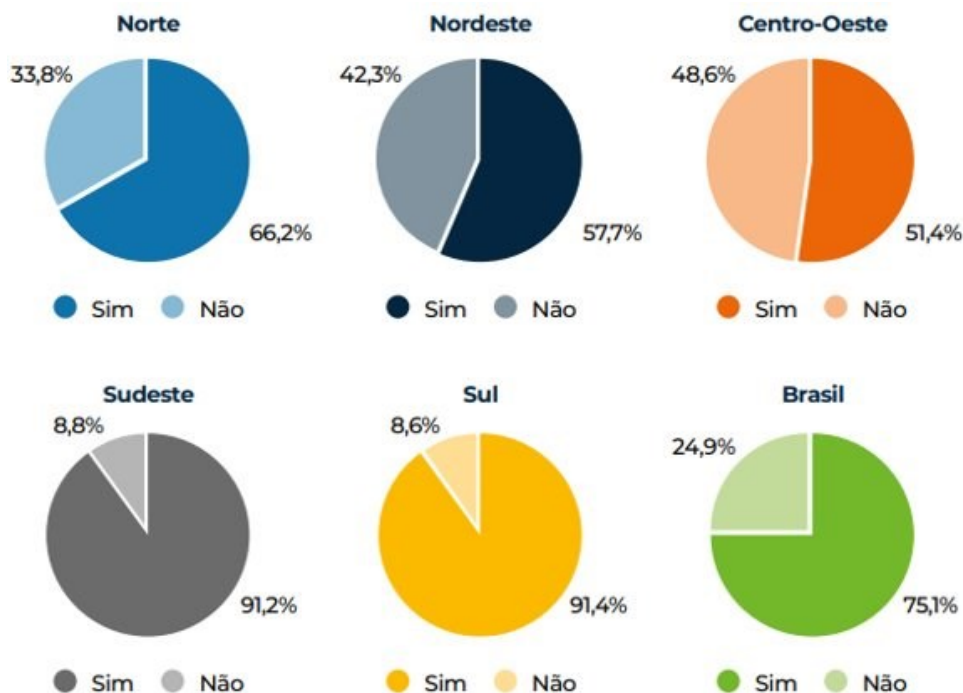


Fonte: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2022.

Através do manuseio correto dos resíduos, por meio de coletas seletivas, é possível realizar a destinação correta de grandes volumes. Porém, segundo o panorama realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, referente a 2022, somente 75,1% do total de municípios apresentam algum programa de coleta seletiva.

A Figura 2 apresenta a distribuição percentual dos municípios com iniciativas de coleta seletiva no Brasil e regiões em 2021:

Figura 2. Distribuição percentual dos municípios com iniciativas de coleta seletiva no Brasil e regiões em 2021.



Fonte: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2022.

Esta coleta pode ser feita por caminhões específicos que recolhem o material reciclável separado em bairros residenciais e também pode ser realizada através da entrega voluntária em pontos de coleta seletiva, também conhecidos como Ecopontos. No entanto, apesar das diversas opções disponíveis, a logística reversa de resíduos sólidos ainda é um desafio a ser superado e uma parte deste desafio trata-se criar possibilidades que liguem o gerador de resíduos às instituições ou locais que irão encaminhar estes resíduos para uma destinação mais nobre e ambientalmente correta.

Uma das formas de melhorar a logística reversa é a criação de estratégias para otimizar a destinação correta, dentre as quais podemos citar a criação de aplicativos que podem ajudar a facilitar o encontro entre o gerador de resíduos recicláveis e o receptor que irá determinar a destinação final adequada.

Diante dos fatos mencionados, o presente artigo tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de um aplicativo denominado Eco Cidadão para dispositivos móveis cujo intuito é promover a reciclagem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Reciclagem de resíduos sólidos

No conceito popular, reciclar é o processo de reaproveitamento de resíduos sólidos descartados (oriundos de diversas atividades), que visa transformá-los em novos materiais a fim de promover a reutilização e preservar recursos naturais.

Através da coleta seletiva e pontos de coleta, também conhecidos como Ecopontos, é possível realizar o descarte correto. A princípio, é necessário identificar se o produto é reciclável através do símbolo internacional da reciclagem presente na embalagem. Alguns

materiais que podem ser reciclados: latas de bebidas e de alimentos, revistas, folhas de caderno, caixas, papelão, ferragens, garrafas, copos, embalagens Pet, sacos/sacolas, entre outros.

A prática da reciclagem é de extrema importância para amenizar os danos causados pelo aumento gradativo da produção de resíduos, como a poluição, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa, para assim manter o meio ambiente sustentável.

2.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos

Devido ao crescente número de aterros sanitários causados pela destinação incorreta dos resíduos sólidos no Brasil, instaurou-se em agosto de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305.

Segundo a legislação, são responsáveis pela geração de resíduos todos os que fazem parte do ciclo de vida de um produto, ou seja, desde a criação, o consumo e o descarte (BRASIL, 2010)

Os geradores de resíduos são incentivados a adotar práticas que visem a redução na geração de resíduos, promovendo o consumo consciente e evitando o desperdício. As empresas são estimuladas a repensar seus processos de produção, tornando-os mais sustentáveis. Isso envolve a adoção de materiais recicláveis, a redução do uso de embalagens excessivas e a implementação de programas de logística reversa, que criam um ciclo de vida mais completo para seus produtos. Os governos municipais e estaduais devem promover a coleta seletiva, a destinação adequada dos resíduos e campanhas de conscientização para incentivar a população a participar ativamente da gestão adequada dos resíduos (BRASIL, 2010)

Além disso, a PNRS estabelece uma hierarquia na gestão de resíduos que prioriza a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e a disposição final adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010), essa hierarquia serve como um guia para orientar as ações e políticas públicas, reduzindo o impacto ambiental e os custos associados ao tratamento e disposição de resíduos.

2.3 Eficiência de Recursos e a Economia Circular

O modelo econômico linear enfrenta desafios significativos, incluindo danos ambientais e a escassez de recursos naturais. Diante dessa realidade, a transição para um sistema circular, onde produtos e recursos são recuperados e mantidos em uso pelo maior tempo possível, torna-se imperativa. Nesse contexto, o setor de resíduos desempenha um papel central ao fornecer recursos e materiais recuperados para a economia circular, colaborando com outros elos da cadeia de valor para promover a prevenção, redução e reutilização de resíduos (The International Solid Waste Association, 2022)

No entanto, o setor de fabricação de resíduos enfrenta desafios tecnológicos. A eficiência sustentável dos recursos e abordagens circulares exigem não apenas a eliminação gradual de substâncias perigosas, mas também a introdução responsável de novos materiais nos processos de fabricação. A tecnologia desempenha um papel crucial na busca por soluções, permitindo a substituição de substâncias indesejadas durante a produção e a identificação dessas substâncias no final da vida útil de produtos e materiais. Além disso, a economia circular depende não apenas de uma definição universal do conceito, mas também da criação de mercados funcionais para materiais reciclados. Nesse sentido, decisões políticas e instrumentos econômicos têm o potencial de alavancar a tecnologia para criar mercados sólidos e impulsionar a circularidade, enquanto a gestão eficaz de resíduos desempenha um papel fundamental em

todas as fases, desde a concepção até a transformação de resíduos em novos materiais e combustíveis (The International Solid Waste Association, 2022)

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do protótipo do aplicativo, foi utilizado dados fornecidos pelo site da empresa Poty Ambiental. Esses dados são essenciais para mapear e plotar os ecopontos na microrregião de São José do Rio Preto, garantindo informações atualizadas aos usuários. A colaboração com a empresa do setor ambiental da região ampliará a abordagem na promoção da economia circular e na conscientização ambiental. Importante salientar que uma parte da população em geral nesta microrregião já realiza a logística reversa facilitada pela empresa. No entanto as pessoas nem sempre entendem como isto pode ser feito ou onde levar, além de que algumas nem sabem que esta entrega de embalagens vazias é importante e possível. O aplicativo irá preencher uma grande parte desta lacuna acima descrita.

No início do processo de desenvolvimento, realizamos pesquisas na internet, com o objetivo de analisar trabalhos de conclusão de curso e aplicativos similares relacionados ao tema do nosso projeto. Essa pesquisa foi fundamental para embasar as justificativas do nosso trabalho e estabelecer a relevância do tema.

A seguir, para a criação do protótipo do aplicativo Eco Cidadão, utilizamos a ferramenta Figma. Essa escolha se baseou na capacidade de proporcionar uma interface intuitiva e interativa, fundamental para a usabilidade do aplicativo, possibilitando esboçar visualmente como seriam as telas.

O protótipo também oferece informações sobre os tipos de materiais que podem ser reciclados. Criamos seções educativas sobre os tipos de materiais recicláveis, contribuindo para a conscientização dos usuários.

3.1. Levantamento de Dados e Ecopontos

Coleta de informações disponibilizadas pela empresa Poty Ambiental sobre a localização e características dos ecopontos existentes em diferentes municípios. Identificação dos tipos de resíduos sólidos recicláveis aceitos em cada ecoponto. Levantamento de informações sobre as práticas de economia circular já adotadas pela empresa.

3.2. Mapeamento dos Ecopontos

Integração ao Google Maps para uso da geolocalização para mapear os ecopontos. Desenvolvimento de uma interface de usuário amigável para permitir que os usuários localizem e acessem informações sobre os ecopontos em suas cidades.

3.3. Implementação da Economia Circular

Identificação de práticas de economia circular que podem ser promovidas por meio do aplicativo, como incentivos à reciclagem e reutilização de materiais junto a empresas do setor.

4. TRABALHOS SIMILARES

4.1 Cataki: Aplicativo de celular desenvolvido pela organização não governamental Pimp My Carroça, o aplicativo conta com uma proposta similar, possibilitando a identificação de pontos de coleta disponíveis no mapa para o recebimento dos resíduos recicláveis, e também ajuda a encontrar catadores para realizar a coleta de qualquer tipo de material reciclável.

4.2 Recicla Aí: Aplicativo para celular desenvolvido pela empresa startup brasileira Biente Soluções Tecnológicas e Inovação que possui uma finalidade similar ao Cataki, onde é possível cadastrar endereços e agendar coletas, que serão realizadas por empresa parceira, e também ganhar pontos pelos resíduos recolhidos, estes pontos podem ser trocados por produtos ou descontos em estabelecimentos.

4.3 EcoSnap: Informa como e onde reciclar seus itens a partir de uma simples imagem, com conselhos adaptados à sua localização. Com o aplicativo, os usuários podem tirar uma foto ou fazer o upload do código de identificação de um objeto plástico. O aplicativo utiliza a inteligência artificial (IA) para identificar o item e fornece orientações sobre como descartá-lo adequadamente. Além disso, o aplicativo permite que os usuários acompanhem a quantidade de itens plásticos que reciclaram.

4.4 Recycler: Um Aplicativo Móvel Colaborativo para Reciclagem de Materiais: Sua proposta é conectar coletores de materiais recicláveis a pessoas que querem descartá-los. Oferecendo aos coletores de recicláveis a possibilidade de combinarem coletas em locais específicos disponibilizados por outros usuários.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Layout das Telas

Nas telas introdutórias (Figura 3), são apresentadas de forma resumida o que o aplicativo oferece, com frases de incentivo a reciclagem e funcionalidades.

Figura 3. TELAS INTRODUTÓRIA – Protótipo Eco Cidadão.

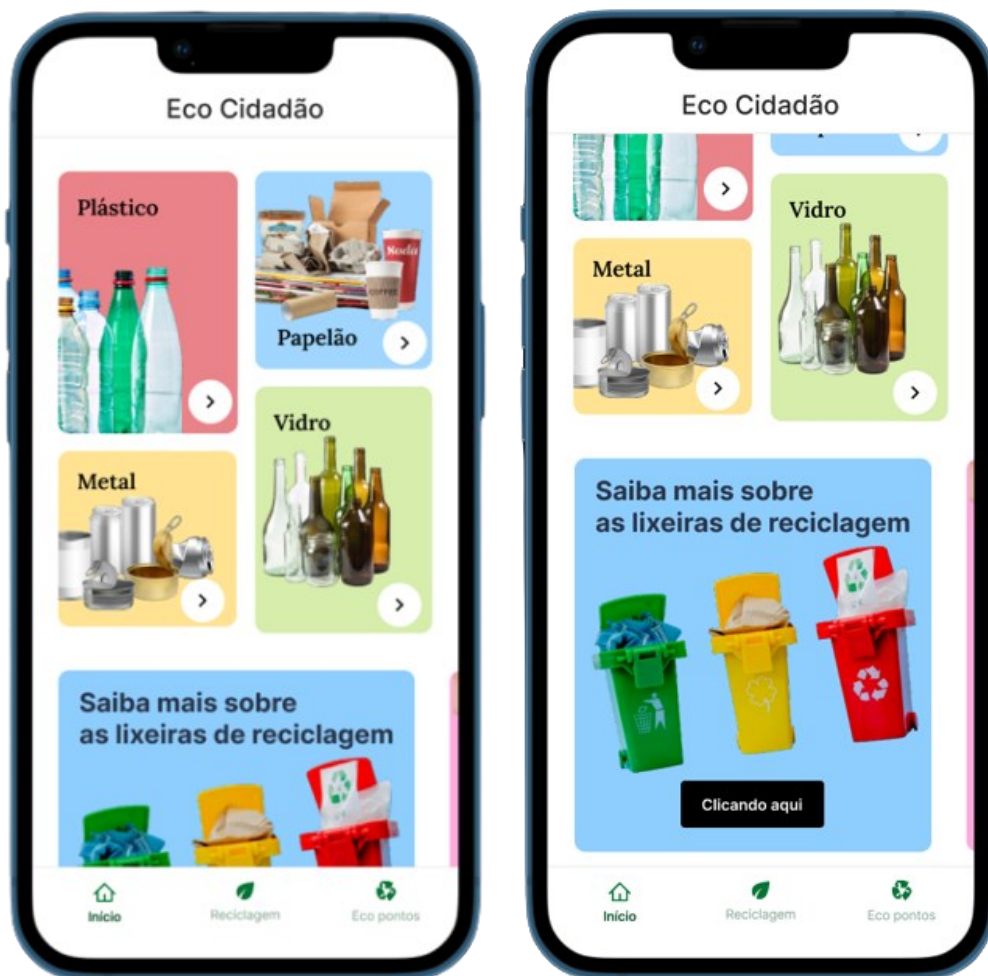


Fonte: Elaborado pelos autores

Ao clicar no botão “Vamos Começar” (Figura 3), o usuário é direcionado para a tela inicial (Figura 4), onde é exibido alguns cards que contém os principais materiais recicláveis: plástico, papelão, metal e vidro. Logo abaixo há uma seção educativa sobre as lixeiras de reciclagem.

A navegação pelo aplicativo pode ser feita por meio dos botões inferiores: “Início”, “Reciclagem” e “Eco pontos”.

Figura 4. TELA DE INÍCIO – Protótipo Eco Cidadão.



Fonte: Elaborado pelos autores

Na opção Reciclagem (Figura 5), são apresentados os tipos de materiais recicláveis.

Figura 5. TELA RECICLAGEM– Protótipo Eco Cidadão.



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao clicar em um tipo de material, o usuário é direcionado para uma tela informativa (Figura 6). Nesta tela, são apresentadas as categorias recicláveis do material selecionado.

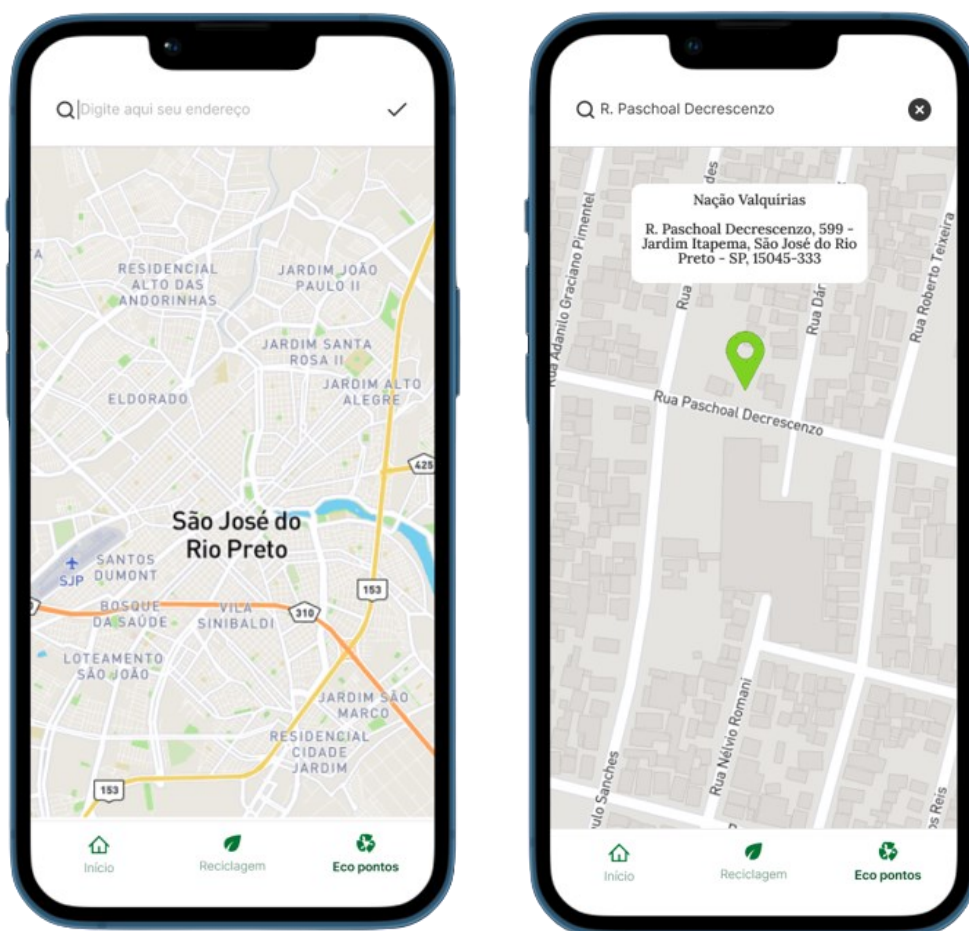
Figura 6. TELA INFORMATIVA – Protótipo Eco Cidadão.



Fonte: Elaborado pelos autores

Na navegação Eco Pontos (Figura 7), é possível visualizar os pontos de descarte próximos a localização inserida na barra de pesquisa.

Figura 7. TELA ECO PONTOS – Protótipo Eco Cidadão.



Fonte: Elaborado pelos autores

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que, os aplicativos em geral desempenham um papel fundamental para facilitar o descarte correto de resíduos sólidos, podendo contribuir de maneira significativa para o avanço e melhoria da logística reversa de resíduos sólidos recicláveis.

O aplicativo proposto, destinado à microrregião de São José do Rio Preto, atende de maneira integral às necessidades de organização e otimização da logística reversa de resíduos sólidos recicláveis. Sua interface amigável e funcionalidades abrangentes, como o mapeamento de ecopontos, informações sobre materiais recicláveis e pontuação para incentivar a participação o tornam uma ferramenta essencial para a comunidade.

Sugere-se o desenvolvimento e implementação do aplicativo proposto, uma vez que sua demanda está fundamentada na real necessidade de aprimoramento dos sistemas de descarte e destinação de resíduos sólidos. O impacto positivo desse aplicativo se reflete não apenas na eficiência da logística reversa, mas também na conscientização e participação da comunidade em práticas sustentáveis de gestão de resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2022**. 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 11 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.** Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 04/09/2023.

BRASIL. **Assembleia Legislativa**. Constituição (2010). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 18 set. 2023.

CATAKI. Disponível em: <https://www.cataki.org/>. Acesso em: 24 ago. 2023.

ECOPONTOS. Elaborado por Poty Ambiental. Disponível em: <https://potyambiental.com.br/logistica-reversa/ecopontos/>. Acesso em: 22 ago. 2023.

FIGMA. Desenvolvido por Figma, Inc. Disponível em: <https://www.figma.com/>. Acesso em: 22 ago. 2023.

FERREIRA, Gabriel de Lira; SAMBINELLI, Fernando. **Recycler: Um Aplicativo Móvel Colaborativo para Reciclagem de Materiais**. 2017. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Hortolândia, 2017. Disponível em: https://hto.ifsp.edu.br/portal/images/thumbnails/images/IFSP/Cursos/Coord_ADS/Arquivos/TCCs/2017/TCC_Gabriel_de_Lira_Ferreira_A1420607.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

LEO; X, Alyssa. **EcoSnap: Recycle your plastic better with Artificial Intelligence**. 2022. Disponível em: <https://ecosnap.vercel.app/>. Acesso em: 24 ago. 2023.

RECICLA Aí. Elaborada por Biente Soluções Tecnológicas e Inovação. Disponível em: <https://www.reciclaai.com/>. Acesso em: 24 ago. 2023.

SDK do Maps para Android. Desenvolvido por Google. Disponível em: <https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk?hl=pt-br>. Acesso em: 22 ago. 2023.

THE INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION. **O Futuro do Setor de Gestão de Resíduos: Tendências, Oportunidades e Desafios para a Década**. 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/o-futuro-do-setor-de-gestao-de-residuos/>. Acesso em: 21 set. 2023.