

Re-USE: Aplicativo Colaborativo para Reciclagem Consciente com Doações de Resíduos Reutilizáveis e Denúncias Ambientais

Anonymous

Abstract—In Brazil, approximately 82.5 million tons of solid waste are generated annually, with less than 4% of this total being recycled. The improper disposal of solid waste and the need for effective recycling practices are growing challenges. This project aims to develop a mobile application that addresses these issues through three main modules. The first module is designed for individuals, allowing them to register items for recycling, providing information about quantity, address, and collection priority. The second module is focused on companies, enabling the donation of reusable waste, such as construction materials, promoting reuse and responsible waste management. The third module allows the anonymous posting of reports on illegal waste disposal in inappropriate locations, such as open dumps, where users can capture photos, mark the location, and notify the relevant authorities. The application is expected to facilitate waste management, promote recycling, and contribute to environmental awareness, offering a practical and integrated solution for the community.

Keywords—Recycling; Environmental reporting; Mobile app.

Resumo—No Brasil, aproximadamente 82,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos são geradas anualmente, com menos de 4% desse total sendo reciclado. O descarte inadequado de resíduos sólidos e a necessidade de práticas eficazes de reciclagem são desafios crescentes. Este projeto visa desenvolver um aplicativo móvel que aborda essas questões por meio de três módulos principais. O primeiro módulo é destinado a pessoas comuns, permitindo o cadastro de itens para reciclagem, com informações sobre quantidade, endereço e prioridade de coleta. O segundo módulo é voltado para empresas, possibilitando a doação de resíduos reutilizáveis, como materiais de construção, promovendo a reutilização e a gestão responsável de resíduos. O terceiro módulo permite a postagem anônima de denúncias sobre descartes irregulares em locais inadequados, como lixões, onde o usuário pode capturar fotos, marcar a localização e notificar as autoridades competentes. Espera-se que o aplicativo facilite a gestão de resíduos, promova a reciclagem e contribua para a conscientização ambiental, oferecendo uma solução prática e integrada para a comunidade.

Palavras-chave—Reciclagem; Denúncia ambiental; Aplicativo.

I. INTRODUÇÃO

A produção gradual de resíduos em setores variados, como o setor industrial, agrícola e de serviços, apresenta problemas ambientais significativos. Esses resíduos podem variar em origem,

estado físico e composição (orgânica, inorgânica, eletrônica, nociva), que demanda de procedimentos específicos como reciclagem, incineração, compostagem e depósito em aterros sanitários [1]. O descarte indevido de resíduos é prejudicial porque polui o meio ambiente, contamina solo, água e ar, e coloca em risco a saúde pública [2], [3].

Em 2022, o Brasil gerou aproximadamente 82,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, um valor comparável ao de nações desenvolvidas. No entanto, a infraestrutura e as políticas de descarte no país ainda são precárias, comprometendo as taxas de reciclagem. A falta de infraestrutura para o recolhimento e processamento adequado dos resíduos continua sendo um grande desafio, onde apenas 4% de todo o lixo produzido foi efetivamente reciclado [4], [5].

Além disso, o setor público desempenha um papel importante nesse processo. É essencial que o governo adote práticas sustentáveis, evitando danos ambientais que muitas vezes podem ser irreversíveis. Com a sustentabilidade em destaque, o conceito de TBL (Triple Bottom Line) [6], que equilibra os aspectos econômicos, sociais e ambientais, tem se tornado parte das estratégias empresariais, promovendo a inovação e a criação de valor.

Portanto, o objetivo principal deste aplicativo em desenvolvimento é promover práticas sustentáveis por meio de uma plataforma que conecta indivíduos com resíduos recicláveis àqueles que necessitam desses materiais. O aplicativo oferece um módulo específico para empresas, permitindo que elas alinhem suas práticas de descarte com padrões sustentáveis por meio da doação de resíduos reutilizáveis. Outro diferencial é o módulo de denúncias, que permite aos usuários reportarem de forma anônima descartes em locais inadequados, como lixões a céu aberto, possibilitando a notificação das autoridades competentes e a utilização desses dados para ações corretivas.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

[7] propõe o desenvolvimento de um aplicativo móvel Android com o objetivo de facilitar o acesso a informações que incentivem o descarte correto de materiais. A aplicação

busca conscientizar os usuários sobre os impactos econômicos e sociais do descarte inadequado de lixo não reciclado, promovendo uma maior compreensão dos problemas ambientais relacionados ao lixo doméstico.

[8] desenvolveu um aplicativo móvel para residentes de Bauru-SP, focado em fornecer informações sobre dias e horários da coleta seletiva, além de conteúdo educativo sobre reciclagem. A iniciativa visou promover práticas sustentáveis de gerenciamento de resíduos e incentivar a participação ativa dos usuários na reciclagem, contribuindo para a redução da poluição e aliviando a pressão sobre os aterros sanitários.

[9] apresenta uma solução visual aplicada a objetos e produtos que funcione como um convite gráfico ao reuso. Os resultados indicaram um engajamento positivo na prática do reuso entre os participantes, que incluíam pessoas de diferentes níveis de escolaridade e profissionais da área de cognição visual, demonstrando a eficácia da proposta em estimular a adesão a práticas sustentáveis.

[10] desenvolveram um aplicativo móvel voltado para a gestão, descarte e reuso de lixo eletrônico na cidade de Dourados. A análise dos dados coletados, utilizando a técnica da análise do discurso, permitiu a identificação dos requisitos necessários para o desenvolvimento do aplicativo, que tem como objetivo facilitar o gerenciamento e o reaproveitamento de resíduos eletrônicos computacionais. Neste contexto, outros aplicativos também foram desenvolvidos [11]–[14].

Embora os trabalhos relacionados apresentados abordem aspectos importantes da gestão de resíduos e reciclagem, o aplicativo em desenvolvimento se destaca ao incluir um módulo de denúncias, que permite aos usuários reportar descarte irregular de resíduos em locais inadequados, como lixões, e um sistema de *upvote* para validar essas denúncias. Além disso, ao contrário dos aplicativos mencionados, que se concentram na conscientização e na gestão de resíduos para indivíduos, o aplicativo proposto incorpora um módulo específico para empresas. Este módulo permite às empresas, que frequentemente geram resíduos de forma regular, postem informações sobre materiais recicláveis disponíveis para doação.

III. TECNOLOGIAS, MATERIAIS E MÉTODOS

A. Fluxograma de Integração

A Figura 1 apresenta o fluxograma geral das funcionalidades disponíveis no aplicativo, mostrando como os diferentes módulos operam e interagem no sistema. O módulo de Coleta permite que usuários solicitem a coleta de materiais recicláveis, atendendo tanto a quem deseja recolher quanto a quem precisa se desfazer de itens recicláveis. O módulo de Descarte facilita o descarte consciente de materiais recicláveis, podendo ser utilizado tanto por pessoas comuns quanto por empresas, que podem disponibilizar materiais com potencial de reciclagem.

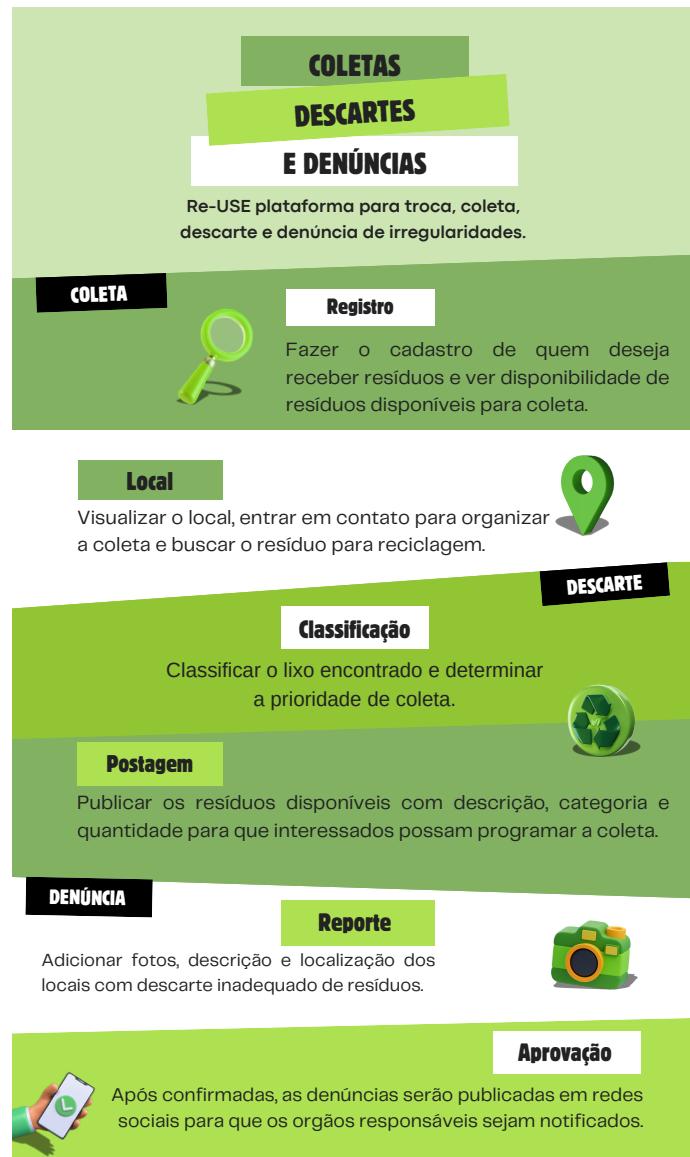


Fig. 1: Fluxograma de interação do usuário com o aplicativo, ilustrando os três módulos principais: Coleta, Descarte e Denúncia.

Por fim, o módulo de Denúncia possibilita que os usuários façam denúncias de descarte irregular de resíduos em locais inadequados de forma anônima, ajudando a preservar o meio ambiente.

B. Ferramentas de Desenvolvimento

1) *Android Studio*: Android Studio é a IDE (Integrated Development Environment) oficial para o desenvolvimento de

aplicativos Android. Ela fornece um conjunto abrangente de ferramentas que facilitam a criação, depuração e teste de aplicativos para a plataforma Android. A escolha do Android Studio se baseia em sua integração nativa com o sistema operacional Android, suporte a bibliotecas e frameworks modernos, e uma comunidade ativa de desenvolvedores.

2) *Kotlin*: Kotlin é a linguagem de programação oficial para o desenvolvimento de aplicativos Android. Além de ser altamente interoperável com Java, Kotlin oferece suporte a recursos avançados.

3) *Firebase Realtime Database*: O Firebase Realtime Database é utilizado para o armazenamento de dados em tempo real, como denúncias, itens para reciclagem e informações de usuários. Sua capacidade de sincronizar dados instantaneamente entre dispositivos diferentes contribui com que todas as informações sejam atualizadas e acessíveis para os usuários.

4) *Firebase Authentication*: O Firebase Authentication é usado para gerenciar a autenticação dos usuários. Este serviço permite que os usuários se cadastrem e façam login. Está sendo utilizando opções como e-mail/senha ou autenticação com a conta Google.

5) *Firebase Storage*: O Firebase Storage é responsável pelo armazenamento das imagens associadas às denúncias, como fotos de lixões a céu aberto e também de fotos relacionadas aos resíduos disponíveis para reciclagem.

6) *Firebase Cloud Messaging*: O Firebase Cloud Messaging é utilizado para enviar notificações em tempo real. Essas notificações informam os usuários sobre novas denúncias, atualizações nas suas próprias denúncias ou a disponibilidade de coleta de materiais recicláveis.

7) *Trello*: O Trello é utilizado para a organização das tarefas e o controle das funcionalidades do aplicativo ao longo do desenvolvimento.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, são apresentados os protótipos de algumas telas do aplicativo.

A Figura 2a apresenta a tela de Coleta ou Doação, que serve como ponto de partida para o usuário que deseja doar ou coletar itens. Nesta tela o usuário poderá cadastrar o tipo de item, quantidade, condições, local de retirada dos resíduos e inserir a localização do ponto de coleta ou doação.

A Figura 2b apresenta a tela de Denúncia onde o usuário pode reportar descarte irregular de materiais em locais inadequados, como lixões. Nesta tela, o usuário descreve o problema, indica a localização exata através do mapa integrado e, se necessário, anexa fotos ou vídeos como evidência. As denúncias serão avaliadas por outros usuários por meio de um sistema de *upvote*, semelhante ao encontrado no Stack Over-

flow¹. Esse sistema de *upvotes* ajudará a destacar as denúncias mais relevantes e tentar evitar a publicação de denúncias falsas.

A Figura 2c apresenta a tela de Pesquisa, onde o usuário pode realizar buscas utilizando palavras-chave, categorias ou localização geográfica. Filtros adicionais para coletas, denúncias ou doações permitem refinar os resultados conforme a necessidade do usuário. Os resultados da busca são exibidos em um mapa do Google Maps, com ícones distintos para representar cada tipo de informação: doações feitas por empresas, solicitações de coleta por pessoas comuns e, com um ícone de megafone na cor vermelha, os locais das denúncias publicadas.

A Figura 2d apresenta a tela de Mensagens, o espaço dedicado à comunicação entre os usuários. Através dessa tela, os usuários podem entrar em contato para combinar detalhes de doações ou tirar dúvidas sobre as postagens.

O aplicativo pode contribuir para a troca e reutilização de resíduos e facilitar a gestão desses materiais, promovendo a sustentabilidade e ajudando a reduzir o descarte inadequado. Além disso, o aplicativo inclui um módulo de denúncias que permite aos usuários reportar o descarte irregular de resíduos em locais inadequados. Esta funcionalidade contribui para a identificação e possível correção de problemas ambientais, apoiando a preservação do meio ambiente e incentivando uma maior colaboração entre os membros da comunidade.

V. CONCLUSÃO

O aplicativo em desenvolvimento promove a sustentabilidade ambiental e busca equilibrar o crescimento econômico com a proteção do meio ambiente. Empresas podem utilizar o aplicativo para postar resíduos recicláveis gerados de forma regular, facilitando a doação e o reaproveitamento desses materiais. Já os usuários comuns têm a capacidade de solicitar a coleta de produtos recicláveis em pequenas quantidades, contribuindo para um descarte mais consciente. Além disso, o aplicativo inclui um módulo de denúncias que permite aos usuários reportar o descarte irregular de materiais em locais inadequados, como lixões. Essa funcionalidade visa ajudar na identificação e possível correção de problemas ambientais.

Atualmente, o desenvolvimento do aplicativo está em andamento, com o módulo de denúncias em fase de testes. Em seguida, os outros módulos serão desenvolvidos. A partir da disponibilização do aplicativo na Google Play Store, será possível coletar *feedbacks* dos usuários para o desenvolvimento de melhorias e correções de possíveis bugs.

VI. DISPONIBILIDADE DE SOFTWARE

Uma versão do aplicativo desenvolvido, incluindo o arquivo APK para instalação, está disponível para download no Zenodo.

¹<https://stackoverflow.com/help/privileges/vote-up>

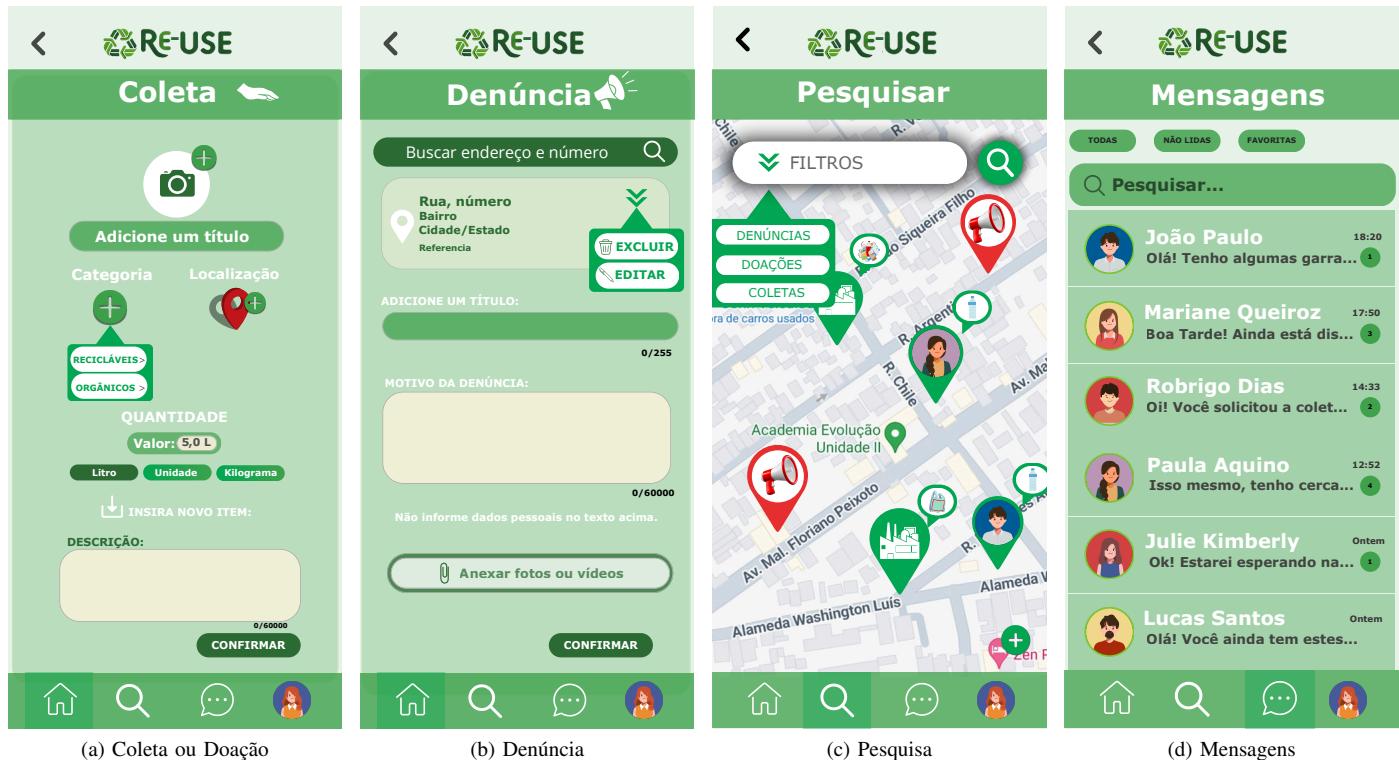


Fig. 2: Protótipo de alta fidelidade das principais telas do aplicativo.

O software pode ser acessado por meio do seguinte link: <https://zenodo.org/records/13619739>. Além disso, o aplicativo está disponível na Google Play Store em modo de teste aberto. O link para a Play Store foi omitido para preservar a integridade da revisão *double-blind* do artigo.

REFERÊNCIAS

- [1] D. Anthraper, J. McLaren, S. Baroutian, M. T. Munir, and B. R. Young, "Hydrothermal deconstruction of municipal solid waste for solid reduction and value production," *Journal of Cleaner Production*, vol. 201, pp. 812–819, 2018.
- [2] S. Mor, P. Negi, and R. Khaiwal, "Assessment of groundwater pollution by landfills in india using leachate pollution index and estimation of error," *Environmental nanotechnology, monitoring & management*, vol. 10, pp. 467–476, 2018.
- [3] J. Perez-Saez, T. Mande, J. Larsen, N. Ceperley, and A. Rinaldo, "Classification and prediction of river network ephemeral and its relevance for waterborne disease epidemiology," *Advances in Water Resources*, vol. 110, pp. 263–278, 2017.
- [4] A. B. de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), "Panorama dos resíduos sólidos no brasil 2022," *Relatório Anual*, 2023. [Online]. Available: <https://www.abrelpe.org.br/panorama/>
- [5] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), "Estatísticas do meio ambiente: gestão de resíduos sólidos 2022," *Relatório Anual*, 2022. [Online]. Available: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9050-geracao-de-residuos.html>
- [6] T. F. Slaper and T. J. Hall, "The triple bottom line: What is it and how does it work?" *Indiana business review*, vol. 86, no. 1, pp. 4–8, 2011.
- [7] F. T. P. Santos, "Desenvolvimento e uso de um aplicativo móvel como estratégia de educação ambiental."
- [8] G. Cardoso, G. N. A. d. VITA, M. A. MARQUES JUNIOR *et al.*, "Aplicativo de apoio a coleta seletiva com notificação push," 2023.
- [9] C. V. d. N. Carvalho, "Reuse: um convite ao reuso e à ressignificação de produtos e objetos em processos de descarte ou desuso," Master's thesis, Brasil, 2016.
- [10] C. Nicoletti, F. C. Murakami *et al.*, "Desenvolvimento de um aplicativo móvel para o descarte de lixo eletrônico," 2019.
- [11] B. C. d. Freitas and L. H. d. S. M. Xavier, "Minerare: aplicativo mobile para reciclagem de resíduos eletroeletrônicos," 2019.
- [12] A. Wanderley, J. Ratusznei, and W. Silva, "Lcle-localizador coletor de lixo eletrônico," in *Anais do Workshop de Informática na Escola*, vol. 23, no. 1, 2017, pp. 89–97.
- [13] D. F. Barbosa, "Projeto de um aplicativo para conscientização e descarte de lixo eletrônico," 2018.
- [14] I. d. S. FERREIRA and J. C. Barsanelli, "Como otimizar a coleta e a destinação de resíduos sólidos recicláveis por meio de um aplicativo," 2023.