



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

RYAN MIKHAEL SILVA E SOUSA

APLICATIVO PARA DENÚNCIAS DE DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS

TERESINA, PIAUÍ
2025

RYAN MIKHAEL SILVA E SOUSA

APLICATIVO PARA DENÚNCIAS DE DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Corrente.

Orientador: Prof. M^e. Fernando Castelo Branco Gonçalves Santana

Coorientadores:

Prof. M^e. Jorge Henrique e Silva Junior

Prof. Dr. Thiago Alves Elias da Silva

TERESINA, PIAUÍ
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Sousa, Ryan Mikhael Silva e

S725a Aplicativo para denúncias de descarte irregular de resíduos sólidos urbanos
/ Ryan Mikhael Silva e Sousa. - 2025.
33 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e
Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2025.

Orientador : Prof Me. Fernando Castelo Branco Gonçalves Santana.

1. Aplicativo móvel. 2. Descarte irregular . 3. Denúncia . I.Título.

CDD - 004.21

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

RYAN MIKHAEL SILVA E SOUSA

APLICATIVO PARA DENÚNCIAS DE DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Corrente.

Aprovada em 22 de Julho de 2025.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. M^e. Fernando Castelo Branco Gonçalves Santana

Coorientadores:

Prof. M^e. Jorge Henrique e Silva Junior

Prof. Dr. Thiago Alves Elias da Silva(Orientador)

Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. M^e. Jorge Henrique e Silva Junior

Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. M^e. Wilson de Oliveira Júnior

Instituto Federal do Piauí (IFPI)

TERESINA, PIAUÍ
2025

Dedico este trabalho a minha família e a todos que acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Deus, que me deu força quando mais precisava.

Agradeço a minha família pelo apoio incondicional.

Agradeço aos professores Fernando Santana, Jorge Henrique e Thiago Alves por todo o acompanhamento durante o projeto.

Agradeço a todos os professores e servidores do IFPI Campus Teresina Central por todo apoio necessário.

Toda ação humana, quer se torne positiva ou negativa, precisa depender de motivação.”

Dalai Lama

RESUMO

O gerenciamento de resíduos sólidos é uma atividade de extrema importância na sociedade, que visa minimizar os impactos causados pela geração de resíduos. A má gestão desses materiais pode levar a diversas consequências para a população, principalmente tratando-se do descarte inadequado desses resíduos, que pode causar tanto impactos ambientais como sociais. Dessa forma, o objetivo deste projeto, é apresentar um aplicativo móvel que facilite o processo de denúncia de pontos de descarte irregular de resíduos sólidos, de forma a permitir que todo o processo de criação de denúncia ocorra de forma rápida e eficiente para o usuário.

Palavras-chaves: aplicativo móvel; descarte irregular; denúncia.

ABSTRACT

Solid waste management is an extremely important activity in society, which aims to minimize the impacts caused by waste generation. The poor management of these materials can lead to several consequences for the population, mainly when dealing with the inadequate disposal of these wastes, which can cause both environmental and social impacts. Therefore, the objective of this project is present a mobile application that facilitates the process of reporting points of irregular disposal of solid waste, in order to allow the entire process of Report creation occurs quickly and efficient for the user.

Keywords: mobile application; irregular disposal; report.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tabela comparativa de funcionalidades	21
Figura 2 – Imagem da tela de login	24
Figura 3 – Imagem da tela de cadastro	24
Figura 4 – Imagem da tela inicial	24
Figura 5 – Tela da câmera para criação de denúncias	25
Figura 6 – Imagem da tela para confirmação de denúncia	25
Figura 7 – Tela do mapa de denúncias	26
Figura 8 – Imagem da denúncia no mapa	26
Figura 9 – Tela do mapa com visualização de ecopontos	27
Figura 10 – Tela da lista de denúncias	27
Figura 11 – Tela de login do sistema web	29
Figura 12 – Tela de cadastro do sistema web	29
Figura 13 – Tela de listagem de denúncias do sistema web	30
Figura 14 – Tela de cadastro de ecopontos do sistema web	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
API	Interface de Programação de Aplicação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
NBR	Norma Brasileira
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
UI	User Interface(Interface do usuário)

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
©	Copyright
®	Marca registrada
\$	Dólar
§	Seção
Γ	Letra grega Gama
Λ	Lambda
ζ	Letra grega minúscula zeta
∈	Pertence

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivos específicos	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	16
2.2	DESCARTE IRREGULAR DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	17
2.3	IMPACTOS CAUSADOS PELO DESCARTE IRREGULAR DE RSU	17
2.4	INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	18
3	TRABALHOS RELACIONADOS	19
3.1	DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO ANDROID QUE AUXILIA NA FISCALIZAÇÃO DE ÁREAS UTILIZADAS PARA A DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM LARANJAL DO JARI-AP:	19
3.2	ECONNECT: SISTEMA DE BUSCA POR ECOPONTOS, SOLICITAÇÃO DE RETIRADA E DENÚNCIA DE LOCAIS COM ACÚMULO DE LIXO.	19
3.3	ECO-ON	20
4	APLICATIVO PARA DENÚNCIAS DE DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	22
4.1	APLICATIVO MÓVEL	23
4.1.1	Tela login e tela de cadastro	23
4.1.2	Telas para criação de denúncia	25
4.1.3	Mapa de denúncias	26
4.1.3.1	Ecopontos	26
4.1.4	Lista de denúncias	27
4.2	SISTEMA WEB PARA ADMINISTRAÇÃO DE DENÚNCIAS DE DESCARTE IRREGULAR DE RSU	28
4.2.1	Tela de login e tela de cadastro	28
4.2.2	Tela de listagem de denúncias	29
4.2.3	Tela de cadastro de ecopontos	30
5	CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS	32

REFERÊNCIAS 33

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da geração de resíduos sólidos é uma problemática mundial e vem se mostrando um grande desafio na atualidade em diversas partes do mundo, incluindo no Brasil. Segundo dados do relatório da Global Waste Management Outlook, prevê-se que a geração de resíduos sólidos cresça de 2,1 bilhões de toneladas em 2023 para 3,8 bilhões de toneladas em 2050 (PROGRAMME, 2024). Diante disso, ainda há a questão da disposição e gestão desses resíduos, que por muitas vezes ocorre de forma inadequada.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos(PNRS) instituída em 2010, determina uma série de princípios e diretrizes a serem cumpridas em todo o Brasil visando a melhoria do gerenciamento ambiental dos resíduos sólidos, de acordo com essa lei, no artigo 3º entende-se como resíduos sólidos(BRASIL, 2010)

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.(BRASIL, 2010)

Essa política reúne um conjunto de objetivos e ações adotadas pelo Governo Federal para buscar uma melhoria no gerenciamento ambiental adequado dos resíduos sólidos.

Com o aumento da quantidade de resíduos produzidos e resultantes de atividades humanas, observa-se a necessidade de uma boa gestão desses materiais. O gerenciamento de resíduos sólidos compreende desde a destinação, o transporte, o tratamento e descarte desses resíduos. (BRASIL, 2010)

Todo esse processo visa garantir que os resíduos sejam administrados corretamente, possibilitando que cada material receba o destino adequado, podendo ser reciclado, reutilizado ou tratado da forma correta. A partir disso, uma má gestão desses materiais pode causar diversas consequências para a população, como a degradação do meio ambiente e a proliferação de doenças, esses impactos podem ser causados a partir do descarte inadequado desses materiais.(OLIVEIRA *et al.*, 2021)

Com isso, o descarte irregular de Resíduos Sólido Urbanos(RSU) vem se mostrando um grande obstáculo no Brasil. A prática do descarte feita de forma inadequada, onde muitas vezes o descarte desses materiais ocorre em vias públicas ou terrenos baldios acaba por agravar diversos problemas urbanos e degradar a qualidade de vida.(HORA, 2018)

Dessa forma, o descarte feito de forma irregular de resíduos sólidos é um problema que pode acarretar em diversas consequências para a população. "Na

maioria dos casos, as agressões ambientais em função do descarte indevido de lixo geram consequências como, obstrução do passeio público, contaminação do solo e lençóis freáticos, alagamentos em períodos de chuva, poluição visual e aumento dos gastos públicos com limpeza urbana."(MARTINS, 2019).

São muitos os impactos causados pelo aumento da geração de resíduos sólidos e pelo descarte irregular dos mesmos, afetando principalmente o meio ambiente e a saúde pública, consequentemente levando a um maior gasto para com a gestão desses resíduos. De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil de 2023, avalia-se que foram gastos 29,2 bilhões em 2022 com despesas para serviços de limpeza urbana.(AMBIENTE, 2023)

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo propor a criação de um aplicativo móvel que permite a criação de denúncias de casos de descarte irregular de resíduos sólidos urbanos a partir da captura de imagens e da localização do usuário de forma facilitada e rápida visando auxiliar e contribuir para a redução do problema e melhoria da gestão dos resíduos sólidos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um aplicativo móvel com objetivo de auxiliar no processo de gerenciamento de resíduos sólidos, cuja principal funcionalidade é a criação de denúncias de pontos de descarte irregular.

1.1.2 Objetivos específicos

- Desenvolver funcionalidade de criação de denúncia que permita capturar imagem do local;
- Implementar funcionalidade de captura de localização do usuário;
- Desenvolver página de mapeamento de denúncias realizadas;
- Facilitar o processo de gerenciamento e destinação de resíduos sólidos;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos são todos os materiais resultantes ou não de atividades humanas que necessitam ser gerenciados e tratados da maneira correta, podendo ser reciclados, reaproveitados ou destinados corretamente. De acordo com a Norma Brasileira(NBR) 10004, resíduos sólidos são definidos como, "resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição".(ABNT, 2004)

A definição de resíduos sólidos abrange diferentes tipos de materiais, que de acordo com a PNRS podem ser classificados quanto sua origem ou a sua periculosidade. Classificação quanto a:

- Origem: resíduos domiciliares, resíduos de limpeza urbana, resíduos sólidos urbanos, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de serviços de transportes, resíduos de mineração;
- Periculosidade: resíduos perigosos ou resíduos não perigosos.

De acordo com a PNRS, os resíduos sólidos urbanos podem ser definidos como resíduos originários de serviços de limpeza urbana ou gerados em domicílios a partir de atividades domésticas.(BRASIL, 2010)

Um outro termo encontrado na PNRS e que vai de encontro com toda a questão do gerenciamento de resíduos sólidos, é o termo de "rejeitos", definido como:

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;(BRASIL, 2010)

De tal forma, um resíduo sólido só se torna rejeito quando não se pode mais ser reaproveitado a partir de alternativas como a reciclagem, reutilização ou recuperação, restando uma única opção possível, a sua distribuição em aterros.

Esses tipos de resíduos devem ser tratados e descartados da maneira correta. Dessa forma, o descarte irregular desse tipo de resíduo e o seu acúmulo, que ocorre em vias públicas e parques é um grande causador de impactos socioambientais para a população.

2.2 DESCARTE IRREGULAR DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Em relação ao descarte de resíduos sólidos, a PNRS a partir do artigo 47º dispõe que são proibidas as formas de disposição inadequada como, lançamentos em praias, lançamento in natura a céu aberto, queima de resíduos a céu aberto ou em recipientes, ou outras formas vedadas pelo governo.(BRASIL, 2010)

Apesar de proibida por lei, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos em locais públicos é um dos principais problemas ambientais no Brasil. Para Simonetti *et al.* (2021) é comum observar o descarte irregular desses materiais nas áreas verdes e terrenos baldios nos centros urbanos das cidades.

Segundo a ABRELPE (2021) "o descarte de resíduos é resultado direto do processo de aquisição e consumo de bens e produtos das mais diversas características". Com o grande aumento da geração de resíduos sólidos urbanos, torna-se cada vez mais imprescindível o gerenciamento eficaz de tais resíduos.

Para Costa *et al.* (2023) o descarte irregular de RSU é uma problemática que aborda a falta de conscientização ambiental, de um sistema de gerenciamento de resíduos eficiente, até a ineficiência de coleta nas ruas. A partir disso, são necessárias medidas visando contribuir para a conscientização ambiental por parte da população e ações que visem a diminuir de forma eficiente o descarte inadequado de resíduos.

2.3 IMPACTOS CAUSADOS PELO DESCARTE IRREGULAR DE RSU

A má gestão dos resíduos sólidos urbanos pode causar diversos impactos, tanto sociais como ambientais para a população, o material que não for descartado ou tratado corretamente, pode levar a consequências futuras. Para Mucelin & Bellini (2008), a destinação inadequada de resíduos causa impactos ambientais visíveis

Entre os impactos ambientais negativos que podem ser originados a partir do lixo urbano produzido estão os efeitos decorrentes da prática de disposição inadequada de resíduos sólidos em fundos de vale, às margens de ruas ou cursos d'água. Essas práticas habituais podem provocar, entre outras coisas, contaminação de corpos d'água, assoreamento, enchentes, proliferação de vetores transmissores de doenças, tais como cães, gatos, ratos, baratas, moscas, vermes, entre outros. Some-se a isso a poluição visual, mau cheiro e contaminação do ambiente. (MUCELIN; BELLINI, 2008)

Para Arruda (2022) "devido ao crescimento vertiginoso de lixo, o aumento do descarte inadequado e a elevação tanto dos pontos de lixo quanto dos lixões a céu aberto causa contaminação do solo, corpos d'água e da atmosfera, ocasionando degradação ambiental e impactos na saúde da população, como doenças oportunistas para os municípios."

Dentre os principais impactos causados pela disposição inadequada de resíduos, destaca-se os impactos relacionados a saúde, como a proliferação de vetores

como a dengue (SOBRAL; PENHA, 2019). A pesquisa de Sobral & Penha (2019) resultou em dados que sugerem que existe correlação negativa estatisticamente significativa entre a coleta de lixo e a incidência de dengue na cidade do Recife.

Além da proliferação de doenças, a contaminação do solo e corpos d'água a partir do descarte irregular do lixo é uma das principais consequências ambientais decorrentes dessa problemática. Para Bastos *et al.* (2021) "A disposição irregular de resíduos sólidos urbanos gera diversos impactos ambientais decorrentes da sua decomposição, cujo produto contém substâncias tóxicas e persistentes que podem contaminar o solo e as águas subterrâneas". Tal contaminação, geralmente ocorre através do chorume, que é um líquido escuro, de mau odor, a qual é dependente dos estágios de decomposição da matéria orgânica. (Del Rey, et al., 2020 apud SILVA *et al.*, 2022)

Fora do aspecto ambiental, destaca-se ainda a problemática socioeconômica com o aumento dos custos de limpeza urbana para a remoção do lixo irregular e a recuperação ambiental. De acordo com ABRELPE (2021)

Os recursos aplicados pelos municípios nos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos, que incluem a coleta, transporte, a destinação final e os serviços de varrição, capina, limpeza e manutenção de parques e jardins, limpeza de córregos, entre outros, alcançaram cerca de 27,3 bilhões de reais no ano, o que representa 10,75 reais por habitante/mês aplicados para custeio de tais serviços.(ABRELPE, 2021)

2.4 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Dessa forma, o uso de aplicativos e outras tecnologias é uma forma de diminuir os impactos causados pelo descarte irregular de resíduos sólidos, através da inovação tecnológica é possível contribuir para a melhora do processo de gerenciamento de RSU. Para Araldi *et al.* (2021) é possível através do uso de novas tecnologias contribuir para a redução de impactos ambientais e sociais.

A inovação tecnológica e o uso da tecnologia móvel são formas de buscar solucionar tanto a má gestão de resíduos sólidos como diversos outros problemas. De acordo com Alcantara & Vieira (2011):

Podemos definir Tecnologia Móvel como a forma de acessar a internet e outros recursos computacionais por meio de dispositivos móveis, tais como, celulares, iPhone, iPod, iPad, notebooks, smartpads, dentre outros.(ALCANTARA; VIEIRA, 2011)

Com isso através de aplicativos para dispositivos móveis é possível permitir acessibilidade e facilidade no uso de determinados serviços por pessoas, a fim de proporcionar soluções rápidas e práticas.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

No seguinte capítulo serão abordados os aplicativos similares ao proposto em questão, suas principais características e funcionalidades.

3.1 DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO ANDROID QUE AUXILIA NA FISCALIZAÇÃO DE ÁREAS UTILIZADAS PARA A DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM LARANJAL DO JARI-AP:

Nesse projeto de LIMA, LIMA *et al.* (2022), o objetivo principal foi desenvolver um aplicativo android com capacidade para realizar denúncias de descarte irregular de resíduos sólidos urbanos na cidade de Laranjal do Jari-AP. O aplicativo em questão foi desenvolvido com as tecnologias Java e Firebase e possuía como principais funcionalidades a serem desenvolvidas:

- Autenticação de usuários
- Criação de denúncia permitindo anexar imagens
- Encaminhamento de denúncia para órgão responsável
- Localização GPS para indicar onde ocorreu o descarte irregular de resíduos
- Funcionalidade de Sobre para disponibilizar informações sobre o aplicativo
- Funcionalidade da Legislação para disponibilizar links para o usuário explicando a legislação com objetivo de conscientizar os usuários.

No seguinte projeto não foi implementado a captura de imagens e o encaminhamento da denúncia para o órgão responsável, também não foi implementado a funcionalidade de localização GPS onde o usuário não pode selecionar o local específico onde foi feita a denúncia.

No sistema a ser desenvolvido em questão, além da captura de imagens e criação de denúncias, será implementado o encaminhamento da denúncia para o órgão fiscalizador através do envio da denúncia para um banco de dados, contendo a imagem e localização de onde ocorreu o descarte irregular.

3.2 ECONNECT: SISTEMA DE BUSCA POR ECOPONTOS, SOLICITAÇÃO DE RETIRADA E DENÚNCIA DE LOCAIS COM ACÚMULO DE LIXO.

O objetivo principal desse projeto desenvolvido por Martins *et al.* (2022) é apresentar uma plataforma que visa facilitar o acesso dos usuários a ecopontos e

informações sobre a disposição adequada de resíduos sólidos, através de informações sobre materiais recicláveis e mapeamento dos ecopontos.

Além de contar com a listagem de ecopontos e informações sobre os resíduos sólidos, o sistema ainda possui funcionalidades de solicitação de retirada de lixo, autenticação de usuários e página para criação de denúncias com campos de endereço, referência e descrição da denúncia e opção para anexar imagem do local da denúncia. Outrossim, o sistema ainda inclui funcionalidades como:

- Bot assistente para auxílio de navegação do usuário
- Acessibilidade com Vlibras
- Dark mode
- Filtros de buscas por ecopontos
- Listagem de denúncias de outros usuários
- Página de perfil
- Página de configurações
- Funcionalidade de engajamento de denúncias

Diferentemente do Econnect, o sistema proposto será um aplicativo móvel que permitirá na criação de denúncias a captura de imagens através da câmera e captura da localização do usuário através da geolocalização, fazendo com que o mesmo não tenha que inserir campos como endereço e referência do local onde ocorreu o descarte.

3.3 ECO-ON

Um Sistema de Denúncia de Descarte Irregular de Resíduos Sólidos O sistema desenvolvido por Costa *et al.* (2021) tem como objetivo possibilitar que os cidadãos consigam realizar denúncias de descarte irregular de resíduos sólidos. O sistema foi desenvolvido para o sistema operacional Android e também para ser executado na web, de forma a permitir que os usuários possam realizar denúncias e acompanhar o andamento das mesmas.

Além disso o sistema possui dois tipos de usuários, sendo eles cidadão e administrador, sendo o segundo capaz de gerenciar as denúncias cadastradas pelos usuários, podendo atualizar denúncias que tenham sido resolvidas, bloquear usuários e excluir denúncias. Dentre as principais funcionalidades do sistema destacam-se:

- Autenticação de usuários
- Cadastro de denúncias

- Visualização de suas próprias denúncias e denúncias de outros usuários
- Gerenciamento de denúncias por parte do administrador

Dentre os aplicativos escolhidos, o ECO-ON é o mais semelhante ao aplicativo proposto para o desenvolvimento, possuindo funcionalidades como a criação de denúncias com uso de imagens e localização capturada, além de mapeamento das áreas para visualização do administrador.

Porém, diferentemente do ECO-ON, o sistema proposto faz o mapeamento das áreas com denúncias de forma a serem visualizadas por todos os usuários do aplicativo, permitindo que os mesmos tenham acesso a um mapa interativo com os locais e imagens das denúncias. Além disso o aplicativo foi desenvolvido para ser executado tanto no sistema operacional Android como no iOS.

Funcionalidades	Aplicativo para denúncia de descarte irregular de resíduos sólidos urbanos	Greencity	Econnect	Eco-on
Autenticação de usuários	X	X	X	X
Captura de imagem através da câmera	X	Não implementado	Não implementado	X
Captura de localização do usuários através de geolocalização	X	Não implementado	Não implementado	X
Criação de denúncias	X	X	X	X
Mapeamento das áreas com denúncias e visualização de imagens pelos usuários	X	Não implementado	Não implementado	Não implementado
Executado em sistemas operacionais Android e iOS	X	Não implementado	Não implementado	Não implementado

Figura 1 – Tabela comparativa de funcionalidades

4 APLICATIVO PARA DENÚNCIAS DE DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O desenvolvimento do trabalho proposto se deu em três etapas. A primeira a partir de revisão bibliográfica em busca de trabalhos similares ao proposto, a fim de buscar descobrir o que já foi implementado e realizar comparação com o sistema proposto, onde nessa etapa foram encontrados três trabalhos similares.

Na segunda etapa ocorreu a delimitação do tema e elicitação de requisitos do sistema, com o intuito de entender quais funcionalidades eram essenciais a serem implementadas na aplicação. Nesse processo de levantamento de requisitos e com base na revisão bibliográfica identificou-se a necessidade de implementar determinadas funcionalidades com foco na denúncia do descarte irregular de resíduos sólidos urbanos. Dentre os principais requisitos funcionais do sistema, destacam-se:

- Criação de denúncia com captura de imagem.
- Captura de geolocalização do usuário no registro da denúncia
- Mapeamento de denúncias da região
- Listagem das denúncias
- Permitir que os usuários utilizem o aplicativo de forma anônima
- Encaminhamento da denúncia
- Autenticação padrão e através de conta Google
- Listagem de Ecopontos no Mapa

Na terceira etapa do projeto ocorreu o desenvolvimento do aplicativo proposto. O seguinte aplicativo foi desenvolvido para ser executado nos sistemas operacionais Android e iOS, sendo utilizado no processo de desenvolvimento de telas e navegação dentro do sistema o framework Flutter, que é uma ferramenta que permite a criação de interface de usuário(UI) para múltiplas plataformas com uma única base de código.

O sistema foi desenvolvido com metodologia ágil, sendo essa escolhida por sua capacidade de flexibilidade e eficiência no processo de desenvolvimento, além de incentivar a prática de melhoria contínua no projeto e a entrega de valor de forma rápida.

Ademais, também foi utilizado o Firebase para o armazenamento de dados, que é uma plataforma que oferece infraestrutura de back-end para os desenvolvedores, sendo escolhido o Cloud Storage para armazenamento das imagens das denúncias

e o Cloud Firestore para armazenamento de dados relacionados a localização onde ocorreu o descarte irregular e a data em que a denúncia ocorreu.

Além disso, também foi utilizada a Interface de Programação de Aplicação (API) do Google Maps para a captura da geolocalização do usuário e exibição de mapa interativo no sistema desenvolvido.

4.1 APLICATIVO MÓVEL

O aplicativo para denúncias de descarte irregular de resíduos sólidos urbanos foi desenvolvido para permitir que todo usuário cadastrado no sistema seja capaz de realizar a criação de denúncias de descarte irregular de resíduos sólidos.

O objetivo principal do aplicativo é permitir que os usuários sejam capazes de cadastrar uma denúncia a partir da captura de imagem do local e da localização atual do usuário, onde após cadastradas, as denúncias seriam encaminhadas para as autoridades competentes e os usuários poderiam acompanhar a situação de cada denúncia realizada e ter acesso a um mapa de denúncias feitas na região.

Nas seguintes subseções serão apresentadas as telas e funcionalidades desenvolvidas para o sistema, descrevendo como elas funcionam e o fluxo de navegação de cada uma delas:

4.1.1 Tela login e tela de cadastro

Na Figura 2 é apresentada a tela de login do aplicativo que apresenta diversas opções de login para o usuário entrar e utilizar das funcionalidades do sistema. Nessa tela é possível visualizar campos de email e senha para o usuário realizar o login caso já possua uma conta cadastrada no aplicativo, além disso também há a opção de autenticação através do google, que permite ao usuário utilizar uma conta google cadastrada em seu dispositivo.

Adicionalmente, uma outra alternativa de autenticação é a opção para o usuário entrar anonimamente, a partir dela é possível que o usuário utilize das funcionalidades da aplicação para cadastrar denúncias sem ter seus dados salvos no sistema. Ainda na tela de login, está presente uma última alternativa, caso o usuário não possua conta e não deseje autenticar-se através do google ou de forma anônima, ele pode optar pela criação de uma conta, onde será redirecionado para a tela de cadastro.

Na Figura 3 é apresentada a tela de cadastro, que possui três campos a serem preenchidos pelo usuário, um campo de email, um campo de senha e um campo de confirmação de senha. A partir disso o usuário pode se cadastrar no aplicativo e utilizar das funcionalidades do sistema.

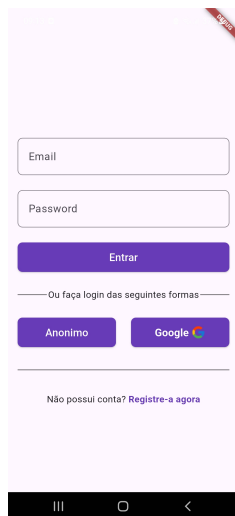


Figura 2 – Imagem da tela de login

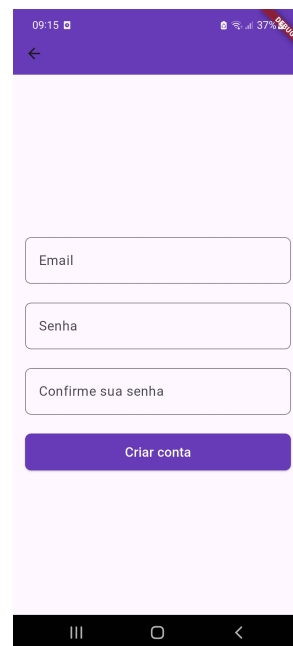


Figura 3 – Imagem da tela de cadastro

Já na Figura 4 é possível visualizar a tela inicial do aplicativo após realizar o login, nela são apresentadas duas opções, um botão que ao ser pressionado leva o usuário para a área de criação de denúncias e um segundo botão que leva para a página do mapa de denúncias, que permite visualizar o mapeamento de todas as denúncias já realizadas. Além disso também possui uma barra de navegação na parte inferior do aplicativo indicando um ícone para acessar a página inicial e um segundo ícone para acessar a página de denúncias já feitas.

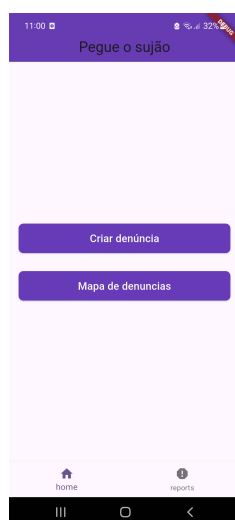


Figura 4 – Imagem da tela inicial

4.1.2 Telas para criação de denúncia

Na figura 5 é mostrada a tela que o usuário é redirecionado após escolher a opção de Criar denúncia na tela inicial, no caso uma tela com acesso a câmera dentro do aplicativo para que o usuário possa realizar a captura da imagem a ser cadastrada na denúncia.

Na figura 6 é exibida a tela de confirmação de denúncia, que foi projetada para ser intuitiva e com fluxo que permita o registro de uma denúncia de forma rápida e fácil. Na seguinte tela o usuário após fazer a captura de imagem tem acesso a visualização da imagem capturada pela câmera, garantindo que a imagem esteja adequada para ser registrada na denúncia, caso a mesma não esteja adequada o usuário pode retornar para a tela da câmera e capturar outra imagem.

Além disso, ainda possui um botão para capturar a localização atual do usuário que será cadastrada como localização onde ocorreu o descarte irregular de resíduos, para essa funcionalidade o sistema utiliza os serviços de geolocalização do dispositivo para identificar automaticamente a posição do usuário, sem que o mesmo seja solicitado a inserir dados de sua localização.

Após a visualização da imagem e a confirmação da captura da localização o usuário tem acesso a um segundo botão para confirmar a denúncia. Ao pressionar a opção os dados da denúncia serão registrados no banco de dados do aplicativo.

Logo após todo esse fluxo da aplicação, a denúncia terá sido cadastrada para ser encaminhada para a entidade fiscalizadora responsável e a partir da imagem e localização capturadas, o sistema realizará o mapeamento da denúncia permitindo que o usuário visualize cada denúncia no mapa com local e imagem cadastradas.



Figura 5 – Tela da câmera para criação de denúncias

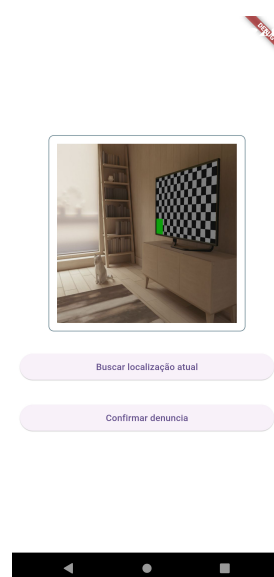


Figura 6 – Imagem da tela para confirmação de denúncia

4.1.3 Mapa de denúncias

Já a figura 7 demonstra o mapa de denúncias que foram feitas pelos usuários. Página essa que pode ser acessada após pressionar o botão de mapa de denúncias na página inicial. A partir daí o usuário é redirecionado e visualiza essa tela com o mapeamento de todos os locais com denúncias de descarte irregular de resíduos mapeados a partir de um marcador representado por um ícone de lixeira, cada marcador desse indica um local onde foi identificado descarte irregular. Dessa maneira, essa tela oferece uma visão geográfica de todas as ocorrências da região para o usuário.

Além da visualização desses pontos, o usuário ao clicar no ícone de lixeira no mapa, é capaz de visualizar a imagem que foi salva no momento do cadastro da denúncia, permitindo maior interação com o mapa em questão. A visualização dessa imagem no aplicativo é demonstrada na figura 8.

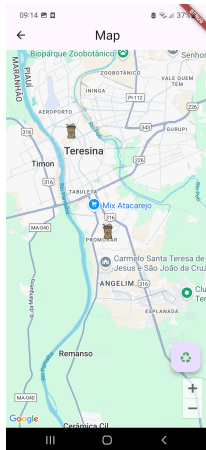


Figura 7 – Tela do mapa de denúncias

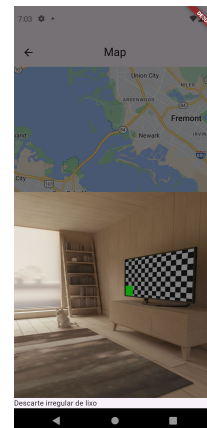


Figura 8 – Imagem da denúncia no mapa

4.1.3.1 Ecopontos

Ademais, o usuário além de ser capaz de visualizar os locais com denúncias de descarte irregular de resíduos, pode optar pela opção de visualizar os ecopontos no mapa interativo. Para isso, o usuário deve clicar no botão representado por um ícone de reciclagem e a partir disso serão mostrados marcadores no mapa que identificam a localização geográfica dos pontos de reciclagem ou coleta de resíduos.

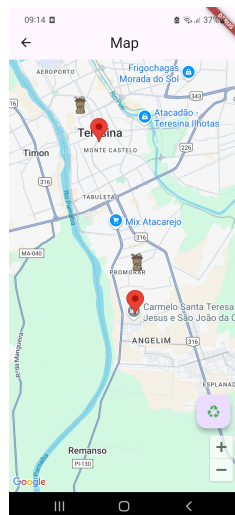


Figura 9 – Tela do mapa com visualização de ecopontos

4.1.4 Lista de denúncias

Na página de lista de denúncias representada na figura 10 é apresentada uma tela onde o usuário pode visualizar todas as denúncias salvas no banco de dados do sistema. Essa página foi projetada com o objetivo de fornecer acesso a todas as ocorrências reportadas pelo usuário.

Cada denúncia listada contém a imagem capturada no momento da criação da denúncia representando o problema reportado, o local ou endereço aproximado onde ocorreu a denúncia, sendo esse também fornecido no momento da criação da denúncia, além da data e hora em que a mesma foi registrada. Para cada denúncia é possível visualizar ao lado direito um ícone que serve como um indicador visual fornecendo a informação se a denúncia já foi ou não resolvida. Para o usuário acessar essa página é preciso clicar no ícone da barra de navegação na parte inferior do aplicativo rotulado com o nome "reports".

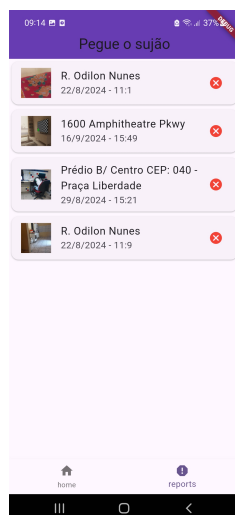


Figura 10 – Tela da lista de denúncias

4.2 SISTEMA WEB PARA ADMINISTRAÇÃO DE DENÚNCIAS DE DESCARTE IRREGULAR DE RSU

O Sistema web foi desenvolvido pensando na parte administrativa de todo o processo, diferentemente da aplicação móvel ele foi desenvolvido usando React e firebase, esse sistema tem como finalidade permitir que todo administrador devidamente cadastrado seja capaz de realizar ações visando o melhor funcionamento do aplicativo de denúncias de descarte irregular de resíduos.

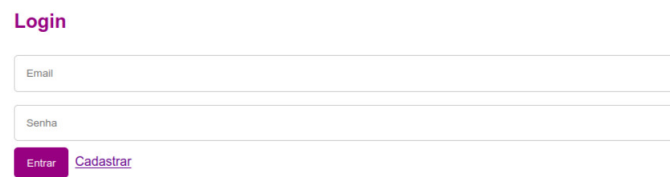
A finalidade principal do sistema é permitir que cada administrador possa visualizar as denúncias registradas no aplicativo, a partir de informações como o endereço, a data em que ocorreu a denúncia e a foto do local com descarte irregular.

Nas seguintes subseções serão apresentadas as telas e funcionalidades desenvolvidas para o sistema, descrevendo como elas funcionam e o fluxo de navegação de cada uma delas:

4.2.1 Tela de login e tela de cadastro

Na Figura 11 é apresentada a tela de login do sistema que apresenta uma simples opção de login para o administrador do sistema entrar e utilizar das funcionalidades do software. Nessa tela é possível visualizar campos de email e senha para o administrador realizar o login caso já possua uma conta cadastrada no sistema, caso o contrário, ele pode optar pela opção de cadastro, onde será redirecionado para uma outra tela onde deverá inserir seus dados para criar uma conta de administrador.

Já na figura 12 é apresentada a tela de cadastro do sistema web, que possui um campo de email e um campo de senha. Ao preencher e se cadastrar no sistema, o administrador pode utilizar das funcionalidades do software e realizar login já que possui uma conta.



Login

Email

Senha

[Cadastrar](#)

Figura 11 – Tela de login do sistema web



Cadastro

Email

Senha

Figura 12 – Tela de cadastro do sistema web

4.2.2 Tela de listagem de denúncias

Na 13 é apresentada a primeira página a qual o administrador é redirecionado após realizar a autenticação, a aba de listagem de denúncias, nela é apresentada uma

tela onde o administrador pode visualizar todas as denúncias salvas no banco de dados do sistema. Essa página possui uma barra de navegação na parte superior que permite ao administrador mudar para outras abas disponíveis no sistema. Diferentemente do que ocorre na aplicação móvel, o administrador é capaz de realizar algumas funções relacionadas as denúncias cadastradas no sistema.

Para cada denúncia o administrador pode optar por duas funcionalidades, a de excluir denúncia, onde o registro de descarte irregular de RSU é totalmente apagado do registro do banco de dados, ou pode optar pela funcionalidade de marcar a denúncia como concluída, nesse caso o administrador só deve executar essa função caso a denúncia já tenha sido resolvida apropriadamente. Além disso, essa página ainda conta com uma funcionalidade de filtragem por cidade, que permite ao administrador filtrar os resultados a serem exibidos, somente sendo mostrados em telas as denúncias que ocorreram naquela cidade.

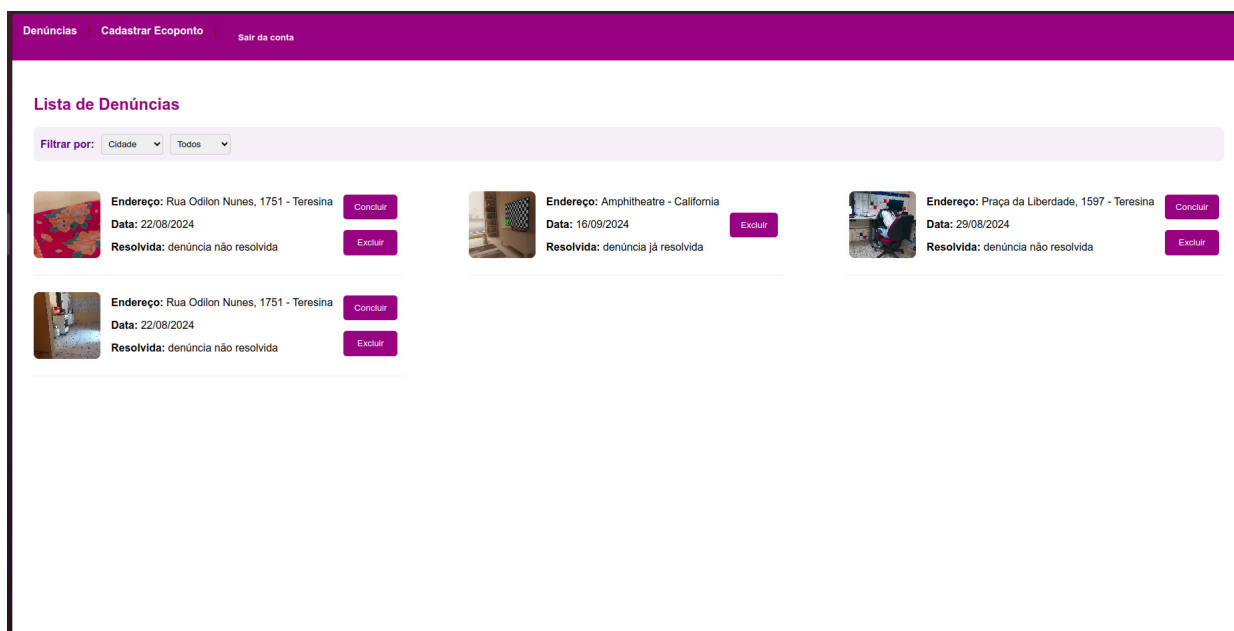


Figura 13 – Tela de listagem de denúncias do sistema web

4.2.3 Tela de cadastro de ecopontos

A tela de cadastro de ecopontos do sistema da figura 14 é uma página voltada para permitir que o administrador seja capaz de adicionar, visualizar e gerenciar pontos geográficos. Ela é fundamental para o funcionamento do módulo de mapeamento, já que os pontos cadastrados são posteriormente utilizados para visualização no mapa. Ao acessar esta aba, o administrador encontra um formulário a ser preenchido, com quatro campos, sendo eles, um campo de nome onde deve ser inserido o nome do ecoponto a ser cadastrado, um campo de endereço, um campo de latitude e um campo de longitude, que são essenciais para o mapeamento dos pontos.

Além disso, logo abaixo do formulário, é exibida uma lista de todos os ecopontos cadastrados no sistema. Essa listagem é atualizada a partir do banco de dados assim que a tela é carregada, e é reatualizada sempre que um novo ponto é adicionado ou removido. Cada ecoponto da lista apresenta o nome e o endereço cadastrados, além de um botão de "excluir", que permite ao administrador remover aquele ponto específico do banco de dados.

Denúncias | Cadastrar Ecoponto | Sair da conta

Cadastrar Ecoponto

Nome

Endereço

Latitude

Longitude

Adicionar

João do Lixo Reciclagem - R. Quintino Bocaiuva, 1700 - Vila Operária, Teresina - PI **Excluir**

Figura 14 – Tela de cadastro de ecopontos do sistema web

5 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, o descarte irregular de resíduos sólidos representa um grande imbróglho na atual sociedade, de forma que afeta muitas comunidades por todo o mundo. As práticas inadequadas de descarte resultam em diversas consequências para a população, principalmente relacionadas a saúde pública e ao meio ambiente.

Em relação a saúde pública, o descarte irregular pode ocasionar o aumento da população de vetores de doenças como dengue e zika e maior chance de alagamentos nos bairros. Já relacionada ao meio ambiente, a principal consequência está relacionada a decomposição dos resíduos que pode ocasionar na contaminação dos solos. A partir disso, medidas são necessárias para buscar superar os desafios relacionados ao descarte irregular, pois se tal problemática não for solucionada de forma eficaz, a tendência é o crescimento das consequências.

No contexto brasileiro, devido a falta de conscientização pública e fiscalização adequada, esse cenário torna-se cada vez mais preocupante. Diante disso, foi proposto a criação de um aplicativo móvel que auxiliasse na identificação de locais e dos indivíduos que praticam o descarte irregular de resíduos sólidos urbanos, visando alcançar a cooperação entre os cidadãos e as autoridades competentes e solucionar tal problemática.

Dessa forma, o aplicativo desenvolvido foi projetado para ser utilizado por qualquer usuário a fim de que todo o processo de registro de denúncias ocorra de forma rápida, precisa e eficiente. Com isso, o sistema foi pensado para servir como uma ferramenta para auxiliar principalmente no combate ao descarte irregular de RSU.

Por fim, apesar de todas as funcionalidades essenciais terem sido implementadas no aplicativo, existem outras funcionalidades que poderiam ser aproveitadas e integradas ao sistema futuramente. Dessa maneira, não descarta-se a incorporação de novas funcionalidades a aplicação.

REFERÊNCIAS

- ABNT, A. B. D. N. T. **ABNT NBR 10004: resíduos sólidos: classificação**. [S.l.: s.n.], 2004. Citado na página 16.
- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022**. [S.l.], 2021. Disponível em: <<https://abespb.com.br/wp-content/uploads/2023/12/Panorama-2021-ABRELPE.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- ALCANTARA, C. A. A.; VIEIRA, A. L. N. Tecnologia móvel: Uma tendência, uma realidade. **arXiv e-prints**, p. arXiv–1105, 2011. Citado na página 18.
- AMBIENTE, A. A. B. D. R. E. M. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023**. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/03/Panorama_2023_P1.pdf>. Citado na página 15.
- ARALDI, R. *et al.* Inovação e desenvolvimento sustentável: Um estudo de caso sobre os efeitos do uso do aplicativo para gestão de resíduos sólidos em são josé do herval-rs. **Desenvolve Revista de Gestão do Unilasalle**, v. 10, n. 3, p. 1–14, 2021. Citado na página 18.
- ARRUDA, R. M. S. A política pública de resíduos sólidos do município de fortaleza-ce: avaliação do plano de fiscalização rio maranguapinho 2019 (agefis). 2022. Citado na página 17.
- BASTOS, L. R. *et al.* Contaminação do solo e água subterrânea em áreas de disposição dos resíduos sólidos urbanos no estado de minas gerais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 8, p. 259–273, 2021. Citado na página 18.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Citado 3 vezes nas páginas 14, 16 e 17.
- COSTA, C. M. da *et al.* Eco-on um sistema de denúncia de descarte irregular de resíduos sólidos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 39258–39275, 2021. Citado na página 20.
- COSTA, M. M. D. C. D. *et al.* O papel da educação ambiental no combate ao descarte irregular de resíduos sólidos urbanos: Na rua d, no bairro jaderlândia ii, no município de ananindeua-pará. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 12, n. 1, 2023. Citado na página 17.
- HORA, V. P. d. Descarte irregular de resíduos. 2018. Citado na página 14.
- LIMA, F. d. S.; LIMA, F. d. S. *et al.* Desenvolvimento de um aplicativo android que auxilia na fiscalização de áreas utilizadas para disposição irregular de resíduos sólidos em laranjal do jari-ap. Instituto Federal do Amapá, 2022. Citado na página 19.
- MARTINS, A. M. *et al.* Econnect: sistema de busca por ecopontos, solicitação de retirada e denuncia de locais com acúmulo de lixo. 144, 2022. Citado na página 19.

MARTINS, e. a. M. F. Descarte inadequado de lixo e seu impacto no meio ambiente e na saúde da comunidade. 2019. Disponível em: <<https://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/642>>. Citado na página 15.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & natureza**, SciELO Brasil, v. 20, p. 111–124, 2008. Citado na página 17.

OLIVEIRA, L. P. *et al.* Diagnóstico das práticas de descarte dos resíduos sólidos em comunidades. **Revista Produção Online**, v. 21, n. 3, p. 930–950, 2021. Citado na página 14.

PROGRAMME, I. S. W. A. U. N. E. **Global Waste Management Outlook 2024 - Beyond an age of waste: Turning Rubbish into a Resource**. 2024. Disponível em: <<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44939>>. Citado na página 14.

SILVA, J. N. da *et al.* O uso de parâmetros físico-químicos na delimitação de contaminação por lixiviado em áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos. uma revisão sistemática de literatura com ênfase em metanálise. **Rev. Bras. Geogr. Física**, v. 15, p. 1587, 2022. Citado na página 18.

SIMONETTI, V. C. *et al.* Análise da relação espacial entre o descarte irregular de resíduos sólidos urbanos e a vulnerabilidade social. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 19, n. 2, p. 61–76, 2021. Citado na página 17.

SOBRAL, M. F. F.; PENHA, A. I. G. da. Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na cidade do Recife, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, SciELO Public Health, v. 24, p. 1075–1082, 2019. Citado na página 18.