



PONTO FOCAL IFRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E  
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA INOVAÇÃO

PAULO LACERDA DA SILVA

**CRIAÇÃO DE APLICATIVO DE MAPEAMENTO DE DESCARTE IRREGULAR DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE GUAJARÁ-MIRIM.**

Porto Velho  
2025

PAULO LACERDA DA SILVA

**CRIAÇÃO DE APLICATIVO DE MAPEAMENTO DE DESCARTE IRREGULAR DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE GUAJARÁ-MIRIM.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação – PROFNIT – Ponto Focal IFRO.

Orientador (a): Prof. Dr. Márcio Rodrigues Miranda

Porto Velho  
2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Silva, Paulo Lacerda da.

Criação de aplicativo de mapeamento de descarte irregular de resíduos sólidos na cidade de Guajará-Mirim / Paulo Lacerda da Silva. - Porto Velho, 2025.

90 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Márcio Rodrigues Miranda.

Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação - ProfNIT) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Porto Velho, 2025.

1. Resíduos. 2. Monitoramento. 3. Aplicativo. I. Miranda, Márcio Rodrigues (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Marlene Fouz da Silva, CRB-11/946

PAULO LACERDA DA SILVA

**CRIAÇÃO DE APLICATIVO DE MAPEAMENTO DE DESCARTE IRREGULAR DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE GUAJARÁ-MIRIM.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação – PROFNIT – Ponto Focal IFRO.

Aprovada em:

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Marcio Rodrigues Miranda  
Orientador do Ponto Focal IFRO Campus Porto Velho Zona Norte

Prof. Dr. Márcio Teixeira Oliveira  
PROFNIT – Ponto Focal IFMS

Prof. Dr. Léo Manoel Lopes da Silva Garcia  
Membro Externo – UNEMAT

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me sustentado e guiado em todas as etapas desta caminhada, concedendo força, sabedoria e perseverança para superar os desafios ao longo deste percurso.

À minha esposa, Estela Dayane Peteá Justiniano, expresse minha profunda gratidão pelo amor, pela paciência e pelo apoio incondicional, especialmente nos momentos em que abrimos mão de momentos de lazer para dedicação aos estudos. Aos meus pais, Reginaldo e Marlene, agradeço pelo carinho, incentivo e apoio constante.

Ao meu amigo, Prof. Neemias Hitotuzi, um verdadeiro irmão que o IFRO Campus Guajará-Mirim me proporcionou, agradeço pela parceria e pelo apoio ao longo dessa trajetória. Ao meu orientador, Prof. Dr. Márcio Miranda, manifesto minha sincera gratidão pela orientação, paciência e pelos direcionamentos fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos secretários da SEMMA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente), agradeço pela confiança e colaboração, essenciais para o desenvolvimento deste projeto.

Por fim, agradeço ao IFRO, ao PROFNIT e à FORTEC, bem como a todos os seus colaboradores, pela oportunidade de participar deste programa de mestrado. Destaco, ainda, a satisfação de contribuir, por meio do desenvolvimento do sistema EcoGuajará, para o fortalecimento das ações de monitoramento e gestão ambiental no município, oferecendo uma ferramenta tecnológica voltada ao mapeamento de resíduos sólidos e ao apoio às atividades de fiscalização e conscientização ambiental.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta trajetória, deixo meus mais sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Guajará-Mirim, localizada no Estado de Rondônia, enfrenta desafios significativos na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), apresentando desempenho insatisfatório em áreas como coleta e transporte de resíduos da construção civil e coleta de resíduos domésticos. Diante desse cenário, o presente projeto tem como objetivo desenvolver um aplicativo capaz de mapear pontos de descarte irregular de resíduos sólidos no município. A ferramenta proposta visa apoiar as autoridades locais nas ações de limpeza, monitoramento e conscientização ambiental. A pesquisa possui natureza aplicada, uma vez que busca gerar um produto com utilidade prática e resultados imediatos. O estudo apresenta caráter exploratório e adota uma abordagem qualitativa, fundamentada em pesquisa documental e bibliográfica. A viabilidade do projeto é reforçada pela expansão das tecnologias móveis e pela acessibilidade de ferramentas de desenvolvimento, que possibilitam a integração de recursos como GPS e câmera fotográfica, essenciais para o registro e monitoramento dos locais mapeados. Além disso, a possibilidade de replicação do software em outras regiões amplia seu potencial técnico e operacional. Espera-se que o aplicativo contribua para a redução dos pontos de descarte irregular, fornecendo informações que auxiliem os órgãos municipais na execução de ações de limpeza e em estratégias de educação ambiental nas áreas mais afetadas. Os dados coletados podem aprimorar a gestão de resíduos ao permitir um direcionamento mais eficiente dos recursos públicos. Assim, a implementação de um aplicativo móvel para o mapeamento de resíduos sólidos representa uma abordagem inovadora e eficaz para fortalecer a gestão ambiental urbana de Guajará-Mirim, promovendo, ao mesmo tempo, maior participação da comunidade na preservação do meio ambiente.

Palavras-Chave: resíduos; monitoramento; aplicativo.

## ABSTRACT

Guajará-Mirim, located in the state of Rondônia, faces significant challenges in the management of urban solid waste (USW), showing unsatisfactory performance in areas such as the collection and transportation of construction waste and the collection of household waste. Given this scenario, this project aims to develop an application capable of mapping points of irregular solid waste disposal in the municipality. The proposed tool aims to support local authorities in cleaning, monitoring, and environmental awareness actions. The research is applied in nature, as it seeks to generate a product with practical utility and immediate results. The study has an exploratory character and adopts a qualitative approach, based on documentary and bibliographic research. The project's viability is reinforced by the expansion of mobile technologies and the accessibility of development tools, which allow the integration of resources such as GPS and cameras, essential for recording and monitoring the mapped locations. Furthermore, the possibility of replicating the software in other regions expands its technical and operational potential. The application is expected to contribute to the reduction of illegal dumping sites by providing information that assists municipal agencies in carrying out cleanup actions and environmental education strategies in the most affected areas. The collected data can improve waste management by allowing for more efficient allocation of public resources. Thus, the implementation of a mobile application for mapping solid waste represents an innovative and effective approach to strengthening urban environmental management in Guajará-Mirim, while simultaneously promoting greater community participation in environmental preservation.

Keywords: waste. Monitoring. application

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Guajará-Mirim .....	17
Figura 2 - Roadmap metodológico da pesquisa .....	41
Figura 3. Reunião para coleta de informaes e definio dos requisitos do sistema EcoGuajará.....	42
Figura 4. Comunicao entre o Flutter e o PHP .....	52
Figura 5 – Camadas da Aplicao .....	53
Figura 6 – Funcionalidades do Sistema .....	58
Figura 7. Tela Inicial.....	62
Figura 8. Tela de Login .....	62
Figura 9. Tela de Cadastro do Usuário .....	63
Figura 10. Tela de Recuperao de Senha.....	63
Figura 11. Painel Usuário .....	64
Figura 12. Tela de Cadastro Local.....	64
Figura 13. Mapa de Resíduos.....	65
Figura 14. Tela de Mapeamento .....	65
Figura 15. Painel Fiscal .....	67
Figura 16. Alterar Status Ocorrência.....	67
Figura 17a. Status das Solicitaes .....	68
Figura 17b. Status das Solicitaes .....	68
Figura 18. Justificativa para reijo do local.....	69
Figura 19. Minhas Solicitaes .....	69
Figura 20. Detalhes Solicitao Em-Andamento .....	70
Figura 21. Minhas Solicitaes – Local Limpo .....	70
Figura 22. Relatório Fiscal .....	71
Figura 23. Relatório Fiscal em PDF .....	71
Figura 24a. Relatório Secretário .....	72
Figura 25b. Relatório Secretário .....	72
Figura 25a. Relatório Secretário PDF .....	73
Figura 25b. Relatório Secretário PDF .....	73
Figura 26. Apresentao do Produto .....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Diagnóstico da Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	29
Tabela 2. Comparativo de Funcionalidades de Aplicativos Ambientais .....	38
Tabela 3: Matriz de validação/amarração .....	60

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ABREMA</b>	Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
<b>CNM</b>	Confederação Nacional de Municípios
<b>GPS</b>	Global Positioning System ou Sistema de Posicionamento Global
<b>iOS</b>	<i>iPhone Operating System</i> , ou Sistema Operacional para iPhone
<b>PHP</b>	<i>Hypertext Preprocessor</i>
<b>PNRS</b>	Política Nacional de Resíduos Sólidos
<b>PGIRS</b>	Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
<b>PROFNIT</b>	Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação
<b>SDK</b>	<i>Software Development Kit</i> ou Kit de Desenvolvimento de Software
<b>SGBD</b>	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
<b>RSU</b>	Resíduos Sólidos Urbanos
<b>SBL</b>	Serviços Baseados em Localização
<b>SEMMA</b>	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
<b>SISNAMA</b>	Sistema Nacional do Meio Ambiente
<b>SNVS</b>	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
<b>SUASA</b>	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

## SUMÁRIO

–		
1	APRESENTAÇÃO .....	11
2	INTRODUÇÃO.....	13
3	JUSTIFICATIVA.....	17
3.1	Lacuna a ser preenchida pelo TCC .....	17
3.2	Aderência ao PROFNIT .....	20
3.3	Impacto .....	22
3.4	Aplicabilidade .....	23
3.5	Inovação .....	23
3.6	Complexidade .....	24
4	OBJETIVOS .....	26
4.1	Objetivo Geral .....	26
4.2	Objetivos Específicos .....	26
5	REFERENCIAL TEÓRICO .....	27
5.1	Resíduos Sólidos .....	27
5.2	Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) .....	30
5.3	Código de Postura Municipal.....	32
5.4	Tecnologias Digitais no Apoio ao Meio Ambiente.....	35
6	METODOLOGIA.....	40
6.1	Lista Das Etapas Metodológicas.....	41
6.2	Descrição detalhada de cada etapa metodológica.....	41
7	RESULTADOS .....	61
8	IMPACTOS.....	78
9	CONCLUSÃO.....	79
10	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	80
11	CRONOGRAMA .....	81
	REFERÊNCIAS .....	82
	APÊNDICE A – Matrix FOFA (SWOT) .....	88
	APÊNDICE B – Modelo de Negócio CANVAS .....	89
	ANEXO A – Comprovante de submissão/publicação de artigo.....	89
	ANEXO B – Registro do Software .....	91

## **1 APRESENTAÇÃO**

Nesta apresentação, eu exponho as motivações que impulsionaram o desenvolvimento deste trabalho, destacando a necessidade de enfrentar os desafios relacionados à gestão de resíduos sólidos no município de Guajará-Mirim/RO. O descarte irregular de resíduos, ainda recorrente na cidade, evidencia limitaes nos mecanismos tradicionais de fiscalizao e monitoramento ambiental, bem como a necessidade de maior participao da populao no processo de preservao do meio ambiente.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um aplicativo móvel capaz de mapear pontos de descarte irregular de resíduos sólidos, utilizando recursos tecnológicos como geolocalizao e registro fotográfico. Entre os objetivos específicos, destaco a criao de funcionalidades que permitam aos usuários registrar ocorrências ambientais, a organizao e o armazenamento dos dados coletados e a disponibilizao dessas informaes em um mapa interativo, possibilitando o acompanhamento e a gestão das aes por parte dos órgãos responsáveis.

Como resultado, foi desenvolvido o sistema EcoGuajará, uma ferramenta tecnológica que integra cidadãos e poder público, permitindo o registro, monitoramento e acompanhamento das ocorrências ambientais. O aplicativo possibilita a visualizao geoespacial dos pontos de descarte irregular, contribuindo para a otimizao das aes de fiscalizao, limpeza urbana e planejamento estratégico. Além disso, promove maior transparência e engajamento social, ao permitir que a populao acompanhe o status das ocorrências realizadas.

Como justificativa, o projeto fundamenta-se na necessidade de suprir uma lacuna existente nos sistemas atuais de denúncia, que, embora permitam o registro de ocorrências, não oferecem recursos avançados de análise espacial e monitoramento contínuo. Assim, o EcoGuajará surge como uma soluço inovadora, alinhada às demandas contemporâneas de sustentabilidade e gestão pública eficiente, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental e da saúde pública no município.

Por fim, as contribuies do projeto são evidentes tanto no âmbito tecnológico quanto social e ambiental. Do ponto de vista tecnológico, destaco o desenvolvimento de uma soluço inovadora, replicável e de fácil adaptao a outras realidades

municipais. No âmbito social, o projeto promove o engajamento da população e fortalece a participação cidadã na gestão ambiental. Já no campo ambiental, apoiando a tomada de decisão dos gestores públicos e incentivando práticas mais sustentáveis no município de Guajará-Mirim.

## 2 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) criada pela Lei 12.305/2010, define diretrizes para a administração e o controle de resíduos sólidos no Brasil. A lei destaca a importância da prevenção e da diminuição de produção dos resíduos, incentiva práticas de consumo sustentável e estabelece a responsabilidade compartilhada entre os produtores de resíduos e as autoridades públicas; além disso a lei define resíduo sólido como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas (Silva *et. al*, 2020).

De acordo com os dados da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente - ABREMA (2023), no Brasil foram geradas 77 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU em 2022, o que significa 1,04 kg por habitante/dia. Regionalmente, os dados mostram que no Sul, Sudeste e Centro-Oeste estão acima da média nacional de coleta, com 97,0%, 98,6% e 94,9% dos respectivos resíduos coletados. Já nas regiões Norte e Nordeste coletam aproximadamente 83% dos RSU gerados, evidenciando as diferenças regionais na gestão de resíduos sólidos no país.

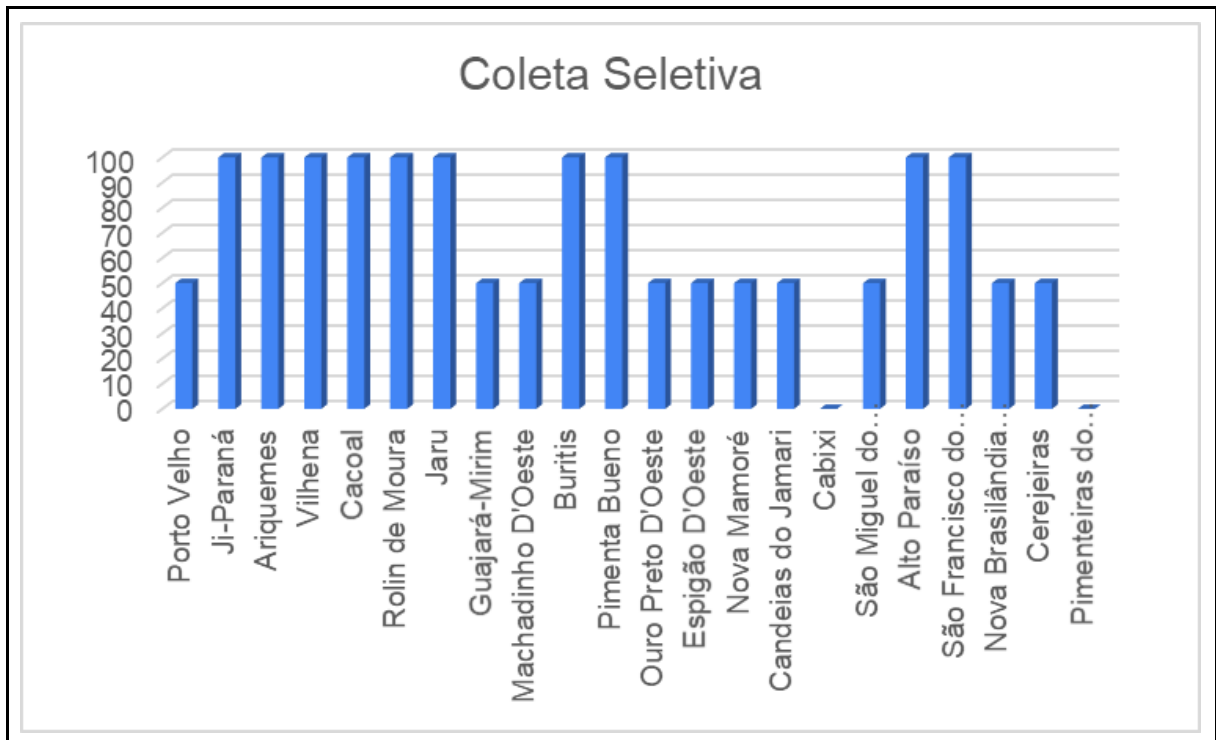
A Região Norte tem os piores índices de saneamento do Brasil, reflexo da falta de cumprimento e monitoramento de políticas públicas, o que dificulta a universalização dos serviços de saneamento básico e de aumentar a qualidade dos mesmos. Para mudar esse cenário, é essencial investimentos e monitoramento de indicadores para verificar sua evolução e o cumprimento das metas (De Mesquita Sousa, *et.al*, 2019).

No Estado de Rondônia 82,1% dos habitantes têm cobertura de coleta domiciliar de Resíduos Sólidos. E apenas 31,1% dos municípios possuem coleta seletiva, na qual, cerca de 69,24% dos municípios não possuem um plano de gestão integrada dos resíduos sólidos, resultando em lixões a céu aberto (Brasil, 2022).

De acordo com os dados da SEDAM, (Rondônia, 2024), a coleta seletiva em Rondônia apresenta avanços pontuais, mas ainda revela profundas desigualdades entre os municípios. Dos 52 municípios do estado, apenas 22 possuem algum nível de coleta seletiva — abrangendo desde o atendimento pleno em todo o perímetro urbano até práticas restritas a bairros ou áreas comerciais. Entre eles, 10 municípios se destacam por implementar o serviço de forma integral, indicando maior capacidade de planejamento, investimento em políticas ambientais e, em muitos casos, parceria com cooperativas de catadores. Outros 10 municípios realizam a coleta apenas em

algumas regiões, evidenciando iniciativas em desenvolvimento, porém insuficientes diante das exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Em contraste, 30 municípios ainda não possuem qualquer forma de coleta seletiva, o que compromete significativamente a gestão de resíduos e amplia os impactos ambientais.

Gráfico 1. Municípios que apresentam algum nível de coleta seletiva.



Fonte: Rondônia (2024).

O Gráfico 1, apresenta os municípios que possuem algum nível de implementação da coleta seletiva. Os municípios que alcançaram 100% indicam a existência de coleta seletiva em todo o perímetro urbano, evidenciando maior organização e abrangência do serviço. Aqueles que aparecem com 50% representam municípios que desenvolvem a coleta seletiva de forma parcial, atendendo apenas determinados bairros. Já os municípios que registram 0% restringem esse serviço exclusivamente às áreas comerciais, demonstrando um grau mínimo de implementação.

De acordo com Do Vale (2024), o estado de Rondônia, em geral, enfrenta dificuldades consideráveis na gestão de resíduos sólidos urbanos. Os índices gerais do estado variam entre desempenho regular a ruim em diversas áreas analisadas. Apenas alguns municípios, como Ji-Paraná, Pimenta Bueno e Vilhena, apresentam

índices considerados ótimos em aspectos específicos. No entanto, a maioria das cidades de Rondônia, como Guajará-Mirim, apresentam índices baixos, refletindo problemas como a falta de coleta adequada, ausência de ações de controle e fiscalização, e falta de soluções para descarte de resíduos.

Em Guajará-Mirim, 84,52% da população total é atendida com coleta de Resíduos Domiciliares. Dentre a população urbana, 100% é atendida com coleta de Resíduos. Os dados também indicam que a população urbana da cidade gera 0,27kg por dia de resíduos (Brasil, 2022).

De acordo com Guajará-Mirim (2022), no Relatório Final do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município, criado junto ao “Projeto Saber Viver: Construindo Planos Municipais De Saneamento Básico”, os resíduos sólidos são gerenciados por uma empresa terceirizada, e a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP) é o órgão responsável pelos serviços de limpeza urbana. Não há área de transbordo para os resíduos, e a etapa de tratamento para os resíduos sólidos também não existe. Os resíduos não são segregados na fonte geradora, e não há coleta diferenciada. Consequentemente, os resíduos recicláveis são destinados juntamente com os resíduos domiciliares ao lixão da Sede Municipal.

Assim confirmando o que De Assis *et. al* (2024) diz em seu trabalho, que apesar dos avanços, muitos municípios ainda enfrentam desafios para implementar integralmente a PNRS, principalmente devido à falta de recursos.

Apesar da coleta de resíduos atender a 100% da população como é apresentado nos dados, ainda existem pessoas que descartam seus resíduos em locais inapropriados, tais como em terrenos sem construção.

Segundo Do Vale (2024), Guajará-Mirim é um município que apresenta desafios significativos na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU). Em diversos aspectos analisados, como coleta e transporte de resíduos provenientes da construção civil, e sistema de coleta de resíduos domésticos, Guajará-Mirim teve um desempenho avaliado como péssimo. O município não pontuou em aspectos de controle financeiro das taxas, racionalização e redução de custos, busca por aumento de arrecadação, e aplicação dos recursos por meio de outros financiamentos. Além disso, Guajará-Mirim também foi classificado com desempenho ruim a péssimo na gestão de resíduos sólidos de saúde (RSS), indicando a falta de estudos e planejamento adequados para qualificar seus resíduos sólidos urbanos.

Diante desse cenário, surge a necessidade de soluções inovadoras que

auxiliem o poder público na identificação, monitoramento e mitigação do descarte irregular, especialmente em regiões onde a fiscalização é limitada. É nesse contexto que o EcoGuajará se insere como uma proposta tecnológica estratégica, desenvolvida para atuar como ferramenta de apoio à gestão ambiental municipal.

O EcoGuajará é um aplicativo móvel criado com o objetivo de mapear pontos de descarte irregular de resíduos sólidos em Guajará-Mirim/RO, promovendo uma ponte entre a população e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA). Por meio de recursos nativos dos dispositivos móveis, como GPS e câmera, o aplicativo permite que o cidadão registre ocorrências contendo localização geográfica precisa, fotografia e informações complementares sobre o tipo de resíduo ou o local afetado. Esses dados são enviados para um servidor central, onde podem ser analisados, validados e acompanhados pelos fiscais ambientais, permitindo uma resposta mais rápida e fundamentada por parte do poder público.

Além de auxiliar no mapeamento dos pontos de descarte irregular, o EcoGuajará contribui para a coleta de dados estratégicos sobre a dinâmica dos resíduos sólidos na cidade, oferecendo subsídios importantes para a formulação de políticas públicas, otimização de rotinas de limpeza urbana e planejamento de ações educativas junto à população. Como destaca Pereira (2023), ferramentas tecnológicas que integram sensores, câmeras e geolocalização têm sido fundamentais para aprimorar a fiscalização ambiental, tornando-a mais eficiente e acessível.

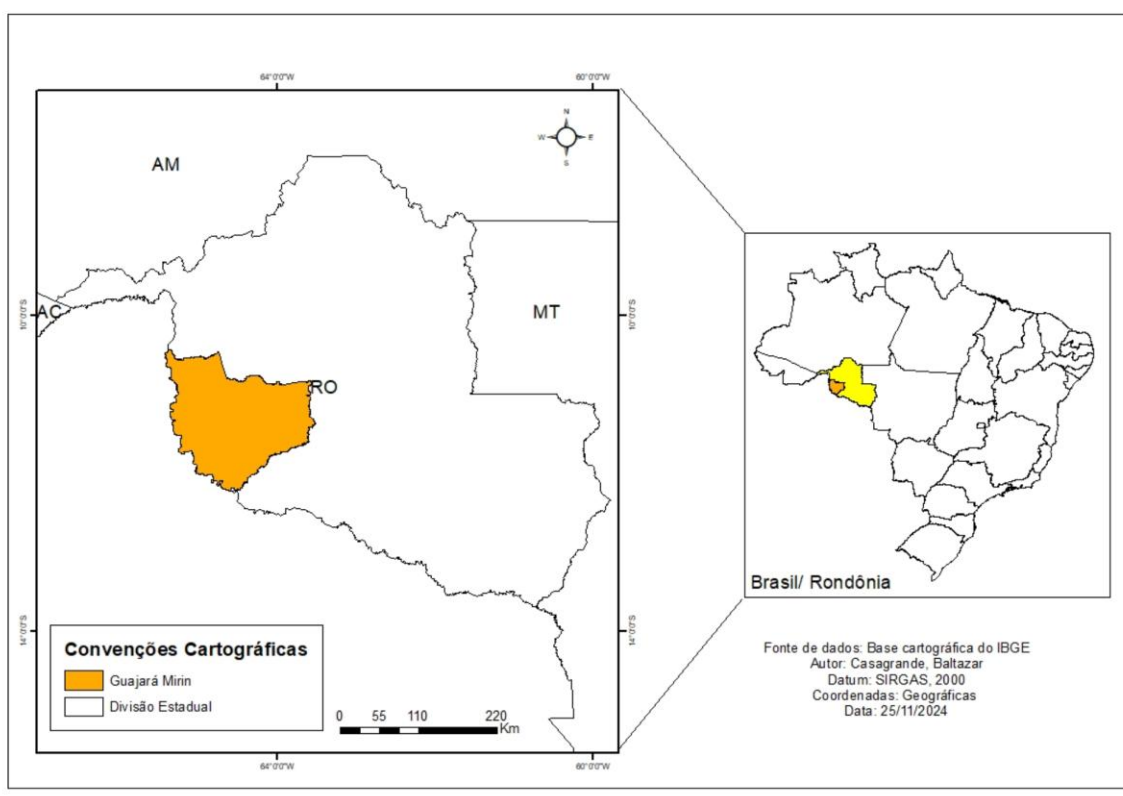
Assim, o desenvolvimento do aplicativo EcoGuajará representa uma iniciativa inovadora e alinhada às demandas contemporâneas de sustentabilidade, proporcionando à administração municipal uma plataforma moderna para o monitoramento ambiental, ao mesmo tempo em que estimula a participação ativa da comunidade na promoção de uma cidade mais limpa e organizada.

### 3 JUSTIFICATIVA

#### 3.1 Lacuna a ser preenchida pelo TCC

Guajará-Mirim, localizada no estado de Rondônia, na Região Norte do Brasil, é o segundo maior município do estado em extensão territorial, com 24.856,877 km<sup>2</sup>, e o oitavo em população, com 43.594 habitantes estimados para 2025. Seu nome, de origem tupi, significa “cachoeira pequena”, embora haja divergências quanto ao significado exato.

Figura 1. Mapa de Guajará-Mirim



Fonte: Casagrande, 2024.

O município é marcado por uma forte diversidade étnica e cultural. Em seu território convivem comunidades indígenas — como os povos Wari, Canoé, Macurape e Jaboti —, quilombolas do Vale do Guaporé, descendentes de imigrantes nordestinos e bolivianos, formando uma população tipicamente amazônica, caracterizada pela miscigenação e pela convivência entre diferentes tradições. Essa pluralidade é um dos traços mais ricos da identidade guajará-mirense.

No município, apenas 7,8% dos domicílios contam com esgotamento sanitário adequado, e somente 3,1% das vias urbanas possuem infraestrutura completa

(bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Esses dados evidenciam os desafios na área de saneamento e urbanização, fundamentais para a melhoria da qualidade de vida da população.

A situação dos resíduos sólidos em Guajará-Mirim, segundo o Panorama de Resíduos Sólidos da SEDAM (Rondônia, 2024), reflete desafios significativos na gestão municipal, principalmente pela ausência de coleta seletiva estruturada e pela utilizao inadequada de áreas que funcionaram como lixões, o cenário ainda  agravado pela existência de diversos pontos de lixo acumulado espalhados pela cidade.

Em abril de 2025, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA), foi reestruturada pela Lei n 2.917/GAB/PREF/2025, sancionada em 2 de abril de 2025. A nova Lei, representa uma transformao na gestão ambiental de Guajará-Mirim. Com a reestruturao da SEMMA, o município passa a operar com uma estrutura técnica, com fiscais ambientais efetivos, capazes de atuar com autoridade legal, emitir notificaes, realizar vistorias, exigir correes e aplicar penalidades. Na prática, isso significa que situaes como descarte irregular de resíduos, pontos de lixo acumulado, queimadas, poluio sonora e outras infraes que antes não eram monitoradas e registradas formalmente agora entram em um fluxo institucional obrigatório: registro → análise → fiscalizao → orientao/notificao → autuao em caso de descumprimento.

A legislao redefiniu o quadro técnico, criou novos cargos estratégicos e regulamentou o piso salarial dos profissionais responsáveis pela gestão ambiental do município. Essa reorganizao representa um marco para o fortalecimento institucional da SEMMA, ampliando sua capacidade de fiscalizao, planejamento, educao ambiental e execuo de políticas públicas voltadas  preservao ambiental.

A lei determina que o cargo de Fiscal Ambiental será ocupado exclusivamente por servidores efetivos, garantindo maior profissionalismo, autonomia e segurança jurídica às aes de fiscalizao ambiental. Esses profissionais têm competência para:

- Executar atividades de fiscalizao e controle ambiental;
- Garantir o cumprimento das legislaes ambientais;
- Produzir pareceres e relatórios;
- Realizar aes externas de monitoramento de infraes ambientais.

A partir de março de 2025, com a reestruturação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), ela opera com um fluxo estruturado para o atendimento das ocorrências ambientais registradas pela população. Assim que uma ocorrência é cadastrada pelo site, ela é direcionada ao Departamento de Fiscalização, responsável por investigar cada situação.

Os fiscais se deslocam até o local indicado para realizar a vistoria e elaborar um relatório técnico, descrevendo o fato constatado. Antes de qualquer medida punitiva, a SEMMA busca adotar uma abordagem educativa e conciliadora. Quando identificado o responsável pelo ato infracional — como casos de descarte irregular de lixo — é feita uma orientação imediata, acompanhada de uma notificação para que o material seja removido e o problema não volte a ocorrer. Apenas em situações de reincidência ou descumprimento é que o processo avança para autuação e aplicação das penalidades previstas.

Antes da estruturação da equipe de fiscalização e da implementação do site como meio oficial de comunicação com a população, o cenário da gestão ambiental em Guajará-Mirim era muito limitado. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente não contava com fiscais ambientais efetivos e, por isso, não possuía autoridade legal para realizar autuações, aplicar notificações ou exigir a correção de irregularidades. A ausência de profissionais habilitados, somada à falta de infraestrutura básica — como veículos para deslocamento e sistemas adequados de registro — fazia com que muitas demandas simplesmente não fossem atendidas. As poucas ações realizadas ocorriam de forma isolada e sem registros formais, o que impossibilitava o acompanhamento histórico das ocorrências e a elaboração de estratégias de fiscalização de médio e longo prazo.

Com a consolidação da equipe de fiscais e a adoção do Site para denúncias, esse cenário começou a se transformar. O sistema utilizado atualmente pela SEMMA, permite que cidadãos registrem queixas relacionadas a queimadas, poluição sonora, descarte irregular de lixo e outras infrações ambientais. O sistema cumpre seu papel ao oferecer um canal acessível para o envio de denúncias, com possibilidade de anexar fotos e informar a localização da ocorrência. No entanto, sua funcionalidade permanece restrita ao recebimento e encaminhamento das informações aos fiscais, sem disponibilizar ferramentas mais avançadas de visualização espacial ou análise integrada dos dados.

Embora o sistema registre a localização informada pelo denunciante, esses

dados não são posteriormente exibidos em um mapa interativo. Assim, o sistema opera essencialmente como um protocolo digital de denúncias, importante para formalizar o fluxo administrativo, mas limitado no que diz respeito ao acompanhamento espacial e ao monitoramento contínuo da situação ambiental do município.

É nesse contexto que surge o EcoGuajará, desenvolvido especificamente para preencher a lacuna tecnológica e metodológica ainda existente. Diferentemente do Site para denúncias, o EcoGuajará não se restringe ao registro da ocorrência: trata-se de um sistema completo de mapeamento dos pontos de descarte irregular de resíduos sólidos. Seu principal diferencial é o mapa interativo, que exhibe todas as ocorrências registradas por meio de marcadores coloridos, indicando seu respectivo status — não atendida, em andamento, aprovada ou concluída. Essa visualização geoespacial permite compreender rapidamente as áreas mais afetadas, identificar padrões temporais e territoriais, e subsidiar o planejamento das operações de limpeza e fiscalização.

Com essa funcionalidade, o EcoGuajará se torna uma ferramenta estratégica tanto para a gestão pública quanto para a população. Para os fiscais, o sistema possibilita a visualização precisa dos locais denunciados, a organização de rotas de atendimento mais eficientes e a atualização imediata do status das ocorrências. Para os cidadãos, a plataforma oferece transparência, permitindo visualizar a situação ambiental da cidade e acompanhar o andamento das ações de fiscalização. Além disso, promove educação ambiental e fortalece a participação social ao aproximar a comunidade das políticas de gestão urbana.

Assim, enquanto o site de denúncia representa um avanço importante na formalização e no recebimento das denúncias, o EcoGuajará amplia essa lógica ao integrar mapeamento interativo, análise espacial e monitoramento contínuo, configurando-se como uma solução inovadora para enfrentar os desafios do descarte irregular de resíduos sólidos em Guajará-Mirim.

### 3.2 Aderência ao PROFNIT

O Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT) tem como objetivo principal formar profissionais capacitados a promover a inovação através da propriedade intelectual e da transferência de tecnologia. O desenvolvimento do aplicativo para mapeamento do

descarte irregular de resíduos sólidos em Guajará-Mirim/RO apresenta alta aderência aos objetivos do PROFNIT pelos seguintes motivos:

### 3.2.1 Inovação Tecnológica

A inovação é um dos principais motores do desenvolvimento econômico, ao permitir a criação de produtos e serviços com conceitos avançados e sustentáveis, gerando benefícios sociais e ambientais (Pinsky; Kruglianskas, 2017). Os avanços tecnológicos promovem melhorias técnicas e econômicas em diversos dispositivos e sistemas. A inovação sustentável, nesse contexto, consiste na introdução de mudanças em processos, técnicas e produtos com o objetivo de reduzir os impactos ambientais. Diante dos desafios atuais, ela se torna essencial para adaptar e implementar soluções eficientes, aliando redução de custos à preservação ambiental. O uso crescente de smartphones com recursos multimídia avançados exemplifica como as novas tecnologias podem ser utilizadas em diversas atividades voltadas à sustentabilidade.

O presente projeto propõe uma solução tecnológica com inovação para um problema ambiental crítico. Utilizando tecnologias móveis e recursos, como geolocalização e armazenamento em nuvem, o aplicativo facilitará o mapeamento e a gestão de resíduos sólidos. Este aspecto se alinha com o foco do PROFNIT na promoção de soluções tecnológicas inovadoras.

### 3.2.2 Propriedade Intelectual

A Propriedade Intelectual (PI) compreende os direitos exclusivos e temporários garantidos por lei sobre criações resultantes da atividade criativa e do engenho humano (WIPO, 2002). Esses direitos estão organizados em três categorias principais: Direito Autoral, Propriedade Industrial e Proteção *Sui Generis*, cada uma com regulamentações específicas, dada a diversidade de suas naturezas jurídicas (Jungmann; Bonetti, 2010). Dentro do escopo do Direito Autoral, incluem-se os Direitos de Autor, os Direitos Conexos e os Programas de Computador (Lauria et al., 2013). Nesse contexto, Santos (2008) destaca que o autor se conecta de forma indissociável à obra, transmitindo sua personalidade e imprimindo um estilo próprio à criação.

Considerando esse arcabouço, o desenvolvimento do aplicativo voltado ao mapeamento do descarte irregular de resíduos sólidos em Guajará-Mirim/RO insere-

se diretamente no campo da criação protegida por propriedade intelectual, especialmente na forma de software proprietário. Essa atividade não apenas exige o conhecimento das leis que regem a PI, mas também representa sua aplicação prática, alinhando-se a um dos pilares fundamentais do PROFNIT — a compreensão e a utilização estratégica da propriedade intelectual.

### 3.2.3 Transferência de Tecnologia:

A transferência de tecnologia do EcoGuajará para a Prefeitura de Guajará-Mirim consiste na entrega estruturada de todo o conhecimento técnico, ferramentas digitais e procedimentos operacionais necessários para que a gestão municipal possa utilizar, manter e expandir o sistema de forma autnoma. Por meio dessa transferência, o município não apenas recebe um sistema funcional para mapear e monitorar ocorrências ambientais, mas também adquire os recursos e competências para integrá-lo às rotinas administrativas, promover atualizaoes futuras e garantir a sustentabilidade tecnológica do EcoGuajará como ferramenta permanente de gestão ambiental.

Dessa forma, o projeto demonstra alta aderência aos objetivos do PROFNIT ao fomentar inovao tecnológica e assegurar a proteo dos ativos intelectuais gerados e realizar transferência de tecnologia.

### 3.3 Impacto

A demanda para o desenvolvimento do aplicativo  espontânea, originada pela necessidade de melhorar a gestão ambiental em Guajará-Mirim. A cidade enfrenta desafios no controle do descarte irregular de resíduos sólidos, o que gera impactos ambientais. A iniciativa busca engajar a comunidade e autoridades locais na busca por soluçoes eficazes para esse problema.

Com a implementao do aplicativo Ecoguajará, criou-se uma ferramenta que permite o mapeamento dos pontos de descarte irregular de resíduos, facilitando a interveno das autoridades e promovendo a conscientizao ambiental entre os moradores. A justificativa para essa abordagem  a necessidade de soluçoes tecnológicas que possam ser aplicadas de forma prática e eficiente para mitigar os impactos negativos causados pelo descarte inadequado de resíduos.

A produo do aplicativo impactará a área ambiental, que permitirá o mapeamento e monitoramento preciso dos locais de descarte irregular, facilitando

ações de limpeza e manutenção do meio ambiente. A redução do lixo em áreas inapropriadas resultará em menores impactos negativos sobre o solo, corpos d'água e fauna local.

### 3.4 Aplicabilidade

A aplicabilidade do EcoGuajará evidencia-se tanto na abrangência já alcançada quanto em seu potencial de expansão e replicação em outros contextos. Na abrangência realizada, o sistema atende diretamente às necessidades da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Guajará-Mirim ao permitir o registro padronizado das ocorrências de descarte irregular, a visualização georreferenciada em mapa interativo, o acompanhamento das etapas de fiscalização e a geração de dados estratégicos para planejamento e tomada de decisões. Quanto à abrangência potencial, o EcoGuajará apresenta potencial para expandir suas funcionalidades, incorporando novos tipos de ocorrências ambientais, como queimadas, poluição sonora, danos à vegetação, entre outras demandas emergentes do município. Além disso, o sistema pode ser integrado a outros setores da gestão pública, especialmente à Secretaria Municipal de Obras, responsável pela limpeza urbana e pela manutenção das vias públicas. Dessa forma, o aplicativo pode evoluir para uma plataforma unificada de monitoramento territorial, permitindo registrar também problemas como acúmulo de entulho, pontos críticos de limpeza e buracos nas ruas, fortalecendo a atuação integrada das equipes e ampliando o alcance das políticas de gestão ambiental e urbana. No que se refere à replicabilidade, o sistema adota uma estrutura em camadas — frontend, backend e banco de dados — organizada de modo a assegurar comunicação fluida entre os componentes, padronização do fluxo de informações e consistência operacional. e tecnologias amplamente utilizadas (Flutter, PHP e MySQL). Essa estrutura facilita adaptações locais, personalização de mapas e ajustes nos fluxos de ocorrências, tornando o EcoGuajará uma produção tecnológica de uso simples, expansível e passível de ser multiplicada como solução em diferentes realidades municipais.

### 3.5 Inovação

O conceito de inovação é essencial para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa, que visa criar um aplicativo de mapeamento de descarte de resíduos sólidos. Inovação pode ser definida como a ação de criar algo novo ou modificar

significativamente algo já existente (Bessant;Tidd, 2019).

O aplicativo é de médio teor de inovação, pois combina conhecimentos e tecnologias pré-estabelecidas de uma maneira nova e eficaz para resolver um problema específico. As principais inovações tecnológicas propostas para este projeto incluem:

- Uso de GPS e Câmera: Embora o uso de GPS e câmeras em smartphones seja comum, a aplicação desses recursos para mapear descarte irregular de resíduos sólidos em tempo real é uma combinação inovadora de tecnologias já existentes. Segundo Rosa (2015), os dispositivos móveis atuais contam com os mais diversos tipos de sensores, como GPS, acelerômetro, microfone, câmera e giroscópio, tais sensores possibilitam a criação dos mais diversos tipos de SBLs (Serviços Baseados em Localização).
- Alertas: Notificações sobre novos pontos de descarte irregular.
- mapa interativo, com uma visualização espacial integrada das ocorrências ambientais registradas no município. Por meio dessa ferramenta, cada ocorrência é representada por marcadores coloridos que indicam o status da situação — não atendida, em andamento, aprovada ou concluída — permitindo uma compreensão imediata do cenário urbano.

O Aplicativo que será desenvolvido adapta soluções tecnológicas existentes, incorporando melhorias específicas para atender às demandas da SEMMA. Esta abordagem personalizada e a adaptação de funcionalidades às necessidades dos usuários demonstram um nível de inovação que vai além da simples utilização de tecnologias prontas. A inovação pode incluir a adaptação de tecnologias para novos contextos de aplicação (Christensen, 2011).

### 3.6 Complexidade

A gestão de projetos de software é uma atividade essencial tanto para os negócios quanto para a sociedade. No entanto, apesar das décadas de experiência acumulada, o desenvolvimento de software ainda enfrenta inúmeros desafios, principalmente por conta de sua complexidade intrínseca. Essa complexidade decorre das múltiplas interdependências envolvidas e da necessidade de colaboração entre profissionais com diferentes conhecimentos e habilidades (Andrade; Bezerra, 2023).

Muitos engenheiros de software consideram os aplicativos móveis como alguns dos sistemas mais desafiadores de se desenvolver na atualidade, devido à

elevada complexidade das plataformas móveis. Esses dispositivos operam em diferentes sistemas operacionais, apresentam grande variedade de modelos e possuem telas menores e mais heterogêneas em comparação aos computadores pessoais. Além disso, o desenvolvimento mobile exige lidar com uma série de considerações técnicas, como a diversidade de hardware e software disponível no mercado, as limitações próprias das interfaces de usuário em telas reduzidas e a complexidade de integração com sensores, câmeras e outros componentes embarcados. Esses fatores tornam o processo de criação de aplicativos móveis uma atividade tecnicamente exigente e que demanda soluções robustas, adaptáveis e eficientes (Pressman; Maxin, 2016).

Nesse contexto, diante das constantes mudanças e da dinamicidade do setor de tecnologia, os métodos ágeis emergiram como uma resposta eficaz aos desafios enfrentados pelas equipes de desenvolvimento. Essas metodologias vêm sendo amplamente adotadas por sua capacidade de acelerar a entrega de software por meio de ciclos iterativos, promovendo a auto-organização das equipes e estimulando a colaboração contínua, não apenas entre os desenvolvedores, mas também com as partes interessadas externas ao projeto (Venkatesh et al., 2020).

A aplicação de princípios ágeis mostrou-se adequada no desenvolvimento do aplicativo de mapeamento do descarte irregular de resíduos sólidos em Guajará-Mirim, pois permitiu organizar o trabalho em etapas menores, facilitando ajustes ao longo do processo e melhor adaptação às necessidades identificadas durante o desenvolvimento. Trata-se de um projeto de alta complexidade, que demanda a colaboração ativa de stakeholders como os fiscais da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), os quais desempenham um papel fundamental na definição dos requisitos funcionais e operacionais do sistema. O aplicativo precisa integrar funcionalidades diversas, como a coleta de dados geográficos e imagens, para identificar e registrar pontos de descarte irregular. Essa diversidade tecnológica exige a combinação de diferentes soluções e a superação de obstáculos técnicos, de forma a adaptar o sistema à realidade e às necessidades específicas do município.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo Geral

Criar um software para mapeamento do descarte irregular de resíduos sólidos em Guajará-Mirim/RO.

### 4.2 Objetivos Específicos

- Esquematizar a coleta e armazenamento dos dados sobre a frequência e localização do descarte irregular.
- Desenvolver funcionalidades no software para que os usuários possam registrar locais com descarte irregular de resíduos sólidos.
- Implementar serviços de geolocalização e imagens para identificar e mapear as áreas mais afetadas pelo descarte irregular.

## 5 REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos, também conhecidos como lixo, são todos os materiais produzidos em comércios, residências e indústrias que, após sua utilização, são descartados por não possuírem mais utilidade (Santos, 2018). O gerenciamento correto desses resíduos é de vital importância para o meio ambiente, pois seu acúmulo e descarte inadequado podem gerar impactos ambientais e à saúde pública.

No Brasil, os resíduos sólidos são classificados de acordo com a Norma Brasileira (NBR) 10004/04, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que busca identificar os riscos que os resíduos industriais podem representar para o meio ambiente e a saúde humana. Conforme Melo (2022), essa classificação considera tanto a origem quanto os impactos que os resíduos podem causar. A NBR 10004/04 os divide em duas classes principais: classe I (perigosos) e classe II (não perigosos), sendo esta última subdividida em classe II A (não inertes) e classe II B (inertes).

Contudo, a definição de resíduo sólido está em constante evolução devido aos novos hábitos e materiais introduzidos no mercado, o que torna desafiador estabelecer um conceito e uma classificação fixos, já que cada tipo de resíduo possui especificidades quanto à segregação, tratamento e disposição final. No entanto, existem classificações que podem ser utilizadas inicialmente para a segregação. De acordo com Silva et. al (2020), os resíduos sólidos podem ser classificados conforme sua origem, nas seguintes categorias: resíduos sólidos domiciliares, resíduos secos, resíduos úmidos, resíduos de limpeza pública, resíduos verdes, resíduos volumosos, resíduos de construção civil, resíduos de serviços de saúde, resíduos industriais, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de serviços terrestres e resíduos de mineração.

Entre essas categorias, os resíduos domiciliares e os de limpeza urbana merecem destaque, pois estão sob responsabilidade direta dos municípios. Os primeiros são gerados em residências e comércios urbanos, enquanto os segundos resultam de atividades como varrição e limpeza de vias públicas (Silva, 2021). Juntos, eles compõem os chamados Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), cuja gestão adequada é fundamental para a sustentabilidade das cidades.

Segundo a Abrema (2023), em 2022 o Brasil gerou 77 milhões de toneladas de RSU, o que corresponde a uma média de 1,04 kg por habitante/dia. Desses, 61,8% — ou cerca de 43,8 milhões de toneladas — tiveram uma destinação adequada. Ainda

de acordo com a Abrema, aproximadamente 93% dos resíduos gerados foram coletados, totalizando mais de 196 mil toneladas de RSU por dia. Apesar da alta taxa de coleta, os 7% não recolhidos representam mais de 5 milhões de toneladas descartadas de maneira imprópria, com riscos consideráveis ao meio ambiente e à saúde pública.

As desigualdades regionais também influenciam diretamente na efetividade da coleta. Enquanto as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentam índices acima de 94% de coleta, o Norte e o Nordeste ficam em torno de 83%, evidenciando um desequilíbrio na gestão de resíduos sólidos no território nacional. Essa realidade reflete diretamente na qualidade ambiental e na saúde das populações locais.

Mesmo com avanços na destinação correta, muitos resíduos ainda são descartados de forma inadequada. Em 2022, cerca de 61% dos resíduos coletados foram enviados para aterros sanitários, conforme determina a legislação. No entanto, os lixões e os aterros controlados, que são proibidos por lei por não oferecerem proteção ao meio ambiente, ainda receberam 39% dos resíduos (Abrema, 2023). Esse dado mostra que, apesar dos progressos, a eliminação dos lixões ainda é um desafio em diversas cidades brasileiras, muitas vezes por falta de recursos ou de vontade política dos gestores municipais (Knopf; Junior, 2023).

O descarte inadequado de resíduos sólidos em Guajará-Mirim — assim como em outras regiões do país — configura um sério desafio ambiental e sanitário (Gouveia, 2012). Além de provocar poluição do solo, da água e do ar, essa prática cria condições favoráveis para a proliferação de vetores e microvetores responsáveis por diversas doenças. Resíduos expostos sem tratamento atraem moscas, baratas, ratos, cães, porcos, urubus, além de bactérias, fungos e vírus, todos capazes de transmitir enfermidades à população (Oliva Jr.; Freira, 2013). Assim, a má gestão dos resíduos torna-se um fator diretamente associado ao aumento de riscos epidemiológicos, especialmente no que se refere às arboviroses.

Nesse contexto, os dados epidemiológicos do biênio 2024–2025 revelam variações significativas no comportamento das doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti* em Rondônia. A dengue apresentou redução no número de casos confirmados em 2025, indicando algum avanço no controle vetorial. Entretanto, a chikungunya registrou aumento expressivo, com crescimento superior a 500% em determinados períodos analisados, evidenciando falhas na interrupção do ciclo do mosquito e apontando para a necessidade de estratégias de prevenção mais consistentes

(Rondônia, 2025).

A zika, embora com menor incidência em comparação às demais arboviroses, permanece ativa no estado. Vários municípios foram classificados em situação de alerta e até mesmo de surto, demonstrando que o vírus continua circulando na população. A análise dos criadouros predominantes reforça a forte relação entre as doenças e o manejo inadequado de resíduos. Os focos mais frequentes incluem pneus e outros materiais rodantes, depósitos do tipo D2 — como lixo doméstico, recipientes plásticos, latas, sucatas e entulhos — além de depósitos naturais, todos ambientes altamente favoráveis à reprodução do *Aedes aegypti* (Rondônia, 2025).

Essa realidade mostra que, embora as doenças transmitidas por vetores tenham dinâmicas distintas, elas compartilham o mesmo determinante central: a combinação entre infraestrutura insuficiente, descarte irregular de resíduos e condições ambientais propícias à proliferação do mosquito, que permanece como o principal elo entre a gestão de resíduos e a saúde pública no estado de Rondônia e no município de Guajará-Mirim.

Nas cidades brasileiras, ainda é comum o descarte em lixões e aterros controlados, ambientes insalubres que prejudicam o meio ambiente e colocam em risco a saúde dos catadores, que frequentemente atuam sem equipamentos de proteção adequados (Martins, 2019). Apesar disso, há sinais de progresso. Dados da Confederação Nacional de Municípios (CNM) indicam uma queda no número de lixões. Uma pesquisa com 72% dos municípios do país revelou que, em 2015, 50,6% das cidades descartavam seus resíduos em lixões ou aterros controlados. Em 2022, esse número caiu para 34,3%, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Diagnóstico da Política Nacional de Resíduos Sólidos

Brasil		Lixão / Aterro controlado	Aterro Sanitário
	2015	50,60%	48,30%
	2017	48,10%	47,50%
	2019	47,70%	52,20%
	2022	34,30%	63,50%

Fonte: Adaptada pelo Autor da Confederação Nacional de Municípios (CNM), 2022.

Esse avanço está diretamente relacionado à Lei nº 12.305/2010, que instituiu

a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A legislação estabelece diretrizes para o gerenciamento adequado dos resíduos e determina que todos os municípios devem eliminar os lixões até 2 de agosto de 2024 (BRASIL, 2010).

Entretanto, ainda existem municípios que não conseguiram se adequar às exigências legais. É o caso de Guajará-Mirim, localizada a 320 km da capital Porto Velho, que ainda faz parte dos 34,3% de cidades que descartam seus resíduos em lixões ou aterros controlados. Além do problema estrutural representado pelo lixão, o município enfrenta também o descarte irregular por parte de moradores, que depositam resíduos em terrenos baldios, contribuindo para a poluição ambiental e visual da cidade.

## 5.2 Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)

Em resposta ao aumento do consumo pela população brasileira e, conseqüentemente, ao crescimento excessivo na geração de resíduos sólidos, foi criada a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sancionada em 2010. Essa legislação tem como principal objetivo fiscalizar tanto as entidades públicas e privadas quanto os consumidores em relação ao descarte adequado desses resíduos. A preocupação central da lei se baseia nos danos que o descarte incorreto pode causar, inclusive à saúde da população, o que justifica a necessidade de regulamentação por meio da Lei nº 12.305/2010 (Oliveira Neto et al., 2019).

A PNRS, regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010, estabelece os princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações que devem ser adotados por Estados e municípios com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. No entanto, apesar da clareza dos dispositivos legais, os desafios para a efetiva implantação da legislação ainda são numerosos, revelando entraves operacionais, institucionais e financeiros que dificultam sua plena execução.

Entre as mudanças estruturais propostas pela lei, destaca-se a exigência de encerramento dos lixões e a definição de prazos para a elaboração e execução dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), instrumentos fundamentais para orientar os municípios na adoção de práticas sustentáveis (Oliveira et al., 2016). Essa exigência sinaliza um novo modelo de gestão, orientado não apenas para o descarte final, mas também para a redução na geração e o reaproveitamento dos resíduos.

Nesse contexto, a PNRS enfatiza a prevenção e a minimização da geração de resíduos, estimulando práticas de consumo sustentável e fornecendo mecanismos que incentivam a reciclagem e reutilização. Um dos pilares dessa política é a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, envolvendo todos os agentes — fabricantes, distribuidores, consumidores e o poder público — em ações conjuntas para a correta gestão dos resíduos.

Além disso, a PNRS introduz importantes inovações ao promover a formação de consórcios públicos para a gestão regionalizada dos resíduos sólidos. Essa estratégia busca ampliar a capacidade técnica e administrativa dos municípios, promovendo economia de escala e maior eficiência por meio do compartilhamento de sistemas de coleta, tratamento e destinação dos resíduos. Nesse mesmo sentido, a política também estabelece metas de redução do volume de resíduos encaminhados aos aterros sanitários e reforça a necessidade de destinação ambientalmente adequada dos rejeitos. Ademais, ela fortalece a inclusão socioprodutiva de catadores nos sistemas municipais de coleta seletiva, incentivando a criação de centrais regionais para estocagem e comercialização de materiais recicláveis (Jacobi; Besen, 2011).

Cabe destacar que, segundo o artigo 10 da Lei nº 12.305/2010, a gestão integrada dos resíduos sólidos é de responsabilidade dos municípios e do Distrito Federal. Essa gestão deve ser realizada sem prejuízo das competências atribuídas aos órgãos federais e estaduais que integram o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA). Além disso, a legislação também responsabiliza os geradores de resíduos pelo adequado gerenciamento dos resíduos que produzem, reforçando o caráter coletivo da responsabilidade pela sustentabilidade.

Nesse cenário, a atuação do poder público municipal assume papel central na implementação da PNRS. Para Hayashi e Silva (2015), o município deve ser compreendido como uma unidade governamental essencial para promover a participação dos cidadãos no monitoramento e na gestão ambiental local. Essa aproximação entre população e gestão pública possibilita a construção conjunta de diretrizes, ações de fiscalização e políticas eficazes de proteção ambiental, tornando a política de resíduos sólidos não apenas um instrumento normativo, mas um catalisador para o engajamento social e a transformação urbana sustentável.

### 5.3 Código de Postura Municipal

O Código de Posturas do Município de Guajará-Mirim, instituído pela Lei n 206, de 30 de novembro de 1987, representa um importante marco normativo voltado  organização urbana,  higiene pública e  manutenção da ordem administrativa. Elaborado durante a gestão do prefeito Dr. Isaac Bennesby, o documento reflete um esforço da administração municipal da época para disciplinar condutas relacionadas  convivência social,  limpeza urbana e  proteção ambiental, temas que permanecem centrais no contexto atual de crescimento urbano e ampliação dos desafios ambientais.

No que se refere especificamente ao manejo de resíduos sólidos, o Código dedica parte significativa do Título II – Da Higiene Pública  regulamentação das práticas de limpeza, acondicionamento, coleta e destinação adequada dos resíduos no município. O Capítulo II – Da Higiene das Vias Públicas estabelece que a limpeza de ruas, praças e logradouros  de responsabilidade direta da Prefeitura, podendo ser executada mediante administração direta ou concessão. O Art. 25 complementa essa orientação ao determinar que os moradores devem zelar pela limpeza dos passeios e das sarjetas fronteiriças às suas residências, reforçando a corresponsabilidade entre governo e cidadãos na manutenção da higiene urbana (Guajará-Mirim, 1987).

O Código de Posturas proíbe rigorosamente o descarte inadequado de resíduos em vias públicas, logradouros, terrenos baldios, bueiros e valas, abrangendo lixo domiciliar, entulho, restos de construção, materiais velhos, resíduos que prejudiquem a esttica da cidade e cadáveres de animais. Dispositivos como os Arts. 26, 28 e 29 vedam práticas como varrer detritos para o leito das ruas, queimar lixo em quintais ou utilizar resíduos para aterrar vias públicas, evidenciando uma preocupação com a saúde coletiva e com a preservação dos espaços urbanos. Mesmo sendo uma legislação dos anos 1980, muitos desses dispositivos antecipam preocupações ambientais que somente décadas depois seriam consolidadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

No Capítulo III – Da Higiene das Habitações, o Código enfatiza o correto acondicionamento e manejo do lixo domiciliar. O Art. 36 determina que o resíduo produzido nas habitações deve ser armazenado em sacos plásticos ou vasilhas apropriadas e tampadas, para posterior coleta pelo serviço público. O dispositivo distingue o lixo doméstico de outros tipos de resíduos – como entulhos, restos de

podas, materiais industriais e resíduos de construção – cuja remoção é de responsabilidade do próprio gerador, e não da Prefeitura. Essa diferenciação demonstra uma preocupação inicial com a correta segregação de resíduos, princípio que hoje orienta as políticas de coleta seletiva e de gestão sustentável.

O Código também atribui responsabilidades individuais aos munícipes. O Art. 34 impõe que proprietários e inquilinos mantenham seus terrenos, quintais e pátios devidamente limpos, livres de mato, acúmulo de lixo ou água parada. Terrenos baldios não podem servir como depósitos de resíduos ou permanecer em condições que comprometam a saúde pública. Em caso de descumprimento, o Código prevê multas que podem variar de um a dez salários mínimos, podendo ser majoradas em casos de reincidência. A Prefeitura, inclusive, está autorizada a realizar serviços corretivos quando necessário, cobrando posteriormente os custos dos infratores.

Em relação à fiscalização, a Lei nº 206 atribui ao Prefeito e aos funcionários municipais a responsabilidade de assegurar o cumprimento das normas. Qualquer servidor pode comunicar irregularidades e solicitar a lavratura de autos, garantindo caráter abrangente e intersetorial ao processo fiscalizatório.

Ao analisar o Código de Posturas de 1987 sob uma perspectiva contemporânea, percebe-se que, embora tenha sido um marco normativo relevante para sua época, muitas de suas disposições permanecem desatualizadas frente às diretrizes atuais de sustentabilidade, gestão integrada de resíduos e políticas de educação ambiental. A promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) introduziu conceitos como responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, logística reversa, coleta seletiva, redução da geração de resíduos e destinação ambientalmente adequada – elementos não contemplados no Código municipal devido ao seu contexto histórico de elaboração.

Enquanto o Código de Posturas adota uma abordagem predominantemente higienista e punitiva, centrada na proibição de práticas inadequadas e na responsabilização individual, a PNRS estabelece uma visão sistêmica, preventiva e sustentável, que integra aspectos ambientais, sociais e econômicos. A distância conceitual entre as duas legislações evidencia a necessidade de revisão e modernização do Código municipal, de forma a alinhar Guajará-Mirim às políticas ambientais nacionais e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

Nesse cenário, iniciativas tecnológicas como o projeto EcoGuajará surgem como ferramentas estratégicas de modernização da gestão de resíduos no município. Ao digitalizar o monitoramento, o mapeamento e a denúncia de descartes irregulares, o sistema contribui para aproximar a administração pública das práticas contemporâneas de governança ambiental, promovendo maior eficiência na fiscalização, transparência administrativa e participação social.

Em síntese, o Código de Posturas de Guajará-Mirim constitui um documento fundamental para compreender o desenvolvimento das políticas urbanas e ambientais do município. Ainda que datado, ele fornece a base normativa sobre a qual podem ser estruturadas políticas modernas de gestão sustentável de resíduos, especialmente quando complementado por instrumentos tecnológicos e atualizado à luz das diretrizes da PNRS. Sua revisão e adequação representam uma oportunidade histórica para que Guajará-Mirim avance rumo a um modelo mais eficiente, sustentável e participativo de gestão urbana e ambiental.

#### 5.4 Tecnologias Digitais no Apoio ao Meio Ambiente

As tecnologias digitais tornaram-se parte indispensável do cotidiano, desempenhando um papel fundamental na realização de diversas atividades diárias. No contexto da sustentabilidade, a relação entre tecnologia e inovação sustentável é essencial para fomentar práticas que promovam tanto a preservação ambiental quanto o desenvolvimento social e econômico. A tecnologia potencializa a capacidade humana de criar soluções que minimizem os impactos ambientais e ampliem os benefícios para a sociedade (Caldeira et al., 2024).

Nesse sentido, observa-se que, nos últimos anos, tais tecnologias têm oferecido soluções inovadoras para enfrentar os desafios ambientais, especialmente no que se refere à gestão de resíduos sólidos. A transformação digital traz consigo não apenas obstáculos, mas também oportunidades e tendências promissoras que apontam para um futuro mais sustentável, baseado em soluções tecnológicas que ajudam a mitigar os impactos negativos ao meio ambiente (Daehn, Costa e Pereira, 2021). Dessa forma, a tecnologia deve ser compreendida como uma ferramenta indispensável à construção da sustentabilidade, e não como um fim em si mesma.

Um exemplo claro dessa aplicação está nos aplicativos móveis voltados à redução da geração e ao combate ao descarte inadequado de resíduos sólidos. Esses aplicativos têm se destacado como ferramentas eficazes tanto na promoção da conscientização ambiental quanto na fiscalização do descarte irregular, ao mesmo tempo que facilitam a prática da reciclagem por parte da população.

A esse respeito, Araldi (2021) destaca que a redução dos impactos ambientais e sociais é viável mediante a adoção de inovações tecnológicas. Nesse cenário, o uso de smartphones com funcionalidades multimídia avançadas tem permitido o desenvolvimento de soluções voltadas à coleta de dados ambientais, mapeamento de ocorrências e geração de denúncias com georreferenciamento. Dispositivos móveis como smartphones e tablets oferecem recursos como câmeras integradas e sistemas de GPS, que permitem a captura e o envio de informações com localização precisa, otimizando o trabalho de fiscalização e tornando as denúncias mais rápidas, acessíveis e confiáveis.

Além disso, Silva et al. (2020) observam que esses dispositivos vêm se consolidando como canais de mediação entre a sociedade, a tecnologia e o meio ambiente. Essa mediação se torna ainda mais significativa diante da crescente

demanda por políticas públicas mais eficazes e transparentes, permitindo uma comunicação direta entre a população e os órgãos ambientais (Silva, 2023).

Dessa forma, promover o desenvolvimento sustentável demanda a elaboração de políticas públicas urbanas que incorporem a tecnologia como aliada na mitigação dos impactos ambientais. Para Ramos (2019), cabe ao poder público local, frente à vasta legislação ambiental existente, não apenas regulamentar, mas também incentivar a participação ativa da sociedade civil, utilizando as tecnologias digitais como ferramentas estratégicas para a sustentabilidade.

Nesse panorama, diversas pesquisas têm proposto soluções tecnológicas voltadas à melhoria da gestão ambiental, exemplificando o potencial dessas ferramentas. Morais (2024), por exemplo, idealizou um aplicativo colaborativo focado na reciclagem consciente, incentivando a doação de resíduos reutilizáveis e a realização de denúncias ambientais. De modo semelhante, Sousa (2024) propôs o aplicativo Comciência Ambiental, com fins educativos, abordando práticas de coleta seletiva e reciclagem. Da Silva (2022) desenvolveu o aplicativo “Solid Waste Belém (SWB)”, voltado à gestão de resíduos sólidos urbanos e à educação ambiental, promovendo a integração entre condomínios e cooperativas, com foco na coleta seletiva e na otimização do reaproveitamento de materiais, reduzindo o volume de resíduos destinados a aterros sanitários e lixões.

Complementando esses esforços, Junior e Lorasqui (2017) propuseram um aplicativo que localiza pontos de descarte de resíduos especiais, como eletrônicos e perfurocortantes. A proposta visa unir tecnologia e utilidade pública, auxiliando na busca por locais de descarte credenciados, evitando assim a contaminação ambiental e os riscos à saúde pública.

Outra iniciativa relevante é a de Souza e Assis (2020), que conceberam um aplicativo baseado em um banco de dados com todos os pontos de coleta de resíduos sólidos de Belo Horizonte/MG. A proposta oferece aos usuários informações sobre o descarte adequado, bem como conteúdos educativos, promovendo benefícios tanto para o setor público — com a redução de resíduos enviados a aterros — quanto para o setor privado, ao incentivar a reciclagem e gerar impactos positivos ao meio ambiente.

No mesmo caminho, Araudi (2021) desenvolveu um aplicativo com o objetivo de denunciar o descarte inadequado de resíduos sólidos em São José do Herval/RS. O projeto buscou oferecer uma ferramenta acessível à população, permitindo o

registro de ocorrências em vias públicas, terrenos baldios e áreas de preservação, entre outros locais impróprios.

Também visando o engajamento da população, Silva (2023) criou um aplicativo para facilitar a comunicação entre cidadãos e autoridades quanto a desastres naturais e crimes ambientais na Região Metropolitana do Recife. A iniciativa busca promover a participação ativa dos moradores nas ações de fiscalização, fortalecendo a proteção ambiental por meio do uso da tecnologia.

Aplicativos, como os propostos por Sousa *et al.* (2022) e De Oliveira e Paschoalin Filho (2016), têm como principal objetivo o mapeamento de pontos de descarte de resíduos sólidos, visando facilitar à população a localização de locais adequados para o descarte, como pontos de entrega voluntária de recicláveis e contatos de cooperativas de catadores. Esses sistemas utilizam informações geográficas e cadastros públicos de pontos mantidos pela prefeitura municipal, por cooperativas e por associações de catadores.

Estudos de mapeamento de resíduos sólidos, tem utilizado várias ferramentas para chegar a um resultado, tais como o estudo de Melo (2022), que utiliza o aplicativo UTM GEO MAP 3.0.9, que realiza o mapeamento nas coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*) e com o auxílio do software Google Earth, concluí os pontos identificados.

Essas experiências evidenciam o papel transformador dos aplicativos móveis na gestão ambiental, demonstrando que soluções tecnológicas simples e acessíveis podem engajar a comunidade na construção de cidades mais limpas, organizadas e ambientalmente responsáveis.

Com base nesse levantamento, foi elaborada a Tabela Comparativa de Funcionalidades de Aplicativos Ambientais, que sintetiza as principais características e funcionalidades dos aplicativos analisados, permitindo visualizar semelhanças e diferenças em relação ao EcoGuajará. A análise da tabela evidencia que muitas das soluções existentes concentram-se em aspectos educativos, informativos ou na localização de pontos formais de descarte, enquanto outras possibilitam denúncias pontuais, porém sem integração plena com o poder público ou acompanhamento das ocorrências.

Tabela 2. Comparativo de Funcionalidades de Aplicativos Ambientais

Funcionalidades / Aplicativos	Eco-on	Solid Waste Belém	COMCIÊNCIA	Vision Ambiental	Descarte Aqui	Vem Reciclar	EcoGuajará
Usuário anônimo	✓	—	—	✓	—	—	—
Cadastro de usuário	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓
Necessita Internet	✓	✓	—	✓	—	—	✓
Uso de GPS	✓	—	—	✓	✓	✓	✓
Uso da câmera	✓	—	—	—	—	—	✓
Classificação do tipo de resíduo	✓	—	—	—	—	—	✓
Relatórios	—	✓	—	—	—	—	✓
Acompanhamento da ocorrência	✓	—	—	—	—	—	✓
Chat	✓	—	—	—	—	—	—
Voltado a denúncias	✓	—	—	✓	—	—	—
Voltado a cooperativas	—	✓	—	—	—	—	—
Mapa interativo	—	—	✓	✓	✓	—	✓
Jogos educativos	—	—	✓	—	—	—	—
Materiais educativos	—	✓	✓	—	—	—	✓
Conteúdo informativo	—	—	✓	—	✓	✓	✓
Pontos de coleta	—	—	—	—	✓	✓	—
Mapeamento de resíduos	—	—	—	—	—	—	✓

Fonte: autor (2025)

Observa-se que iniciativas como as de Moraes (2024) e Sousa (2024) concentram-se predominantemente na conscientização ambiental, utilizando a tecnologia como instrumento educativo. Embora relevantes, essas propostas não contemplam mecanismos de denúncia nem a integração direta com órgãos públicos, o que limita sua atuação no combate ao descarte irregular de resíduos sólidos.

Por outro lado, trabalhos como os de Araudi (2021) e Silva (2023) aproximam-se da proposta do EcoGuajará ao permitir o registro de denúncias ambientais com uso de georreferenciamento. No entanto, diferenciam-se por não estruturarem um fluxo completo de gestão das ocorrências, que inclua validação, acompanhamento e encerramento das ações por parte do poder público.

Iniciativas voltadas à localização de pontos formais de descarte, como as propostas por Junior e Lorasqui (2017) e Souza e Assis (2020), contribuem significativamente para a orientação da população, mas não abordam diretamente a problemática dos pontos irregulares de descarte, foco central do EcoGuajará.

Nesse contexto, o EcoGuajará diferencia-se dos trabalhos correlatos por propor uma solução tecnológica específica para o município de Guajará-Mirim/RO, integrando a participação cidadã ao processo formal de fiscalização ambiental da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. O aplicativo permite não apenas o registro georreferenciado de ocorrências, mas também o acompanhamento do status das denúncias, promovendo maior transparência, eficiência administrativa e apoio à tomada de decisões.

Dessa forma, o EcoGuajará não se apresenta como uma solução superior às iniciativas existentes, mas como uma proposta complementar e contextualizada, que busca preencher uma lacuna específica na gestão ambiental local, alinhando tecnologia e participação social.

## **6 METODOLOGIA**

A metodologia adotada neste estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com objetivo exploratório e abordagem qualitativa, empregando procedimentos de pesquisa bibliográfica e documental. Essa escolha metodológica justifica-se pelo interesse em compreender o contexto do problema investigado e, simultaneamente, desenvolver uma solução tecnológica viável e alinhada às necessidades reais dos atores envolvidos.

De acordo com as definições de Vianna (2013) e Prodanov (2013), este estudo possui as seguintes características:

Quanto à natureza, a pesquisa é classificada como aplicada, pois visou à obtenção de resultados imediatos que pudessem subsidiar a criação de um produto tecnológico – o aplicativo EcoGuajará para mapeamento de descartes irregulares de resíduos sólidos. Esse artefato tecnológico tem como finalidade gerar conhecimento aplicado e contribuir para a resolução de um problema concreto enfrentado pelo município de Guajará-Mirim, envolvendo aspectos ambientais, sociais e administrativos.

O objetivo do estudo foi exploratório, uma vez que buscou aprofundar a compreensão sobre o fenômeno investigado, identificando os requisitos, mapeando as necessidades dos usuários e apoiar a formulação de hipóteses relacionadas ao uso de tecnologias digitais para o monitoramento ambiental e a gestão pública. Para isso, foram realizadas pesquisas bibliográficas e documentais, contemplando estudos sobre gestão de resíduos sólidos, tecnologias de mapeamento georreferenciado e desenvolvimento de sistemas de informação para apoio à tomada de decisão.

A abordagem adotada foi a qualitativa, focada na coleta e interpretação dos dados sem o uso de métodos e técnicas estatísticas.

No que se refere ao desenvolvimento do software, a pesquisa integrou princípios da metodologia ágil, fundamentada em valores como colaboração com stakeholders, adaptação a mudanças e entregas incrementais. O processo de construção do EcoGuajará foi conduzido de forma iterativa e incremental, por meio de ciclos de desenvolvimento (sprints), nos quais foram realizadas atividades de planejamento, implementação, validação e refinamento das funcionalidades do sistema.

O uso da abordagem ágil possibilitou maior flexibilidade diante das demandas

emergentes do projeto, permitindo ajustes contínuos com base no feedback de potenciais usuários, como cidadãos, fiscais ambientais e representantes da gestão pública municipal. Durante o desenvolvimento, foram empregados artefatos típicos de métodos ágeis, como backlog do produto, definição de prioridades e revisões periódicas das funcionalidades implementadas.

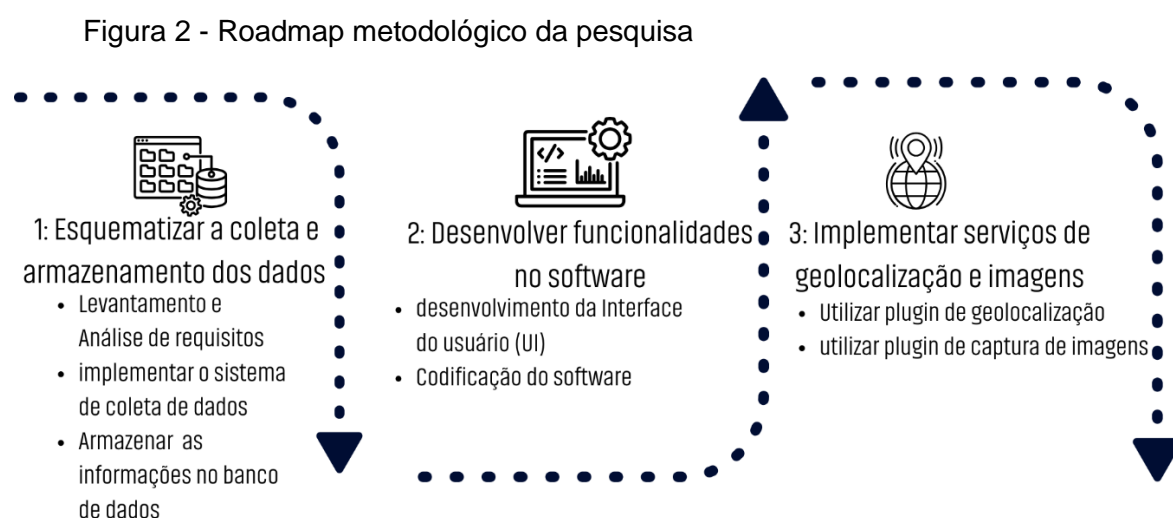
Dessa forma, a metodologia adotada combinou fundamentos da pesquisa científica aplicada com práticas ágeis de engenharia de software, garantindo alinhamento entre investigação acadêmica, desenvolvimento tecnológico e impacto social, em consonância com os princípios do PROFNIT voltados à inovação e à aplicação prática do conhecimento.

## 6.1 Lista Das Etapas Metodológicas

Etapa metodológica 1: Esquematizar a coleta e armazenamento dos dados

Etapa metodológica 2: Desenvolver funcionalidades no software

Etapa metodológica 3: Implementar serviços de geolocalização e imagens



Fonte: autor(2025)

## 6.2 Descrição detalhada de cada etapa metodológica

Nesta seção são apresentadas as etapas metodológicas detalhadas que orientaram o desenvolvimento deste trabalho.

### 6.2..1 Etapa metodológica 1: Esquematizar a coleta e armazenamento dos dados

Nesta etapa inicial do projeto foi realizado o levantamento e a análise dos requisitos do sistema, etapa fundamental para a definição dos dados a serem coletados, armazenados e processados pelo aplicativo. O levantamento de requisitos buscou compreender as demandas reais dos atores envolvidos na gestão ambiental municipal.

#### 6.2..1.1 Técnicas de coleta de dados e levantamento de requisitos

Como técnicas de coleta de dados, foram utilizadas entrevistas informais e semiestruturadas, realizadas com representantes da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), incluindo servidores técnicos e o gestor responsável. As entrevistas tiveram como objetivo identificar os principais problemas relacionados ao descarte irregular de resíduos sólidos no município, os fluxos atuais das ocorrências e fiscalização, bem como as informações consideradas essenciais para o acompanhamento das ocorrências ambientais.

Figura 3. Reunião para coleta de informações e definição dos requisitos do sistema EcoGuajará.



Fonte: autor (2025)

Além das entrevistas, foi realizada observação do contexto institucional, considerando a rotina de trabalho da SEMMA, os procedimentos adotados pelos fiscais e as dificuldades enfrentadas no registro, monitoramento e controle das denúncias ambientais. Essas informações permitiram compreender não apenas os requisitos funcionais do sistema, mas também aspectos operacionais e organizacionais relevantes para a adoção da solução proposta.

A partir da análise dos dados obtidos, os requisitos do sistema foram organizados em um *Product Backlog*, sendo descritos na forma de *user stories* e priorizados conforme o valor para o usuário. Esses requisitos foram continuamente refinados ao longo das sprints, subsidiando de forma incremental a modelagem do banco de dados e a definição do esquema de coleta das informações. Dentre os principais requisitos, destacam-se o registro de ocorrências com geolocalização, documentação fotográfica, classificação do tipo de resíduo, registro de data e hora e acompanhamento do status da denúncia.

#### *User Stories* – Sistema EcoGuajará

##### 1. Usuário (Cidadão)

###### US01 – Cadastro de usuário

Como cidadão, quero me cadastrar no sistema com nome, e-mail e senha, para poder registrar ocorrências ambientais.

###### Critérios de aceitação:

- O sistema deve validar e-mail único
- Deve registrar data de criação automaticamente
- Senha deve ser armazenada de forma criptografada

###### US02 – Login e recuperação de senha

Como usuário, quero fazer login com e-mail e senha, para acessar minhas funcionalidades no sistema.

###### Critérios de aceitação:

- Login deve validar credenciais
- Deve existir opção de recuperação de senha

###### US03 – Registrar ocorrência ambiental

Como cidadão, quero registrar uma ocorrência com localização, foto e tipo de resíduo, para denunciar descarte irregular.

###### Critérios de aceitação:

- Capturar localização via GPS

- Permitir upload de imagem
- Registrar data e hora automaticamente
- Permitir selecionar tipo de resíduo
- Apenas usuários autenticados podem registrar

#### US04 – Visualizar ocorrências no mapa

Como usuário ou visitante, quero visualizar ocorrências em um mapa interativo, para acompanhar a situação ambiental da cidade.

Critérios de aceitação:

- Mapa deve exibir marcadores
- Cores devem indicar status:
  - Pendente
  - Em andamento
  - Aprovado
  - Concluído
- Visitantes podem visualizar sem login

#### 2.Fiscal

#### US05 – Gerenciar status das ocorrências

Como fiscal, quero alterar o status das ocorrências, para acompanhar e gerenciar o atendimento das denúncias.

Critérios de aceitação:

- Status possíveis:
  - Pendente
  - Em andamento
  - Concluído
- Alterações devem ser registradas no sistema

#### US06 – Registrar conclusão com evidência

Como fiscal, quero anexar uma foto do local limpo ao concluir uma ocorrência, para comprovar a resolução.

Critérios de aceitação:

- Upload de imagem obrigatório na conclusão
- Sistema deve atualizar status para “concluído”
- Registro deve ficar vinculado à ocorrência

#### US07 – Gerar relatórios operacionais

Como fiscal, quero gerar relatórios filtrados, para analisar as ocorrências

atendidas.

Critérios de aceitação:

- Filtros por:
  - Período
  - Bairro
  - Tipo de resíduo
  - Status
- Dados devem ser exibidos em tabela ou gráficos

### 3. Secretário

US08 – Gerenciar fiscais

Como secretário, quero cadastrar e gerenciar fiscais, para controlar quem pode atuar no sistema.

Critérios de aceitação:

- Cadastro de novos fiscais
- Edição e remoção de fiscais
- Controle de acesso por perfil

US09 – Acesso completo ao sistema

Como secretário, quero visualizar todas as ocorrências e relatórios, para apoiar a tomada de decisão.

Critérios de aceitação:

- Acesso irrestrito aos dados
- Visualização de relatórios gerais
- Acompanhamento por indicadores

US10 – Relatórios estratégicos

Como secretário, quero gerar relatórios consolidados, para planejar ações ambientais.

Critérios de aceitação:

- Indicadores por:
  - Bairro
  - Tipo de resíduo
  - Status
- Suporte à exportação (ex: PDF)

User Stories – Requisitos Não Funcionais

US11 – Segurança

Como usuário do sistema, quero que meus dados sejam protegidos, para garantir privacidade e segurança.

Critérios:

- Autenticação obrigatória
- Criptografia de senha
- Controle de acesso por perfil

US12 – Desempenho

Como usuário, quero que o sistema responda rapidamente, para ter uma boa experiência de uso.

Critérios:

- Cadastro/login  $\leq 3$  segundos
- Registro de ocorrência  $\leq 3$  segundos
- Relatórios  $\leq 5$  segundos

US13 – Usabilidade

Como usuário, quero uma interface simples e intuitiva, para utilizar o sistema facilmente.

Critérios:

- Interface de janela única
- Formulários simples
- Feedback visual claro
- Uso de cores no mapa

US14 – Compatibilidade

Como usuário, quero acessar o sistema em diferentes dispositivos, para utilizá-lo em qualquer lugar.

Critérios:

- Compatível com Android
- Compatível com Iphone

US15 – Manutenibilidade

Como equipe técnica, quero um sistema modular, para facilitar manutenção e evolução.

Critérios:

- Arquitetura MVC
- API em PHP
- Banco MySQL

Após a definição das *User Stories* do sistema EcoGuajará, foi realizada a etapa de priorização do *Product Backlog*, com o objetivo de organizar as funcionalidades de acordo com sua relevância e ordem de implementação. Essa priorização foi baseada principalmente no valor agregado ao usuário e nas dependências técnicas entre as funcionalidades,

A priorização do *Product Backlog* do sistema EcoGuajará foi realizada com base em dois critérios principais: o valor entregue ao usuário e a dependência técnica entre as funcionalidades. Essa abordagem permitiu organizar as entregas de forma estratégica, garantindo que as funcionalidades mais relevantes e essenciais para o funcionamento do sistema fossem desenvolvidas nas primeiras *sprints*.

Inicialmente, foram priorizadas as *user stories* classificadas como de alta prioridade, por representarem o núcleo funcional do sistema. Entre elas destacam-se o cadastro de usuários (US01), autenticação (US02), registro de ocorrências (US03), visualização no mapa (US04) e gerenciamento do status das denúncias pelos fiscais (US05). Essas funcionalidades são consideradas essenciais, pois viabilizam o funcionamento básico do sistema, permitindo que o usuário interaja com a aplicação e registre informações ambientais. Ainda nesse grupo, a funcionalidade de registro de foto de conclusão pelo fiscal (US06) foi incluída como de alta prioridade por agregar valor ao processo de validação das ocorrências.

Em seguida, foram classificadas como de média prioridade as funcionalidades relacionadas à gestão e análise de dados, como a geração de relatórios (US07 e US10), o cadastro de fiscais (US08) e o acesso completo do secretário (US09). Essas funcionalidades, embora importantes para a gestão e tomada de decisão, dependem da consolidação das funcionalidades básicas do sistema para serem plenamente utilizadas.

Por fim, os requisitos não funcionais foram classificados como de baixa prioridade no *Product Backlog*, não por serem menos importantes, mas por possuírem caráter transversal e contínuo ao longo de todo o desenvolvimento. Aspectos como segurança (US11), desempenho (US12), usabilidade (US13), compatibilidade (US14) e manutenibilidade (US15) foram considerados obrigatórios e incorporados em todas as etapas do desenvolvimento, garantindo a qualidade do sistema como um todo.

Dessa forma, a priorização do *backlog* contribuiu para a organização incremental do desenvolvimento, permitindo a entrega contínua de valor ao usuário e assegurando que as funcionalidades essenciais fossem implementadas de maneira

antecipada, reduzindo riscos e facilitando a validação do sistema junto aos *stakeholders*.

Tabela 3: A priorização considerando valor para o usuário + dependência técnica.

Prioridade	ID	User Story	Valor
Alta	US01	Cadastro de usuário	Muito alto
Alta	US02	Login e recuperação de senha	Muito alto
Alta	US03	Registrar ocorrência	Essencial (core do sistema)
Alta	US04	Visualizar ocorrências no mapa	Essencial
Alta	US05	Fiscal altera status	Essencial
Alta	US06	Foto de conclusão pelo fiscal	Alto
Média	US07	Relatórios para fiscal	Alto
Média	US08	Cadastro de fiscais (secretário)	Médio
Média	US09	Acesso completo do secretário	Médio
Média	US10	Relatórios estratégicos	Alto
Baixa	US11	Segurança (transversal)	Obrigatório
Baixa	US12	Performance	Obrigatório
Baixa	US13	Usabilidade	Obrigatório
Baixa	US14	Compatibilidade	Obrigatório
Baixa	US15	Manutenibilidade	Obrigatório

Fonte: Autor (2025)

Após a definição da User Story US05 – Gerenciar status das ocorrências, o sistema passou por um processo de refinamento do backlog, característico do framework Scrum. Durante a apresentação parcial do sistema a um usuário comum, foi possível obter feedback relevante sobre a forma como as ocorrências eram finalizadas.

Na versão inicial, o fiscal possuía apenas a funcionalidade de alterar o status da ocorrência para “concluído”. No entanto, a partir da interação com o usuário, foi sugerida a necessidade de registrar de forma mais clara a resolução do problema, incluindo evidências do local após a limpeza. Essa sugestão evidenciou uma lacuna

no processo, relacionada à comprovação da efetiva solução da ocorrência.

Diante disso, o backlog foi refinado e a funcionalidade foi evoluída, resultando na ampliação da user story. Assim, além da alteração do status, passou a ser exigido que o fiscal realize o cadastro do local limpo, incluindo o envio de imagem comprobatória no momento da conclusão da ocorrência.

Essa melhoria foi posteriormente implementada no sistema, agregando maior transparência, confiabilidade e rastreabilidade ao processo de atendimento das denúncias.

#### 6.2..1.2 Modelagem do banco de dados

Após o levantamento inicial dos requisitos do sistema, a modelagem e construção do banco de dados do EcoGuajará foram conduzidas de forma incremental, seguindo os princípios do Scrum. Diferentemente de abordagens tradicionais, em que o banco de dados é completamente definido antes do desenvolvimento, no Scrum sua estrutura é evoluída progressivamente, acompanhando o refinamento dos requisitos ao longo das *sprints*.

Inicialmente, a partir da organização dos requisitos no *Product Backlog* e sua descrição em *user stories*, foram identificadas as necessidades essenciais do sistema. Entre essas funcionalidades destacaram-se o cadastro de usuários com diferentes perfis (cidadão, fiscal e secretário), o registro de localizações de descarte irregular de resíduos e a associação entre o usuário e as ocorrências registradas.

Com base nas primeiras *user stories* priorizadas — especialmente aquelas relacionadas ao cadastro de usuários e registro de ocorrências — foi realizada uma modelagem inicial do banco de dados, contemplando as entidades fundamentais para o funcionamento do sistema. Essa modelagem inicial foi suficiente para atender às entregas da primeira *sprint*, sendo posteriormente refinada conforme novas funcionalidades foram incorporadas.

Nesse contexto, foram definidas inicialmente as principais entidades do sistema:

- Tabela usuarios: responsável por armazenar os dados dos indivíduos que utilizam o sistema, incluindo cidadãos, fiscais e secretário. Essa entidade contempla informações necessárias para autenticação, identificação e definição de perfil de acesso.

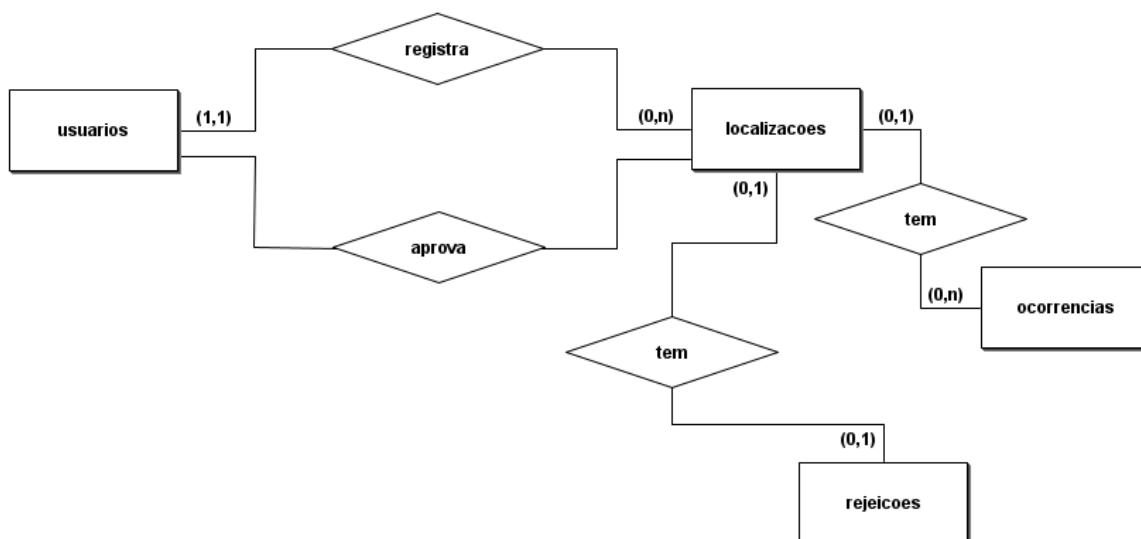
- Tabela localizacoes: destinada ao registro dos pontos de descarte irregular de resíduos no município. Cada localização está associada a um usuário, garantindo rastreabilidade das informações enviadas.

Com a evolução do sistema e a inclusão de novas funcionalidades nas *sprints* subsequentes, novas entidades foram incorporadas ao modelo de dados, refletindo o caráter incremental do processo:

- Tabela ocorrencias: criada para registrar o acompanhamento operacional das denúncias, armazenando informações como status da ocorrência (em andamento ou concluída), datas de início e conclusão do atendimento.
- Tabela rejeicoes: adicionada posteriormente para registrar as justificativas formais de ocorrências não aprovadas pelos fiscais, aumentando a transparência e o controle do processo.

Dessa forma, a estrutura do banco de dados não foi definida de maneira estática, mas sim construída e refinada continuamente ao longo do desenvolvimento, acompanhando a evolução das *user stories* e das necessidades identificadas junto aos *stakeholders*.

Figura 3. Esquema Entidade Relacionamento



Fonte: Autor (2025)

O diagrama apresentado na Figura 3, sintetiza a organização lógica do banco de dados do sistema EcoGuajará, evidenciando as principais entidades e seus respectivos relacionamentos. O modelo permite compreender de forma estruturada o

fluxo das informações no sistema, desde o registro inicial da localização pelo usuário até as etapas de análise, aprovação ou rejeição realizadas pelos fiscais.

Além disso, o diagrama destaca a interação entre as entidades *usuários*, *localizações*, *ocorrências* e *rejeições*, demonstrando como os dados são armazenados, relacionados e atualizados ao longo do ciclo de vida de uma denúncia ambiental. Essa representação contribui para a validação da consistência do modelo de dados e para o entendimento do funcionamento interno do sistema, servindo como base para a implementação da API e das funcionalidades do aplicativo.

### 6.2..1.3 Arquitetura de Comunicação e Gerenciamento de Dados

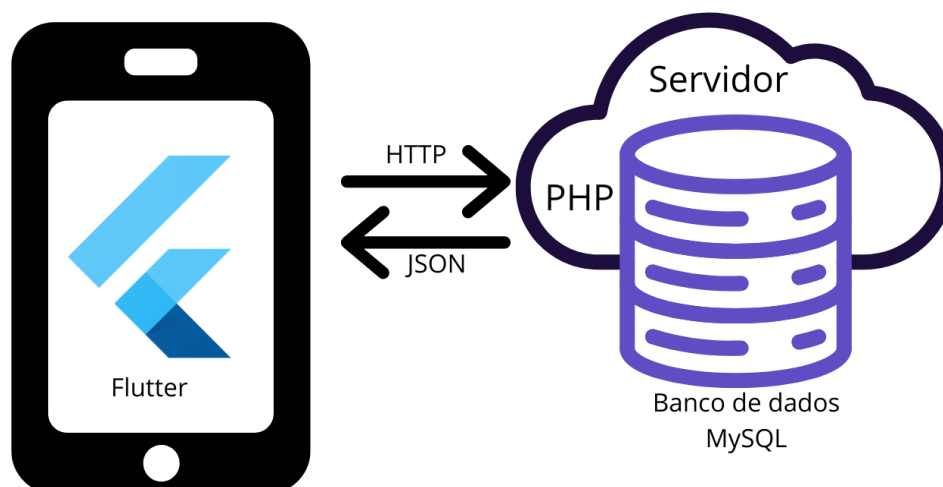
Para que o aplicativo funcione de forma estável, segura e com acesso contínuo às informações, optou-se pela utilização de serviços de hospedagem, responsável pelo armazenamento e gerenciamento do banco de dados do sistema. O servidor utilizado é do tipo Percona Server 8.0.43-34 (GPL), uma versão aprimorada e compatível com o MySQL, reconhecida por sua alta performance, confiabilidade e eficiência em ambientes de produção.

A conexão é estabelecida via UNIX socket, o que garante maior rapidez e segurança nas comunicações internas entre a aplicação e o banco de dados. O charset UTF-8 (utf8mb4) foi adotado para assegurar a compatibilidade com todos os caracteres utilizados na língua portuguesa e demais símbolos especiais, evitando falhas de codificação e perda de dados.

O ambiente de administração do banco de dados utiliza o phpMyAdmin versão 5.2.2, que oferece uma interface web intuitiva para gerenciamento, manipulação e monitoramento das tabelas, views e consultas SQL, facilitando o controle e a manutenção das informações armazenadas.

A escolha por utilizar um serviço de hospedagem se deve à sua infraestrutura robusta, alta disponibilidade e suporte técnico especializado, fatores que são essenciais para a execução contínua do sistema, que requer acesso remoto às informações do mapeamento, ocorrências e relatórios. Além disso, a hospedagem em servidor dedicado possibilita uma integração eficiente entre a API PHP e o banco de dados MySQL/Percona, garantindo que o aplicativo registre, consulte e atualize os dados de forma segura, rápida e confiável.

Figura 4. Comunicação entre o Flutter e o PHP



Fonte: autor (2025)

O aplicativo EcoGuajará estabelece comunicao com o servidor por meio de requisioes HTTP, utilizando os metodos GET e POST para enviar e receber dados. Toda interaao ocorre entre o aplicativo Flutter e a API escrita em PHP, que acessa o banco de dados MySQL conforme apresentado na Figura 4. O aplicativo não se conecta ao banco de dados; ele depende exclusivamente das respostas enviadas pela API.

Quando e necessaria alguma operaao, como registrar dados, atualizar informaoes ou obter detalhes de um registro, o aplicativo monta uma requisiao HTTP contendo os parametros adequados. Essa requisiao e enviada para um endpoint especifico da API hospedado no servidor. A API interpreta os dados recebidos, executa consultas no banco de dados e retorna uma resposta no formato JSON, indicando sucesso, erro e quaisquer dados solicitados.

Para envio de informaoes mais complexas, como imagens capturadas pelo celular, o aplicativo converte a foto em um arquivo dentro do corpo da requisiao e transmite para o servidor por HTTP. A API recebe o arquivo, armazena no diretorio apropriado e grava no banco apenas o caminho do arquivo e o nome. Todas as operaoes seguem esse mesmo modelo: o aplicativo apenas envia informaoes a API e recebe uma resposta estruturada.

Alem disso, para obter dados ja existentes no servidor — como status, localizaao registrada, imagem salva ou qualquer outra informaao — o aplicativo faz

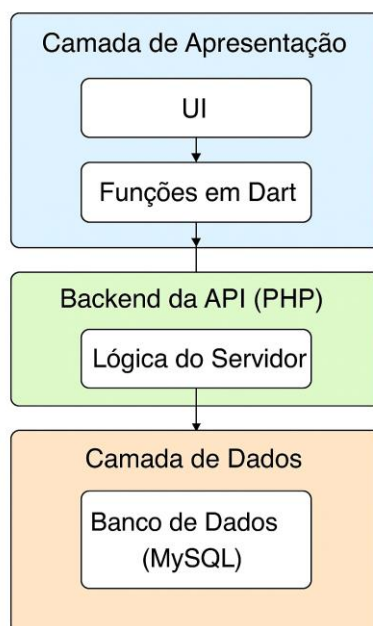
uma requisição GET passando parâmetros. O servidor consulta o banco, monta uma resposta em JSON e envia de volta para o aplicativo. O aplicativo interpreta essa resposta e atualiza a interface conforme necessário.

A comunicação ocorre de maneira síncrona e direta:

- O aplicativo envia uma requisição HTTP.
- A API processa e acessa o banco de dados.
- A API retorna uma resposta em JSON.
- O aplicativo interpreta essa resposta e atualiza sua interface.

Assim, a comunicação entre o aplicativo EcoGuajará e o servidor caracteriza-se por um conjunto estruturado de interações cliente–servidor, sustentadas por requisições HTTP, padronização em JSON e troca de dados multimídia.

Figura 5 – Camadas da Aplicação



Fonte. Autor (2025)

A sequência apresentada na Figura 5, representa uma arquitetura em camadas, organizada da interface do usuário até o banco de dados. Cada camada desempenha um papel específico: a apresentação (UI) interage com o usuário, as funções em Dart tratam a lógica interna, os serviços de API realizam a comunicação com o backend, o servidor PHP aplica as regras de negócio e, por fim, o MySQL armazena os dados de forma persistente.

Essa etapa foi essencial para garantir que o desenvolvimento do aplicativo

estivesse alinhado às necessidades dos usuários finais — cidadãos, fiscais e gestores ambientais — e serviu de base para as etapas posteriores de modelagem de dados e desenvolvimento do sistema.

## 6.2..2 Etapa Metodológica 2: Desenvolver funcionalidades do software

### 6.2..2.1 Ferramentas e Tecnologias Utilizadas

Nesta etapa do projeto, foi desenvolvido o software para o mapeamento de descartes irregulares de resíduos sólidos, contemplando a definição das tecnologias, o desenvolvimento da interface do usuário (UI), a codificação do sistema, e testes.

Inicialmente, foi realizada uma busca por ferramentas adequadas para a implementação do software. Optou-se pelo Android Studio Iguana como ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), por se tratar da plataforma oficial para criação de aplicativos Android, oferecendo recursos que aumentam a produtividade no desenvolvimento de aplicações (Android, 2025).

Em seguida, foi adotado o Flutter (versão 3.29) como framework principal, juntamente com a linguagem de programação Dart, ambos desenvolvidos pelo Google. O Flutter é um kit de desenvolvimento (SDK) de código aberto que se destaca pela sua versatilidade, alto desempenho e capacidade de desenvolvimento multiplataforma. A partir de um único código-fonte, é possível criar aplicações para Android, iOS, Web e Desktop, garantindo consistência visual e funcional, além de reduzir tempo e custos de desenvolvimento (Flutter, 2025). Essa escolha também permite que o sistema seja futuramente adaptado para iOS, ampliando sua escalabilidade.

Após a definição das tecnologias, iniciou-se a fase de projeto da interface do usuário (UI), com foco em proporcionar uma experiência do usuário (UX) intuitiva e eficiente. Para isso, buscou-se uma organização clara dos elementos visuais, simplicidade na navegação e facilidade de interação com o sistema.

Na sequência, ocorreu a fase de desenvolvimento e codificação do software, na qual foram implementadas as funcionalidades do aplicativo utilizando o Flutter e a linguagem Dart. Para a comunicação com o banco de dados, foi utilizada uma API desenvolvida em PHP (Hypertext Preprocessor), linguagem amplamente empregada no desenvolvimento backend. O banco de dados foi implementado em MySQL, um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) que utiliza a linguagem SQL

como interface para manipulação dos dados.

Por fim, foram realizadas as etapas de testes, com o objetivo de assegurar que o aplicativo funcione corretamente e atenda aos requisitos especificados.

#### 6.2..2.2 Desenvolvimento do software

Seguindo a abordagem incremental proposta pelo Scrum, o desenvolvimento do sistema EcoGuajará foi estruturado em sprints, nas quais cada ciclo resultou na entrega de funcionalidades específicas do aplicativo, permitindo evolução contínua e validação progressiva (Prikladnicki; Willi; Milani, 2014).

Diferente dos modelos tradicionais de gestão de projetos, o Scrum propõe ciclos curtos e bem definidos chamados de sprints, que geralmente duram de uma a quatro semanas. Ao final de cada sprint,  esperado que um incremento funcional do produto seja entregue, possibilitando avaliações constantes, ajustes rápidos e a incorporação de feedbacks dos usuários ou stakeholders (Pressman, 2016).

##### Sprint 1 – Estrutura Inicial do Sistema

Objetivo: estabelecer a base da aplicação

Nesta etapa inicial, foram implementadas a tela principal do sistema e o arquivo responsável pelo gerenciamento das rotas internas da aplicação. Essa estrutura foi fundamental para organizar a navegação entre as telas e garantir uma base sólida para os demais módulos.

Entregas:

- Tela inicial do aplicativo
- Configuração de rotas
- Estrutura base do projeto

##### Sprint 2 – Cadastro e Perfis de Usuário

Objetivo: permitir acesso ao sistema

Na segunda sprint, desenvolveu-se a interface e o fluxo de cadastro de usuários, incluindo autenticação e organização dos diferentes perfis de acesso. Também foi criado o painel com funcionalidades específicas para cada tipo de usuário (cidadão, fiscal e secretário).

Entregas:

- Tela de cadastro
- Login e autenticação

- Painel por perfil de usuário

### Sprint 3 – Cadastro de Ocorrências (Módulo Central)

Objetivo: implementar o núcleo do sistema

Nesta etapa, foi desenvolvido o módulo de cadastro da localização do resíduo, considerado o núcleo do sistema. Essa fase demandou maior esforço técnico devido à integração de múltiplas dependências, incluindo recursos de geolocalização e envio de imagens.

Entregas:

- Registro de ocorrências
- Integração com GPS
- Upload de imagens
- Armazenamento de dados

### Sprint 4 – Mapa Interativo

Objetivo: visualização das ocorrências

Após o cadastro de ocorrências, foi realizada a integração do mapa interativo, responsável por exibir os marcadores das denúncias registradas. Essa funcionalidade permitiu a visualização espacial das ocorrências no município.

Entregas:

- Integração com mapa
- Exibição de marcadores
- Visualização por status

### Sprint 5 – Funcionalidades do Fiscal

Objetivo: gerenciamento das ocorrências

Nesta sprint, foram implementadas funcionalidades específicas para o fiscal, incluindo a atualização do status das ocorrências e o acompanhamento do atendimento das denúncias.

Entregas:

- Alteração de status
- Fluxo de acompanhamento
- Validação das ocorrências

## Sprint 6 – Relatórios e Finalização

Objetivo: análise e consolidação de dados

Por fim, foi desenvolvido o módulo de relatórios, considerado uma das etapas mais complexas, exigindo adaptação técnica para garantir consistência com os dados coletados e armazenados ao longo do sistema.

Entregas:

- Geração de relatórios
- Filtros por critérios (bairro, tipo, status, período)
- Consolidação de dados

A organização do desenvolvimento em sprints, conforme os princípios do Scrum, possibilitou a construção progressiva e estruturada do sistema EcoGuajará, garantindo que cada etapa resultasse em entregas funcionais e testáveis. Essa abordagem incremental permitiu não apenas a implementação ordenada das funcionalidades, mas também a validação contínua do sistema ao longo do processo, reduzindo riscos e facilitando a identificação de ajustes necessários.

### 6.2..2.3 Funcionalidades do Sistema

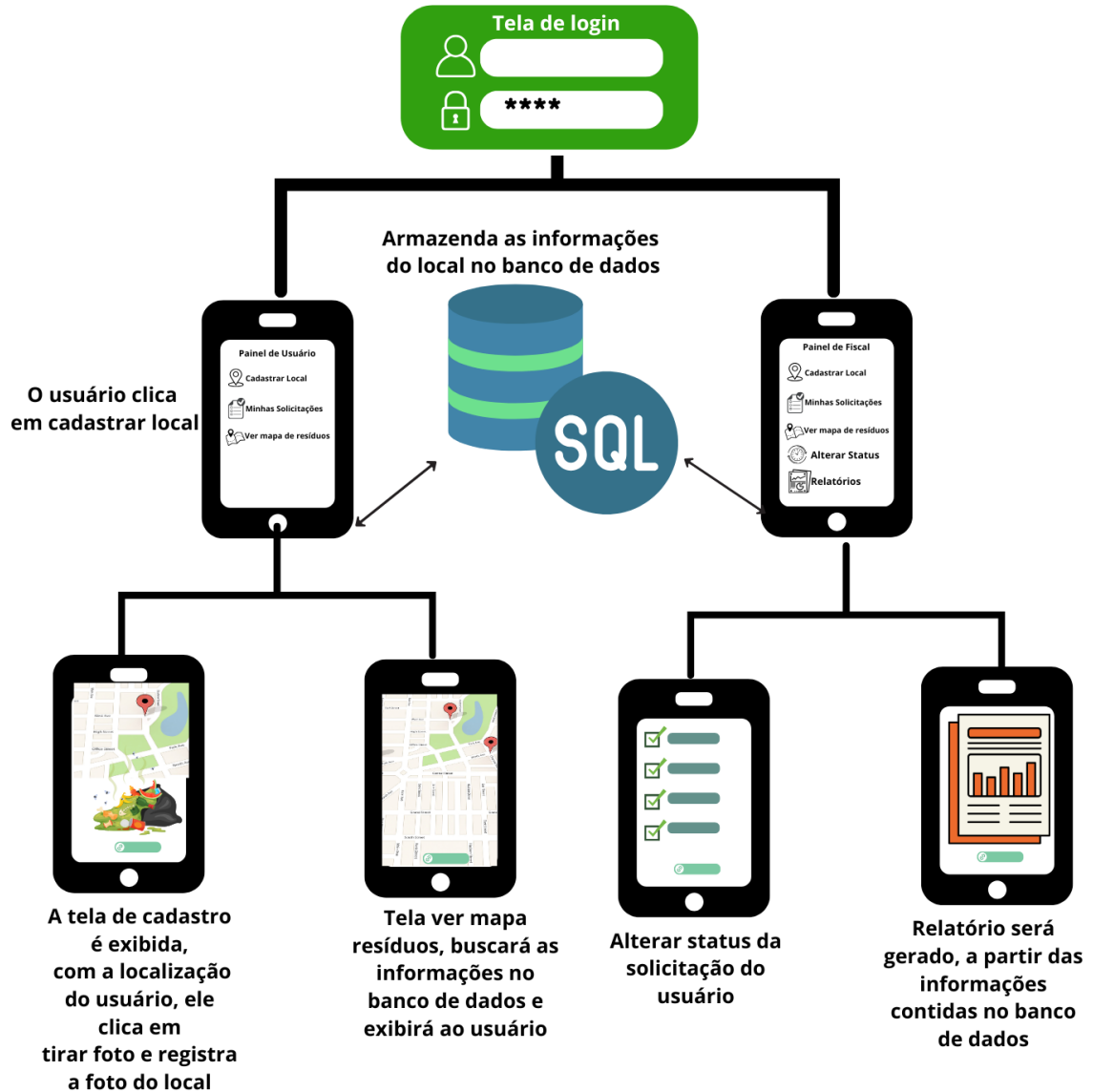
Para complementar e tornar ainda mais compreensível a lógica de funcionamento do sistema, foi elaborada uma estrutura adicional que detalha suas principais funcionalidades. Essa estrutura tem como objetivo facilitar a visualização dos recursos disponíveis, destacando como cada funcionalidade será acessada e utilizada pelos diferentes perfis de usuários conforme ilustrado na Figura 6. Dessa forma, tanto a equipe de desenvolvimento quanto os stakeholders envolvidos no projeto poderão ter uma visão clara do comportamento esperado do sistema em situações práticas.

Essa abordagem contribui significativamente para o alinhamento entre os objetivos do sistema e as expectativas dos usuários, além de servir como uma base sólida para o processo de implementação, garantindo que nenhuma funcionalidade essencial seja deixada de fora. A utilização de representações visuais, como diagramas e estruturas funcionais, também auxilia na identificação precoce de possíveis falhas ou inconsistências nos requisitos, permitindo ajustes antes mesmo do início da codificação.

O usuário tem a capacidade de se cadastrar no sistema, efetuar login e acessar diversas funcionalidades disponíveis. Entre elas, poderá registrar ocorrências

informando a localização exata por meio de coordenadas de latitude e longitude, anexar uma fotografia e selecionar o tipo de resíduo descartado.

Figura 6 – Funcionalidades do Sistema



Fonte. Autor (2025)

No que se refere à implementação do software, o sistema encontra-se integralmente desenvolvido e operacional. As funcionalidades de cadastro e autenticação de usuários foram implementadas e estão plenamente funcionais. Ademais, o software disponibiliza mecanismos que permitem ao usuário a atualização de seus dados cadastrais, como nome e senha, proporcionando maior flexibilidade e autonomia na gestão das informações da conta. Também foi desenvolvida a funcionalidade de recuperação de senha, na qual, ao selecionar a opção "Esqueci

minha senha", o sistema envia automaticamente um e-mail para o endereço de e-mail previamente cadastrado. Esse e-mail contém um link exclusivo para redefinição de senha, permitindo ao usuário criar uma nova senha de forma segura e prática.

### 6.2..3 Etapa Metodológica 3: Implementação de Serviços de Geolocalização e Imagens:

Nesta etapa do projeto, foram implementados serviços de geolocalização e captura de imagens com o objetivo de identificar, registrar e mapear com precisão as áreas afetadas pelo descarte irregular de resíduos sólidos. A incorporação desses recursos é fundamental para garantir a qualidade e a confiabilidade das informações coletadas, permitindo não apenas o registro textual das ocorrências, mas também sua contextualização espacial e visual.

Para a visualização geográfica das ocorrências, foi utilizado o flutter\_map, uma biblioteca que possibilita a renderização de mapas interativos personalizados dentro da aplicação. Essa ferramenta permite a exibição de marcadores correspondentes às ocorrências registradas, facilitando a análise espacial dos dados e contribuindo para uma melhor compreensão da distribuição dos pontos de descarte irregular no município.

No que se refere à obtenção da localização do usuário, foi empregado o Geolocator, responsável por capturar automaticamente as coordenadas geográficas do dispositivo móvel, expressas em latitude e longitude. Esse recurso garante maior precisão no registro das ocorrências, eliminando a necessidade de inserção manual da localização e reduzindo a possibilidade de erros. Além disso, o uso do GPS permite que o sistema identifique o posicionamento em tempo real, contribuindo para a confiabilidade dos dados coletados.

Para a documentação visual das ocorrências, foi utilizado o Image Picker, um pacote compatível com os sistemas operacionais Android e iOS, que permite ao usuário capturar imagens diretamente pela câmera do dispositivo ou selecionar fotos previamente armazenadas na galeria. As imagens capturadas são posteriormente enviadas ao servidor por meio da API, sendo armazenadas de forma estruturada e associadas à respectiva ocorrência no banco de dados.

A integração entre geolocalização e captura de imagens possibilita que cada ocorrência registrada no sistema contenha informações completas, incluindo coordenadas geográficas, registro visual e dados descritivos. Essa abordagem

fortalece o processo de validação das denúncias, auxilia na tomada de decisão por parte dos órgãos responsáveis e contribui para a transparência das ações de fiscalização.

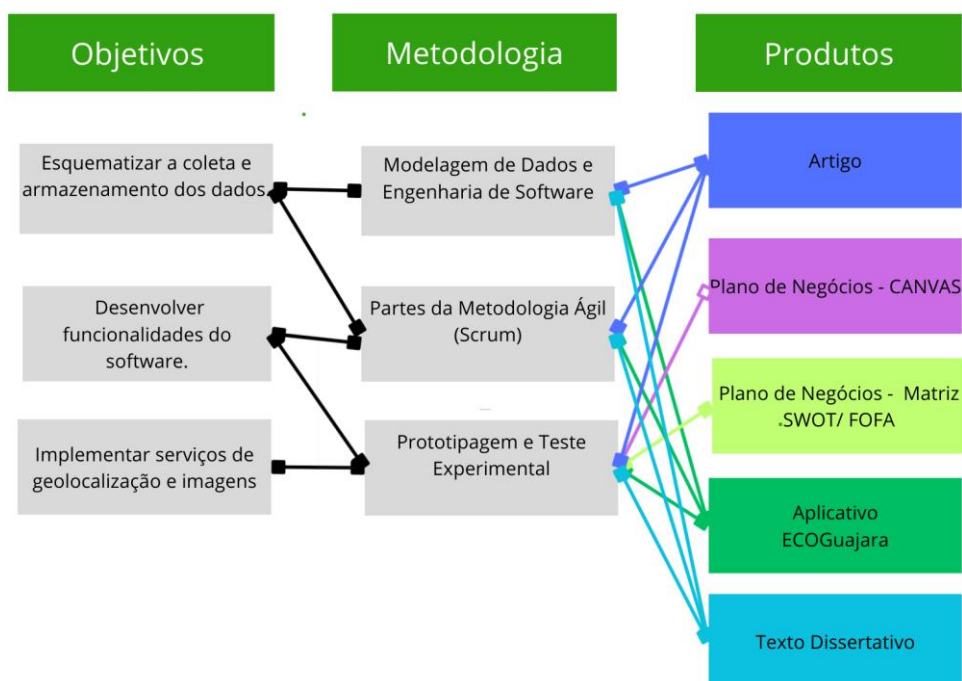
Adicionalmente, essa etapa exigiu cuidados relacionados à solicitação de permissões de acesso no dispositivo móvel, como o uso da localização e da câmera, garantindo conformidade com as diretrizes de segurança e privacidade dos sistemas operacionais. Também foram implementados mecanismos de tratamento de erros, como a indisponibilidade do GPS ou falhas na captura de imagens, assegurando maior robustez e confiabilidade ao sistema.

Dessa forma, a implementação desses serviços representa um avanço significativo na qualidade das informações coletadas pelo aplicativo EcoGuajará, integrando dados espaciais e visuais que ampliam o potencial de monitoramento e gestão ambiental no município.

### 6.3 Matriz De Validação/Amarração

Tabela 3: Matriz de validação/amarração

**Objetivo Geral: Criar um software para mapeamento do descarte irregular de resíduos sólidos em Guajará-Mirim/RO.**



Fonte: Próprio autor (2025)

## **7 RESULTADOS**

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir do desenvolvimento do sistema EcoGuajará, evidenciando as principais funcionalidades implementadas, bem como a interface do aplicativo e sua estrutura de navegação. Os resultados refletem a aplicação prática dos requisitos levantados e das etapas metodológicas anteriormente descritas, demonstrando a evolução do sistema ao longo do processo de desenvolvimento.

A apresentação das telas e funcionalidades tem como objetivo ilustrar o comportamento do sistema em situações reais de uso, permitindo compreender como os usuários interagem com a aplicação e como as informações são registradas, processadas e disponibilizadas.

Nesse contexto, as figuras a seguir apresentam as principais interfaces do aplicativo, o sistema possui uma tela inicial, conforme Figura 7, apresenta a tela do aplicativo desenvolvido EcoGuajará. A interface é limpa e intuitiva, utilizando predominantemente tons de verde e branco — cores que remetem à sustentabilidade, natureza e responsabilidade ambiental. O verde também é amplamente associado a ações ecológicas e reforça o propósito do aplicativo (Pereira, 2023).

Nos elementos visuais, temos a logo que destaca um mapa com um marcador que contém um ícone de reciclagem, ao lado de uma lixeira, tudo sobre um fundo azul circular. Essa composição comunica claramente o propósito do aplicativo: localização geográfica de pontos de descarte e incentivo à destinação correta dos resíduos.

Nas funções principais do software, nós temos quatro ícones interativos:

- Login: Representado por um ícone de usuário com um check verde, sugerindo autenticação no sistema.
- Mapeamento: Ícone de mapa com um marcador vermelho, indicando acesso à área onde o usuário pode visualizar pontos de descarte.
- Campanha Educacional: Ícone do planeta com uma seta circular e uma folha, representando ações de conscientização ambiental.
- Sobre nós: Ícone de informação dentro de um círculo verde, destinado a apresentar detalhes sobre o aplicativo e seus idealizadores.

A Figura 8 apresenta a tela de login do aplicativo, onde é exibida a logo do na parte superior. Abaixo, encontram-se os campos destinados ao preenchimento do e-mail ou celular e da senha do usuário. Além disso, a tela oferece duas funcionalidades:

a opção para realizar o cadastro de um novo usuário e a opção de recuperação de senha, permitindo que o acesso seja restabelecido em caso de esquecimento.

Figura 7. Tela Inicial



Figura 8. Tela de Login



Fonte. Autor (2025)

Fonte. Autor (2025)

Na Figura 9, apresenta-se a tela de cadastro de usuário, que exibe, na parte superior, a logomarca do aplicativo. Abaixo, encontram-se os campos Nome, Celular, E-mail, Senha e Confirmar Senha, sendo este último utilizado para assegurar que a senha digitada corresponde à informada anteriormente. Para concluir o cadastro, o usuário deve inserir uma senha contendo, no mínimo, seis caracteres.

Na Figura 10 é apresentada a tela de recuperação de senha. Nessa interface, o usuário que possui um e-mail previamente cadastrado no sistema pode solicitar a redefinição de sua senha. A funcionalidade permite que o usuário informe seu endereço de e-mail, e, a partir disso, o sistema envia instruções para criação de uma nova senha, garantindo segurança e acessibilidade ao processo de recuperação de acesso.

Figura 9. Tela de Cadastro do Usuário

20:09

← Cadastro

Nome completo

Celular (opcional)

E-mail

Senha

Confirmar senha

Cadastrar

Fonte. Autor (2025)

Figura 10. Tela de Recuperação de Senha

20:09

← Recuperar Senha

E-mail

Enviar E-mail de Recuperação

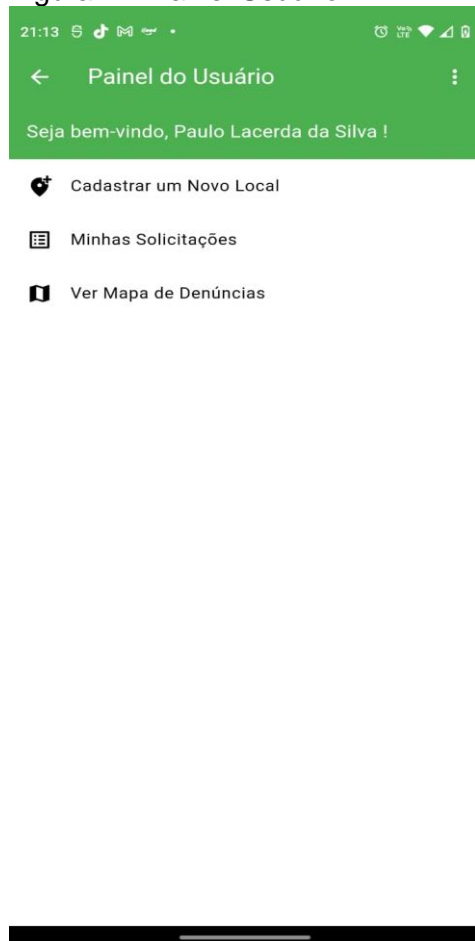
Fonte. Autor (2025)

Após efetuar o login no sistema, o usuário será direcionado para a tela do Painel de Usuário, conforme ilustrado na Figura 11, com uma mensagem de boas vindas e o seu nome. A partir dessa interface, ele poderá cadastrar um novo local de descarte, como demonstrado na Figura 12. Nesse processo, o aplicativo irá capturar automaticamente a localização geográfica do usuário, apresentando o nome do bairro que o usuário está no momento do registro. Em seguida, será necessário tirar uma fotografia do local — etapa obrigatória para concluir o registro. Por fim, o usuário deverá selecionar o tipo de resíduo identificado, completando assim o envio da ocorrência ao sistema que armazenará as informações em um banco de dados.

O sistema, conforme ilustrado na Figura 11, ainda inclui o menu "Minhas Solicitações", onde o usuário pode acompanhar seus registros. Ao acessar essa janela, serão exibidos todos os registros realizados pelo usuário, apresentando uma

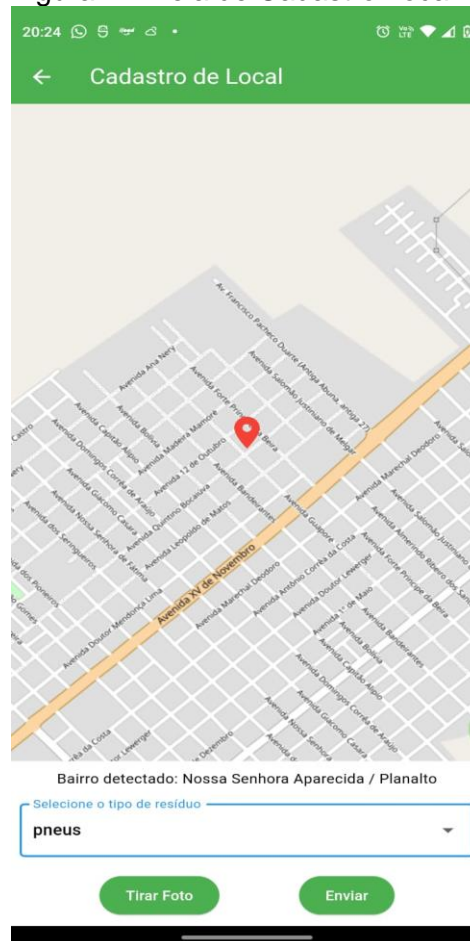
prévia da imagem registrada, a localização em latitude e longitude, o status da solicitação, a data de envio e o nome do fiscal responsável pelo acompanhamento do caso.

Figura 11. Painel Usuário



Fonte. Autor (2025)

Figura 12. Tela de Cadastro Local

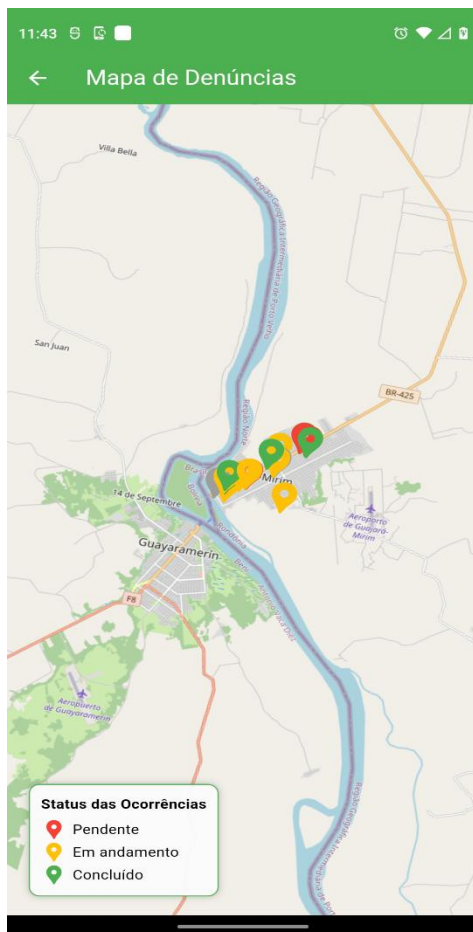


Fonte. Autor (2025)

Os dados coletados são utilizados para alimentar um mapa interativo, que permitirá a identificação e o mapeamento das áreas impactadas pelo descarte irregular de resíduos. Nesse mapa, o usuário poderá visualizar todos os pontos registrados no sistema, organizados por status: pendente (marcador vermelho), em andamento (marcador amarelo) e concluído (marcador verde). Essa funcionalidade proporciona uma visualização clara e atualizada da situação, permitindo que o usuário acompanhe o andamento de suas ocorrências diretamente na plataforma. Conforme apresentado na Figura 13, cada usuário terá a possibilidade de acompanhar as suas ocorrências registradas por meio do mapa interativo. Esse recurso permite uma visualização da localização de cada ocorrência e seu respectivo status. Dessa

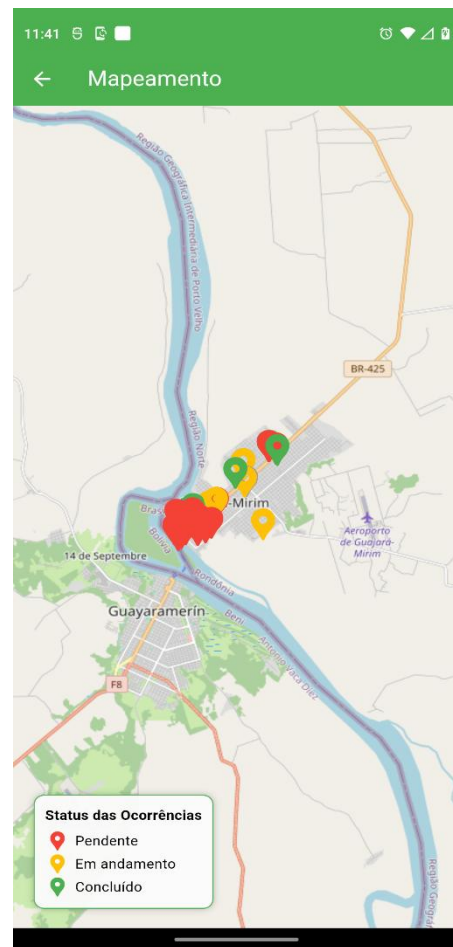
maneira, o usuário pode monitorar o progresso de suas ocorrências — desde o momento do registro até a conclusão da ação corretiva — de forma prática e acessível, fortalecendo o engajamento e a transparência no processo de fiscalização ambiental. Além de poder visualizar suas próprias ocorrências por meio do mapa interativo, cada usuário também terá acesso ao mapeamento geral de todas as ocorrências registradas no sistema, conforme ilustrado na Figura 14, bastando apenas clicar em Mapeamento conforme ilustrado na Figura 7. Esse recurso permite uma visão ampla da situação do descarte irregular na cidade, contribuindo para a conscientização coletiva e incentivando a participação ativa da comunidade no mapeamento e monitoramento ambiental, para ter acesso ao mapeamento geral o usuário não precisa estar logado.

Figura 13. Mapa de Resíduos



Fonte. Autor (2025)

Figura 14. Tela de Mapeamento



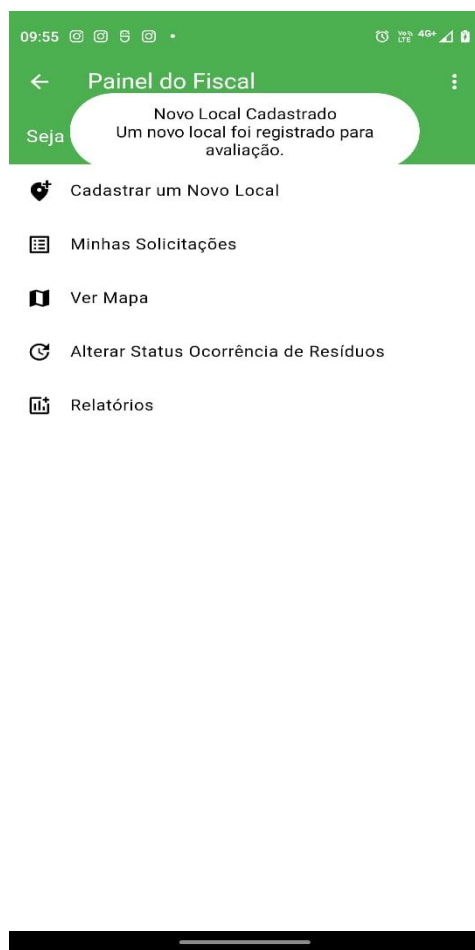
Fonte. Autor (2025)

A implementação da legenda no mapa tem como objetivo melhorar a

compreensão visual das informações apresentadas ao usuário. No sistema, cada marcador exibido no mapa representa uma ocorrência (denúncia ambiental) e sua cor varia de acordo com o status da solicitação. Dessa forma, a legenda atua como um elemento explicativo essencial, permitindo que o usuário identifique rapidamente o significado de cada cor sem a necessidade de interação adicional. Além disso, sua presença contribui para a padronização visual da interface, reforçando a consistência entre os dados exibidos e sua representação gráfica. Ao ser posicionada de forma fixa sobre o mapa, a legenda permanece sempre visível, auxiliando tanto usuários comuns quanto fiscais na análise das ocorrências distribuídas geograficamente. Essa funcionalidade torna a navegação mais intuitiva, reduz ambiguidades na interpretação dos dados e fortalece a usabilidade do sistema, especialmente em cenários com grande quantidade de registros distribuídos no mapa.

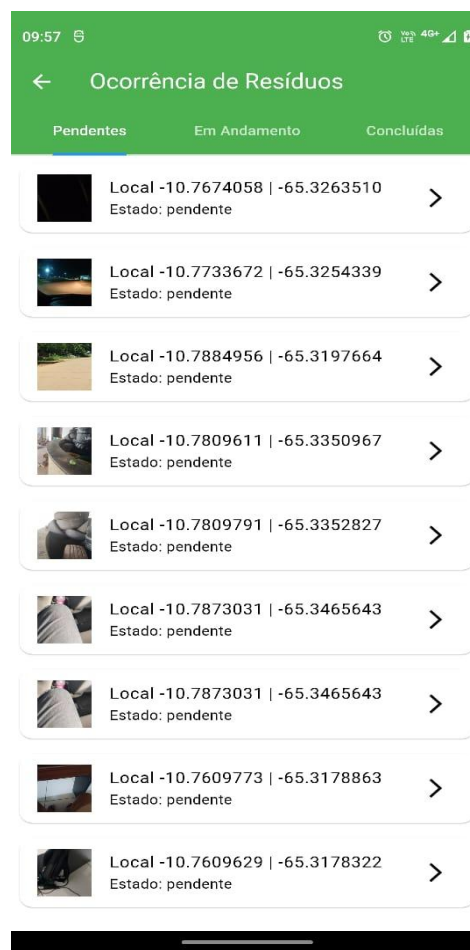
O fiscal, após realizar o login, terá permissão para cadastrar novas ocorrências, acompanhar os registros existentes e modificar seus status. O sistema também conta com um mecanismo de notificações para os fiscais. Sempre que um novo registro for enviado por um usuário, o fiscal será alertado ao acessar o sistema, garantindo que todas as solicitações sejam avaliadas de forma ágil e eficiente. Essa funcionalidade permite um acompanhamento em tempo real dos registros, facilitando a gestão e priorização das ações de fiscalização. Conforme ilustrado na Figura 15, a interface do fiscal destaca os registros pendentes de análise, garantindo maior organização e rapidez no processo de avaliação. Conforme apresentado na Figura 16, os registros serão organizados em três categorias: **Pendentes**, **Em Andamento** e **Concluídas**. Essa organização facilita o acompanhamento e a gestão das solicitações de forma clara e eficiente.

Figura 15. Painel Fiscal



Fonte: Autor (2025)

Figura 16. Alterar Status Ocorrência

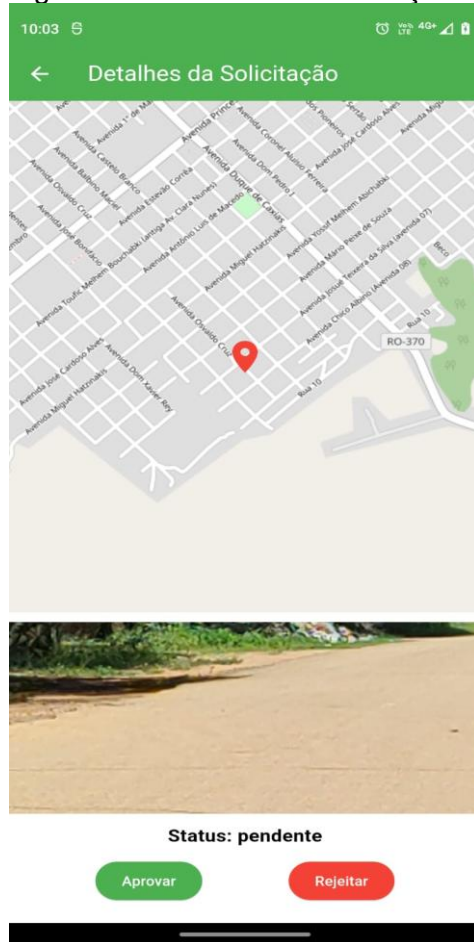


Fonte: Autor (2025)

As solicitações pendentes são exibidas em uma lista, permitindo que o fiscal visualize rapidamente os novos registros. Ao clicar sobre uma delas, será aberta uma janela detalhada contendo a imagem ampliada do local registrado, juntamente com um mapa interativo que exibirá a localização exata do problema.

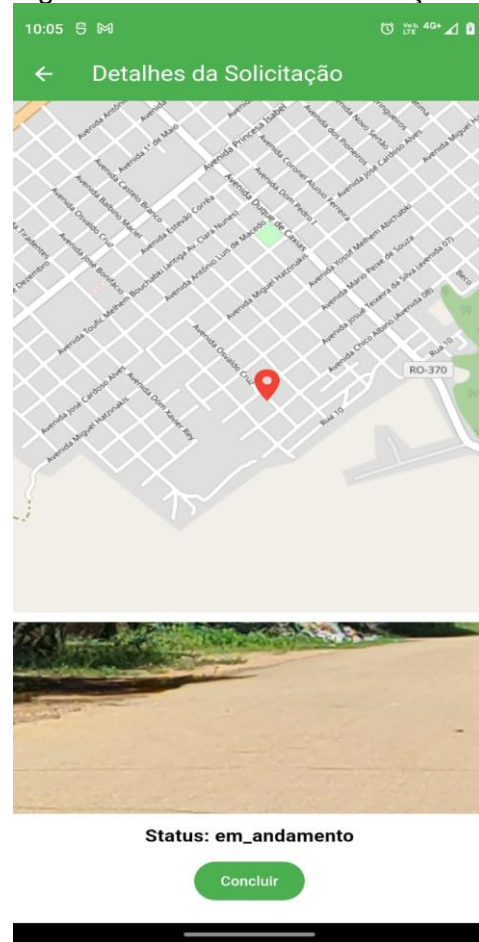
Dentro dessa interface, o fiscal terá duas opções: aprovar ou rejeitar a solicitação conforme Figura 17a. Se aprovada, a solicitação mudará automaticamente para o estado "Em Andamento", indicando que está em processo de fiscalização e possível resolução, conforme ilustrado na Figura 17b. Se rejeitada, a solicitação não será encaminhada para nenhuma das categorias seguintes e será arquivada, garantindo que apenas registros válidos sigam para as próximas etapas.

Figura 17a. Status das Solicitações



Fonte: Autor (2025)

Figura 17b. Status das Solicitações



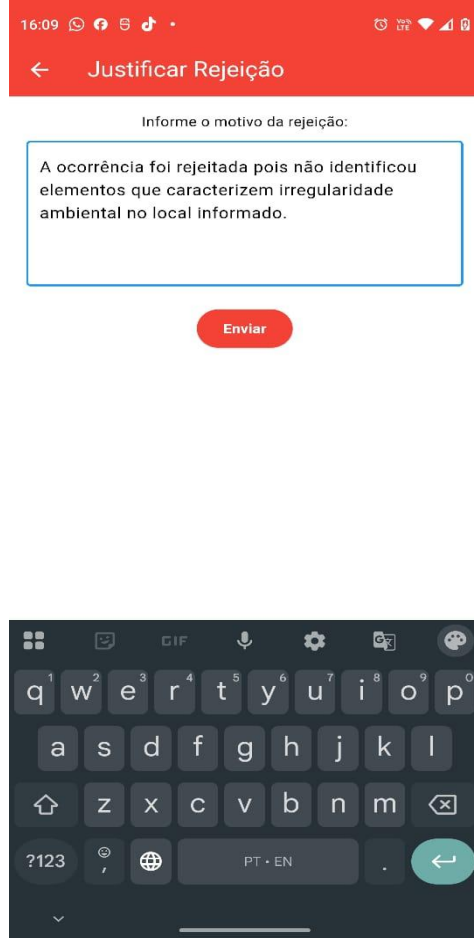
Fonte: Autor (2025)

Ao analisar uma ocorrência registrada no sistema, o fiscal desempenha um papel fundamental ao verificar se as informações enviadas, como localização e evidências fotográficas, são suficientes para caracterizar uma possível irregularidade ambiental. Caso o registro não atenda aos critérios técnicos, ou apresente dados que não correspondam a uma infração, torna-se necessário que o fiscal rejeite a ocorrência para preservar a integridade do processo de avaliação, conforme ilustrado na Figura 18 .

No entanto, a rejeição não pode ocorrer de forma arbitrária. Para garantir transparência e rastreabilidade, o sistema exige que toda recusa seja acompanhada de uma justificativa, que seja clara e objetiva, explicando os motivos da não aprovação. Essa justificativa, que pode envolver ausência de evidências adequadas, inconsistências, duplicidade ou falta de informações essenciais, fica disponível ao cidadão e à equipe gestora, assegurando que as decisões sejam fundamentadas e

fortalecendo a confiança no sistema e na gestão ambiental.

Figura 18. Justificativa para rejeição do local



Fonte: Autor (2025)

Figura 19. Minhas Solicitações

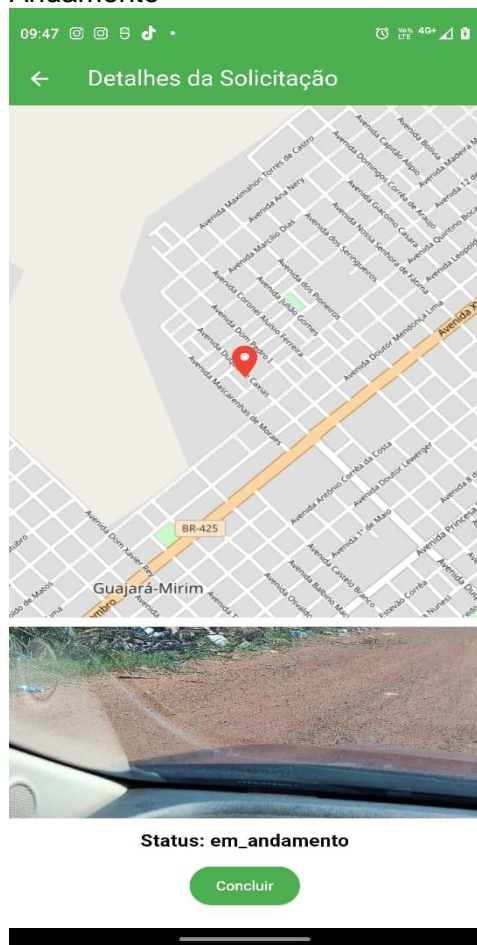


Fonte: Autor (2025)

Quando o fiscal rejeita a ocorrência, o cidadão visualiza em 'Minhas Solicitações' o novo status, a justificativa apresentada e o nome do fiscal responsável pela avaliação, garantindo transparência em todo o processo, conforme apresentado na Figura 19.

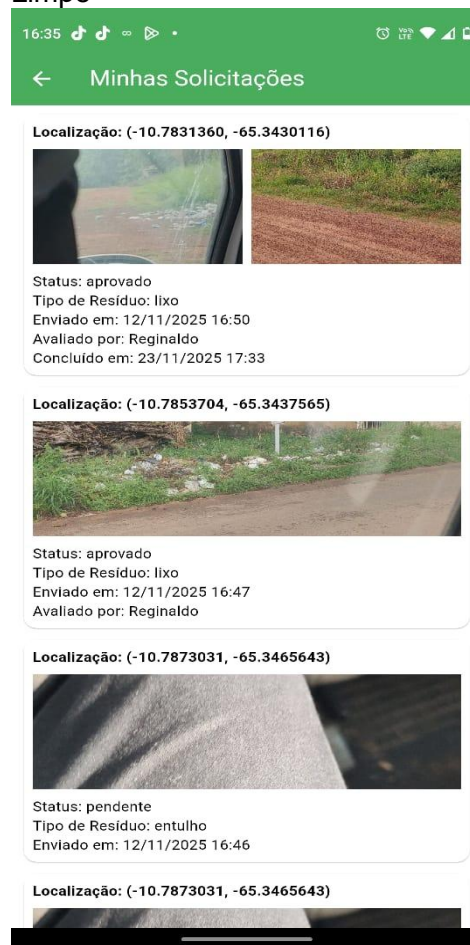
Quando a ocorrência é aprovada pelo fiscal, ela automaticamente assume o status "Em Andamento", conforme ilustrado na Figura 20. A partir desse momento, ao acessar os detalhes da ocorrência, o fiscal tem a possibilidade de concluir o processo, desde que realize uma nova verificação no local. Para efetivar a conclusão, é obrigatório que o fiscal registre uma fotografia do local limpo.

Figura 20. Detalhes Solicitação Em-Andamento



Fonte: Autor (2025)

Figura 21. Minhas Solicitações – Local Limpo



Fonte: Autor (2025)

A fotografia registrada pelo fiscal para concluir a ocorrência é enviada ao sistema e passa a ficar disponível para o cidadão na seção “Minhas Solicitações”, conforme ilustrado na Figura 21. Nessa tela, o usuário poderá visualizar o status atualizado, a foto do local limpo e a foto originalmente enviada, posicionadas lado a lado para facilitar a comparação.

Para que a conclusão seja efetivada, é obrigatório que o fiscal registre uma imagem comprovando a limpeza do local. Após esse procedimento, o status da ocorrência é alterado para “Concluída”, e o sistema exibe também a data de finalização. Dessa forma, o cidadão tem acesso a informações claras, consistentes e transparentes sobre todo o processo, confirmando que a irregularidade foi solucionada e que o local realmente foi limpo.

O sistema garantirá que o fiscal que iniciar a avaliação de uma ocorrência seja responsável por todo o processo até sua conclusão, que ocorre quando o local estiver

limpo e os resíduos descartados de forma correta. Além disso, o fiscal poderá gerar relatórios detalhados, conforme mostrado na Figura 22.

Figura 22. Relatório Fiscal



Fonte: Autor (2025)

Figura 23. Relatório Fiscal em PDF



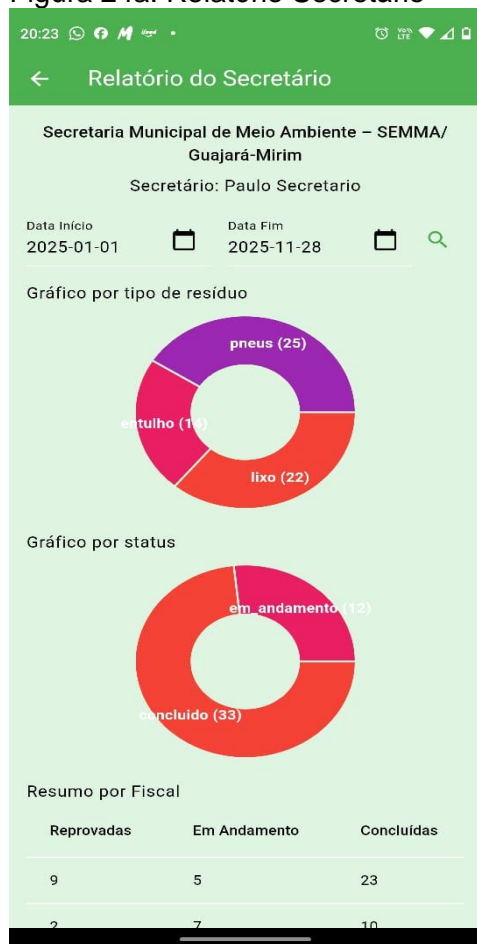
Fonte: Autor (2025)

O fiscal poderá selecionar o período desejado para gerar o relatório, permitindo que o sistema reúna automaticamente todas as informações referentes à sua atuação no intervalo definido. A partir dos dados filtrados, serão produzidos gráficos e tabelas que detalham a quantidade de ocorrências aprovadas e reprovadas pelo fiscal, bem como os tipos de resíduos mais incidentes no período. O relatório também apresentará um panorama do status das solicitações, indicando quantas ainda estão em andamento e quantas já foram concluídas, proporcionando uma visão clara do fluxo de atendimento.

Além disso, o sistema exibe uma tabela organizada por bairro, destacando a distribuição dos diferentes tipos de resíduos registrados em cada localidade, o que facilita a análise territorial e a identificação de áreas mais críticas, e gerar o relatório em PDF, conforme ilustrado na Figura 23.

Já o perfil do secretário terá a função de cadastrar novos fiscais no sistema e terá acesso a todas as demais funcionalidades disponíveis, permitindo uma gestão das ocorrências e ações realizadas.

Figura 24a. Relatório Secretário



Fonte: Autor (2025)

Figura 25b. Relatório Secretário



Fonte: Autor (2025)

No relatório destinado ao secretário, será possível definir o período desejado para a extração das informações. A partir dessa seleção, o sistema gerará gráficos por tipo de resíduo, gráficos com o status dos acompanhamentos realizados pelos fiscais e uma tabela contendo os fiscais e as respectivas situações das ocorrências. Além disso, o relatório apresentará a distribuição das ocorrências por bairro, indicando a quantidade de resíduos em cada localidade, bem como uma tabela adicional que relaciona os tipos de resíduos por bairro, com dados detalhados de quantidade e categoria de resíduo, conforme ilustrado nas Figuras 24a e 24b.



segurança no tratamento das informações.

Os resultados apresentados contemplam desde a modelagem conceitual do sistema, definição dos requisitos, concepção da arquitetura e modelagem dos dados, até a fase prática de implementação, na qual foram construídas interfaces funcionais, fluxos completos de cadastro e autenticação, rotinas de recuperação de senha, registro de ocorrências georreferenciadas com fotografia, módulo de acompanhamento das solicitações, e visualização dos pontos em mapa interativo com marcadores coloridos por status.

Além disso, a integração do módulo de relatórios — desenvolvido para fiscais e para o secretário municipal — contribui de forma positiva para o apoio à gestão pública ambiental. A possibilidade de filtrar dados por períodos específicos favorece maior organização das informações, auxiliando a análise dos dados e apoiando a tomada de decisões e o planejamento das ações de fiscalização e limpeza.

Um dos aspectos relevantes da interface do sistema EcoGuajará, no contexto da Interação Humano-Computador (IHC), é o uso de marcadores coloridos no mapa interativo, responsáveis por representar visualmente o status de cada ocorrência cadastrada. Essa abordagem contribui para a melhoria da usabilidade, ao facilitar a leitura espacial das informações e permitir a rápida identificação das situações que demandam atenção por parte dos fiscais.

O uso de cores como elemento visual de distinção reduz o esforço cognitivo do usuário, tornando a interpretação dos dados mais intuitiva e eficiente, especialmente em cenários com grande volume de informações georreferenciadas. No sistema, o marcador vermelho indica ocorrências *pendentes*, ou seja, denúncias recém-registradas que ainda não foram avaliadas pelos fiscais; o marcador amarelo representa ocorrências *aprovadas e em andamento*, sinalizando que a equipe responsável já reconheceu a demanda e iniciou o processo de inspeção ou encaminhamento para limpeza; já o marcador verde identifica ocorrências *concluídas*, indicando que o problema foi resolvido e a área recebeu o devido tratamento. Essa diferenciação cromática torna o mapa mais intuitivo, promove maior clareza no monitoramento e auxilia na priorização das ações de campo.

Após a conclusão do desenvolvimento do aplicativo EcoGuajará e a implementação das principais funcionalidades previstas — incluindo registro georreferenciado de ocorrências, envio de imagens, painel do usuário, painel do fiscal e geração de relatórios — foi realizada a apresentação oficial do produto final ao

Secretário Municipal de Meio Ambiente de Guajará-Mirim, Eduardo Rosas Paes de Azevedo, conforme ilustrado na Figura 26.

Figura 26. Apresentação do Produto



Fonte: Autor (2025)

Durante a apresentação, foram demonstradas todas as etapas do fluxo de uso do sistema, desde o registro das denúncias pelos cidadãos até o processo de análise, aprovação, encaminhamento e conclusão pelas equipes de fiscalização. Também foram exibidos o mapa interativo com o mapeamento dos pontos de descarte irregular, os marcadores coloridos por status e os relatórios analíticos em formato visual e em PDF.

O Secretário destacou a relevância da ferramenta para o fortalecimento da política municipal de gestão ambiental, considerando o aplicativo como um instrumento estratégico para apoiar a fiscalização, aprimorar o monitoramento dos pontos críticos e ampliar a participação da comunidade. A demonstração do sistema permitiu verificar sua aderência aos processos da SEMMA e sua aceitação inicial por

parte do gestor responsável, indicando a viabilidade da ferramenta como apoio à gestão pública ambiental. A validação plena do sistema, entretanto, depende de sua aplicação em ambiente real, envolvendo a participação ativa de cidadãos e fiscais.

A entrega e apresentação do produto final consolidam o ciclo de desenvolvimento do EcoGuajará, garantindo que o sistema esteja alinhado às necessidades institucionais do município e pronto para ser incorporado às atividades oficiais da Secretaria de Meio Ambiente.

Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo evidenciam que o EcoGuajará é capaz de servir como ferramenta de apoio à gestão municipal, promovendo engajamento da população, fortalecendo a fiscalização, permitindo monitoramento contínuo das áreas críticas e oferecendo subsídios para políticas públicas ambientais mais efetivas.

A adoção do EcoGuajará pode trazer uma série de benefícios potenciais para a gestão pública municipal. Entre os principais avanços, destaca-se a melhoria do processo de fiscalização ambiental, uma vez que o sistema centraliza as informações e oferece uma visão panorâmica e atualizada das áreas críticas do município. Outro impacto relevante é o engajamento social, pois a população passa a participar do processo de fiscalização ambiental, contribuindo com denúncias georreferenciadas e acompanhando o andamento das solicitações de forma transparente.

Apesar dos avanços obtidos, o desenvolvimento do EcoGuajará enfrentou desafios técnicos importantes ao longo de sua implementação. Um dos primeiros obstáculos foi a incompatibilidade entre determinados pacotes do Flutter, especialmente nas fases iniciais de migração para versões mais atuais do framework, o que exigiu ajustes no código e substituições de bibliotecas. Outro desafio foi o tratamento de imagens na API, uma vez que o envio de fotografias exigiu estratégias específicas para conversão, compactação, validação, armazenamento e segurança dos arquivos. A integração entre o GPS e o serviço de obtenção de endereço também demandou soluções adicionais, pois nem sempre os serviços de geocodificação retornavam dados completos, obrigando a implementação de rotinas de fallback e conferência manual. Por fim, dificuldades relacionadas à hospedagem do backend — como limitações de recursos, configurações de servidor e adaptação às restrições do ambiente de produção — exigiram uma etapa adicional de otimização para garantir estabilidade e desempenho adequados.

Esses desafios, contudo, reforçam a complexidade e a relevância do

desenvolvimento de soluções tecnológicas voltadas à gestão pública ambiental, demonstrando que a concepção do EcoGuajará envolveu não apenas a construção de um produto funcional, mas também processos de superação técnica e amadurecimento metodológico alinhados ao rigor acadêmico e profissional.

Assim, o conjunto dos resultados comprova a viabilidade técnica, funcional e social da solução proposta, avançando significativamente nas metas da pesquisa e contribuindo de maneira concreta para a gestão ambiental do município.

Espera-se que o aplicativo contribua significativamente para a mitigação dos problemas relacionados ao descarte irregular de resíduos sólidos, atuando tanto como ferramenta de monitoramento quanto de conscientização ambiental. A plataforma permitirá o registro e georreferenciamento de pontos de descarte, viabilizando o monitoramento e mapeamento contínuo das áreas mais afetadas e facilitando a atuação rápida e direcionada por parte dos órgãos competentes.

Com base nas informações detalhadas fornecidas pelo aplicativo — como a localização, frequência e tipo de resíduo descartado — será possível otimizar a alocação de recursos públicos, priorizando regiões mais críticas e promovendo uma gestão mais eficiente do trabalho da SEMMA como campanhas educacionais. Além disso, o aplicativo conta com conteúdos educativos, orientações sobre descarte correto e campanhas de sensibilização integradas, visando ampliar o conhecimento da população sobre os impactos ambientais, sociais e sanitários decorrentes do manejo inadequado dos resíduos.

Os dados obtidos por meio da plataforma constituirão um insumo estratégico para o planejamento e a requalificação das políticas públicas ambientais, especialmente aquelas direcionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos e ao combate ao descarte irregular. A sistematização dessas informações possibilitará à administração municipal identificar padrões, mapear áreas críticas, direcionar recursos de forma mais eficiente e desenvolver ações de educação ambiental baseadas em evidências. Assim, o EcoGuajará não se limita a oferecer suporte tecnológico ao processo de denúncia: ele se consolida como um instrumento de governança ambiental, capaz de fortalecer a tomada de decisão pública e fomentar uma cultura de responsabilidade coletiva. Ao promover maior organização, transparência e participação social, o sistema contribui diretamente para a melhoria da qualidade de vida da população e para a construção de uma cidade mais limpa, resiliente e ambientalmente sustentável.

## **8 IMPACTOS**

Impactos ambientais: Os impactos ambientais decorrentes do sistema EcoGuajará estão condicionados à sua adoção efetiva pelos usuários e pelos órgãos responsáveis pela gestão ambiental do município. A utilização contínua da ferramenta pode contribuir para a redução do descarte irregular de resíduos em áreas urbanas e periféricas de Guajará-Mirim, uma vez que possibilita o registro, monitoramento e acompanhamento mais ágil das ocorrências.

A implementação de um aplicativo de mapeamento de resíduos sólidos tende a favorecer a melhoria dos processos de fiscalização e a otimização das ações de limpeza urbana. Com a identificação mais rápida dos pontos críticos, torna-se possível reduzir o tempo de resposta das equipes responsáveis, contribuindo para a diminuição da poluição do solo. O descarte inadequado de resíduos, especialmente aqueles que contêm substâncias tóxicas, pode comprometer a qualidade do solo, afetando sua fertilidade e equilíbrio ecológico (Novak, 2021).

Além disso, a redução do acúmulo de resíduos em espaços públicos pode impactar positivamente a paisagem urbana e a qualidade de vida da população. No entanto, tais benefícios dependem diretamente do engajamento da comunidade na utilização do sistema e da atuação eficiente dos órgãos competentes na análise e resolução das ocorrências registradas.

## **9 CONCLUSÃO**

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um aplicativo para o mapeamento de pontos de descarte irregular de resíduos sólidos no município de Guajará-Mirim, concebido como uma alternativa tecnológica capaz de apoiar futuras ações de fiscalização e gestão ambiental. Embora o sistema ainda não esteja em uso pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, sua construção representa um avanço inicial rumo à modernização dos instrumentos de monitoramento ambiental do município.

Durante o processo de desenvolvimento, foram enfrentados diversos desafios técnicos, especialmente no que diz respeito à criação da API, à integração com o banco de dados, à implementação da geolocalização e ao registro de imagens, além da construção de um mapa interativo funcional. A superação desses obstáculos exigiu pesquisa contínua, testes e adaptações, resultando em um protótipo operacional que atende aos requisitos estabelecidos.

O trabalho também evidenciou a importância do tema dos resíduos sólidos no contexto local e nacional, reforçando a necessidade de ferramentas que possibilitem identificar e registrar de forma clara e organizada os pontos de descarte irregular.

Embora o aplicativo não tenha sido implantado até o momento, o produto entregue cumpre o propósito inicial da pesquisa: apresentar uma solução inovadora, tecnicamente viável e alinhada às demandas contemporâneas de fiscalização ambiental. O protótipo desenvolvido oferece uma base sólida para futuras validações, aprimoramentos e possíveis implementações institucionais.

## **10 PERSPECTIVAS FUTURAS**

Como perspectivas futuras, destaca-se a ampliação das funcionalidades do sistema EcoGuajará, com o objetivo de consolidá-lo como uma plataforma mais abrangente para a gestão ambiental no município de Guajará-Mirim. Entre as melhorias previstas, ressalta-se a inclusão de novos tipos de ocorrências ambientais, como queimadas, poluição sonora, descarte de resíduos da construção civil e danos à vegetação, permitindo que o sistema atenda a uma diversidade maior de demandas da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Além disso, prevê-se a integração do aplicativo com outros setores da administração pública, especialmente com a Secretaria de Obras e Serviços Públicos, promovendo maior eficiência nas ações de limpeza urbana e manutenção da cidade. A incorporação de ferramentas mais avançadas de análise de dados, como dashboards e indicadores em tempo real, também é apontada como uma evolução relevante, contribuindo para o aprimoramento da tomada de decisão por parte dos gestores públicos.

Outra perspectiva é a possibilidade de implementação de recursos voltados à educação ambiental e ao envio de notificações aos usuários, fortalecendo a conscientização da população sobre práticas sustentáveis.

Por fim, evidencia-se o potencial de replicação do EcoGuajará em outros municípios, mediante adaptações às especificidades locais, ampliando o alcance da solução proposta. Dessa forma, o projeto apresenta caráter contínuo e evolutivo, consolidando-se como uma ferramenta estratégica para o fortalecimento da gestão ambiental e para a promoção da sustentabilidade urbana.



## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004: **Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.v3.eco.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>. Acesso em: 15 maio de 2024.

ABREMA. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023**. Disponível em: [https://www.abesdf.com/files/ugd/d1b226\\_589ea11fa1ec44bd894683af0fcfa27c.pdf](https://www.abesdf.com/files/ugd/d1b226_589ea11fa1ec44bd894683af0fcfa27c.pdf). Acesso em 20 de maio de 2024.

ALVES, J. B.; MONTE, A. A. M.; MENDONÇA, I. F. C. DE. **Resíduos Sólidos Em Espaços Abertos (Públicos E Privados): Um Comparitvo Entre O Setor Centro E Bairros Periféricos Do Setor Norte Da Cidade De Patos-Pb; Os Riscos E Vulnerabilidades Relacionados**. Revista Campo da História, v. 7, n. 1, p. 316–337, 4 out. 2022.

ANDRADE, A. P. V.; BEZERRA, A. C. P. **Desenvolvimento De Software Ágil: Uma Revisão Sistemática Da Literatura Sobre Technostress E Exaustão No Trabalho Agile Software Development: A Systematic Literature Review On Technostress And Work Exhaustion**. Anais do XI SINGEP-CIK – UNINOVE – São Paulo – SP – Brasil. 2023

**ANDROID**. Android. Disponível em: [https://www.android.com/intl/pt\\_br/](https://www.android.com/intl/pt_br/). Acesso em: 10 abr. 2025.

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.

BESSANT, J.; TIDD, J. **Inovação e empreendedorismo**. Bookman Editora, 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: . Acesso em: 20 ago. 2017

Brasil. Ministério das Cidades. **SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. 2022**. Acesso em 09/04/2025 <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/rs>>

CALDEIRA, V. M. M; SOUZA, Á., K. N. A. I. DE A. G. G. A. C. M. DE M. M. A. C. C. R. DA S. A. P. M. **Sustentabilidade Digital: Como A Tecnologia Pode Impulsionar Práticas Sustentáveis**. Revista Políticas Públicas & Cidades, 2024.

CHRISTENSEN, C. M. **O Dilema da Inovação**. Rio de Janeiro: Mbooks, 2011.

CNM. Confederação Nacional dos Municípios - **DIAGNÓSTICO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - 2022**. <[https://cnm.org.br/storage/biblioteca/2023/Estudos\\_tecnicos/202310\\_ET2022\\_MAM](https://cnm.org.br/storage/biblioteca/2023/Estudos_tecnicos/202310_ET2022_MAM)>

B\_Diagnostico\_PNRS\_2022.pdf>

DAEHN, C. M.; COSTA, A. E.; PEREIRA, R. **Transformação digital e sustentabilidade: desafios e tendências. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.** In: ENGEMA, 23, 2021. p. 1-17. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Pereira-39/publication/357187589\\_TRANSFORMACAO\\_DIGITAL\\_E\\_SUSTENTABILIDADE\\_desafios\\_e\\_tendencias/links/61c0f2dca6251b553ad30458/TRANSFORMACAO-DIGITAL-E-SUSTENTABILIDADE-desafios-e-tendencias.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Pereira-39/publication/357187589_TRANSFORMACAO_DIGITAL_E_SUSTENTABILIDADE_desafios_e_tendencias/links/61c0f2dca6251b553ad30458/TRANSFORMACAO-DIGITAL-E-SUSTENTABILIDADE-desafios-e-tendencias.pdf). Acesso em: 03 de abril de 2025.

SILVA, A. N. P L. **Solid Waste Belém: Aplicativo para educação ambiental na coleta de resíduos sólidos em condomínios residenciais. Informática na educação teoria & prática, 2022.**

ASSIS, J. V. M; JESUS, A. B. C; MAIA, N. T. G. **Lixo e saúde:: a percepção de moradores sobre o descarte incorreto de lixo no bairro do Corado, Manaus-AM.** Geoconexões online, v. 4, n. 2, p. 130-142, 2024.

MESQUITA, B. L. S; COSTA, S. S; MORAES, B. L. T. **Análise da Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos dos Municípios do Baixo Amazonas-Pará.** II FÓRUM INTERNACIONAL SOBRE A AMAZÔNIA, p. 190.

OLIVEIRA, R. B.; FILHO, J. A. P. **Mapa interativo para a localização de pontos de entrega voluntária de resíduos recicláveis na cidade de São Paulo.** Exacta, v. 14, n. 2, p. 163-172, 2016.

VIDIGAL, L. L. V.. **Gestão de Resíduos Sólidos dos municípios do estado de Rondônia da Amazônia Ocidental–Brasil.** Seven Editora, p. 281-312, 2024.

**FLUTTER.** Flutter. Disponível em: <https://flutter.dev/>. Acesso em: 10 abr. 2025.

GOUVEIA, N.. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social.** Ciência & saúde coletiva, v. 17, p. 1503-1510, 2012.

GUAJARÁ-MIRIM/RO, Prefeitura Municipal. **Relatório Final do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Guajará-Mirim – RO. /Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) – Projeto Saber Viver.** Porto Velho, RO, 2022.

GUAJARÁ-MIRIM/RO, LEI n.º 206 de 30 de novembro de 1987. **Institui o código de posturas do município de Guajará-Mirim, RO, 30 nov 1987.**

HAYASHI, C.; SILVA, L. H. A. **A gestão ambiental e sustentabilidade no Brasil.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 11, n. 7, 2015.

JACOBI, P.R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade.** Estudos avançados, v. 25, p. 135-158, 2011.

JUNGMANN, D. M; BONETTI, E. A. **A caminho da inovação: proteção e negócios com bens de propriedade intelectual: guia para o empresário**. Brasília: IEL, 2010 125 p.: il. ISBN 978-85-87257-49-9. 58 p.

JUNIOR, M. A. V. S; LORASQUI, R. **Proposta de um Aplicativo Móvel para Localização de Pontos de Descarte de Resíduos Especiais**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 05. Ano 02, Vol. 01. pp 912-921, Julho de 2017. ISSN:2448-0959.

KNOPF; D. S.; JUNIOR, D. L. **RESÍDUOS SÓLIDOS x GESTÃO: UMA ANÁLISE EM MUNICÍPIOS NA REGIÃO DO MÉDIO ALTO URUGUAI/RS**. Débora dos Santos Knopf 1. Boa Vista: [s.n.]. Disponível em: <[www.ioles.com.br/bocaBOLETIMDECONJUNTURA](http://www.ioles.com.br/bocaBOLETIMDECONJUNTURA)>.

LAURIA, I. O.; MOYSÉS, A.; VIEIRA, J. C. **Propriedade Intelectual: proteção jurídica contratos e royalties**. Revista EVS - Revista de Ciências Ambientais e Saúde, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 299-309. 2013.

MARTINS, M. F. *et al.* **Descarte inadequado de lixo e seu impacto no meio ambiente e na saúde da comunidade**. Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar, 2019.

MELO, E. C. N. *et al.* **Mapeamento do descarte de resíduos de construção e demolição no bairro Alto Bom Jesus**. Holos Environment, v. 22, n. 2, p. 125-137, 2022.

MORAIS, D. C. P. *et al.* **Re-USE: Aplicativo Colaborativo para Reciclagem Consciente com Doações de Resíduos Reutilizáveis e Denúncias Ambientais**. In: Congresso Latino-Americano de Software Livre e Tecnologias Abertas (Latinoware). SBC, 2024. p. 472-475.

NOVAK, E. *et al.* **Composição química do solo em diferentes condições ambientais**. Ciência Florestal, v. 31, p. 1063-1085, 2021.

OLIVA JUNIOR, E. F.; FREIRE, R. S. **Os impactos ambientais decorrentes da produção de resíduos sólidos urbanos e seus riscos à saúde humana**. Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira, ano 6, n. 8, p. 158-171, 2013.

OLIVEIRA, D. W et al. **Mapeamento e Identificação dos Pontos de Disposição Irregular de Resíduos Sólidos na Área Urbana do Município de São Luis: Uma Análise da Situação com Propostas de Solução para a Gestão de Resíduos**. Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB, v. 5, 2016.

OLIVEIRA, J.F.; SILVA, M.M.; SANTOS, S.M. **A Mini-Review of E-Waste Management in Brazil: Perspectives and Challenges** Revista Soil, Air, Water. 2019 <https://doi.org/10.1002/clen.201900152>.

PEREIRA, C. **A cor como signo: fundamentos para uma abordagem semiótica**

**das cores no design. Estudos em Design**, v. 31, n. 1, 2023.

PEREIRA, L. E. A. **Butterfly : um aplicativo de denúncias de crimes ambientais** / Luz de Esperanza Apolo Pereira.– 2023.79f. : il. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2023.

PINSKY, V.; KRUGLIANSKAS, I. **Inovação tecnológica para a sustentabilidade: aprendizados de sucessos e fracassos**. Estudos avançados, v. 31, p. 107-126, 2017.

PRIKLADNICKI, R.; WILLI, R.; MILANI, F. **Métodos ágeis para desenvolvimento de software**. Bookman Editora, 2014.

Pressman, R. S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**/ Roger S. Pressman, Bruce R. Maxin ;[Tradução: João Eduardo Nóbrega Tortello; revisão técnica: Reginaldo Arakaki, Julio Arakaki, Renato Manzan de Andrade] – 8º ed. – Porto Alegre: AMGH, 2016.

Prodanov, C. C. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013

RAMOS, J. O. **A administração pública municipal e a gestão de riscos ambientais** urbanos. 2019. Recuperado em 20 de maio, 2020, de <<https://jus.com.br/artigos/72513/a-administracao-publica-municipal-e-a-gestao-de-riscos-ambientais-urbanos>>.

RONDÔNIA. Agência Estadual de Vigilância em Saúde – AGEVISA. Boletim Epidemiológico. Disponível em: <https://rondonia.ro.gov.br/agevisa/institucional/boletim-epidemiologico/>. Acesso em: 05 dez. 2025.

ROSA, V. S. **Ambcare: monitoramento ambiental usando dispositivos móveis**. Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia, v. 1, n. 2, p. 43-49, 2015.

SANTOS, M. S. **Direito autoral na era digital: Impactos, controvérsias e possíveis soluções**. 2008. Dissertação (Mestrado), São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/teste/arqs/cp063159.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

Santos, L.Q. **LIXO URBANO: Um estudo da disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Porto Nacional – TO** / Luana Quadro dos Santos – Palmas, TO, 2018. 111f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas – Curso de Pós-Graduação (mestrado) em Ciências do Ambiente, 2018.

SANTOS, G. G. D. dos; **Análise e Perspectivas de Alternativas de Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos: O Caso da Incineração e da Disposição em Aterros**. Dissertação (mestrado)–UFRJ/ COPPE/ Programa de

Planejamento Energético, Rio de Janeiro, 2011.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). **Panorama de Resíduos Sólidos de Rondônia 2024**. Porto Velho: SEDAM, 2024.

SILVA, I. DE O.; TAGLIAFERRO, E. R.; OLIVEIRA, A. J. DE. **Gerenciamento Dos Resíduos Sólidos Domiciliares No Município De Jales – Sp E Sua Relação Para Com A Política Nacional De Resíduos Sólidos (Pnrs) / Household Solid Waste Management In The Municipality Of Jales - Sp And Its Relationship With The National Solid Waste Policy (PNRS)**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 11475–11499, 2021.

SILVA, W. A. P. **Desenvolvimento de aplicativo móvel para comunicar desastres e crimes ambientais ocorridos nos municípios da Região metropolitana do Recife**. Wolney Alexandre Pereira da Silva - Recife, PE: O autor, 2023.

SILVA, J. D. S.; CONCATTO, M. C.; BOHRER, R. E. G.; COSTA, E. S.; LEMES, L. B.; PRESTES, M. M. B.; LARA, D. M. **Novas tecnologias aliadas ao desenvolvimento sustentável: criação de app para monitoramento de pontos inadequados de descartes de resíduos**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 9, n. 2, p. 433-452, 2020.

SILVA, A. B.; ZACARIOTTI, M. **Aplicativos móveis e a reconfiguração de processos comunicacionais e pedagógicos na escola do século XXI**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 12, p. 95932-95950, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/21251>. Acesso em: 05 abril. 2025..

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software** / Ian SOMMERVILLE; Tradução André Maurício de Andrade Ribeiro; revisão técnica Kechi Hirama.-- São Paulo: Addison Wesley, 2003.

SOUZA, L.C. O; ASSIS, C. M.. **Uso De Novas Tecnologias Para Educação Ambiental Em Prol Da Gestão Dos Resíduos Sólidos Recicláveis Em Belo Horizonte/Mg (Vem Reciclar)**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, 2020.

SOUSA, M. A. *et al.* **Proposta de criação de aplicativo para contribuir com a melhoria na gestão de resíduos sólidos urbanos**. Cadernos UniFOA, v. 17, n. 48, 2022.

SOUSA, R. C. *et al.* **“COMCIÊNCIA” Ambiental: Uma Proposta De Aplicativo Para Educação Ambiental E Sustentabilidade**. Revista Políticas Públicas & Cidades, v. 13, n. 2, p. e931-e931, 2024.

VARGAS-MUNOZ, John E. *et al.* **OpenStreetMap: Challenges and opportunities in machine learning and remote sensing**. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine, v. 9, n. 1, p. 184-199, 2020.

Venkatesh, V., Thong, J. Y., Chan, F. K., Hoehle, H., & Spohrer, K. (2020). **How**

**agile software development methods reduce work exhaustion: Insights on role perceptions and organizational skills.** Information Systems Journal, 30(4), 733-761.

VIANNA, C. T. **Classificação das Pesquisas Científicas** - Notas para os alunos. Florianópolis, 2013, 2p. Disponível em:<  
[https://www.researchgate.net/publication/343532633\\_Professor\\_CLEVERSON\\_TABAJARA\\_VIANNA\\_-Tabajaraifscedubr\\_-PESQUISA\\_E\\_METODOLOGIA\\_CIENTIFICA\\_CLASSIFICACAO\\_DAS\\_PESQUISA\\_S\\_CIENTIFICAS\\_-Notas\\_para\\_os\\_alunos\\_Natureza\\_Procedimentos\\_Basica](https://www.researchgate.net/publication/343532633_Professor_CLEVERSON_TABAJARA_VIANNA_-Tabajaraifscedubr_-PESQUISA_E_METODOLOGIA_CIENTIFICA_CLASSIFICACAO_DAS_PESQUISA_S_CIENTIFICAS_-Notas_para_os_alunos_Natureza_Procedimentos_Basica)> .  
Acesso em: 10 jun. 2021 DOI: 10.13140/RG.2.2.18715.08484.

World Intellectual Property Organization (WIPO). **Convenção que institui a Organização Mundial da Propriedade Intelectual.** 2002. Disponível em:  
[https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo\\_pub\\_250.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo_pub_250.pdf). Acesso em: 12 abr. 2025.

### APÊNDICE A – Matrix FOFA (SWOT)

	AJUDA	ATRAPALHA
<b>INTERNA (Organização)</b>	<b>FORÇAS:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disponibilizado na plataforma Android</li> <li>2. Grátis</li> <li>3. Intuitivo</li> <li>4. Segurança e privacidade</li> </ol>	<b>FRAQUEZAS:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. População não ter acesso a Smartphone</li> <li>2. Requer conexão de internet:</li> <li>3. Baixo engajamento inicial.</li> <li>4. Problemas de compatibilidade</li> </ol>
<b>EXTERNA (Ambiente)</b>	<b>OPORTUNIDADES:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Expansão para outras cidades</li> <li>2. Crescimento da conscientização ambiental</li> <li>3. Avanço tecnológico</li> <li>4. Participação em eventos.</li> </ol>	<b>AMEAÇAS:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A população não aceitar o aplicativo</li> <li>2. Concorrência de outras soluções tecnológicas</li> <li>3. Falta de infraestrutura de coleta de lixo adequada</li> <li>4. Desinformação e fake news</li> <li>5. Ataques cibernéticos</li> </ol>

## APÊNDICE B – Modelo de Negócio CANVAS

### CANVAS

<b>Parcerias Chave:</b> 1. SEMMA 2. Provedores de Serviços 3. Escolas e Instituições de Ensino, para promoverem a educação ambiental e o uso do aplicativo. 4. Associações de bairro	<b>Atividades Chave:</b> 1. Criar aplicativo de mapeamento de descarte irregular de resíduos sólidos. 2. Fornecer informação à população. 3. Gerenciar o mapeamento. 4. Integração com órgãos fiscalizadores	<b>Propostas de Valor:</b> 1. Simplicidade em utilizar o sistema. 2. Monitoramento eficiente. 3. Engajamento comunitário. 4. Facilidade de denunciar irregularidades.	<b>Relacionamento:</b> 1. e-mail 2. whatsapp 3. Redes Sociais	<b>Segmentos de Clientes:</b> 1. Moradores de Guajará-Mirim 2. Usuário de Smartphones 3. Usuário com acesso a Internet. 4. Moradores de Guajará-Mirim preocupados com o meio ambiente
	<b>Recursos Chave:</b> 1. Infraestrutura de TI 2. Plataforma Android 3. Parceria com SEMMA 4. Equipe Especializada		<b>Canais:</b> 1. PlayStore	
<b>Estrutura de Custos:</b> 1. Infraestrutura de TI (hospedagem em nuvem). 2. Internet. 3. Licenças para software de desenvolvimento. 4. Conta App Store e Google para publicar o aplicativo.			<b>Fontes de Receita:</b> 1. Publicidade e Patrocínios no aplicativo. 2. Doações.	



## ANEXO A – Comprovante de submissão/publicação de artigo

Cadernos de Prospecção Tarefas 0 Português (Brasil) Ver o Site paulolacerdasilva

**Submissões**

Fila 1 Arquivos 1 Ajuda

**Minhas Submissões Designadas**  [Nova Submissão](#)

68323 **Silva et al.** [Submissão](#)

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA NA BASE DE DADOS ESPACENET COM FOCO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.

0 Discussões abertas

Última atividade registrada em terça-feira, 1 de julho de 2025.

[Ver Submissão](#)



**IPI** INSTITUTO  
NACIONAL  
DA PROPRIEDADE  
INDUSTRIAL  
Assinado  
Digitalmente

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**  
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS

## Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512025006816-6**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 17/12/2025, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

**Título:** ecoguajara

**Data de publicação:** 17/12/2025

**Data de criação:** 10/12/2025

**Titular(es):** INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA; PAULO LACERDA DA SILVA

**Autor(es):** PAULO LACERDA DA SILVA; NEEMIAS FERREIRA HITOTUZI; MARCIO RODRIGUES MIRANDA

**Linguagem:** PHP; MYSQL; FRAMEWORK; OUTROS

**Campo de aplicação:** GC-08; MA-03; SM-02; SM-03

**Tipo de programa:** AP-01; FA-01

**Algoritmo hash:** SHA-256

**Resumo digital hash:** d3aaeaf45118c199c34ac7ba8c3a482900e27961eb029a832d5ca464cf08c3d5

**Expedido em:** 23/12/2025

**Aprovado por:**  
ERICA GUIMARAES CORREA  
Chefe da DIPTO