



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO

Campus Cabo de Santo Agostinho

Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

ÁTILA MONIQUE BEZERRA DA SILVA

**DETERMINAÇÃO DE ÁREAS APTAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ECOESTAÇÕES
NO MUNICÍPIO DE IPOJUCA - PE**

Cabo de Santo Agostinho

2025

ÁTILA MONIQUE BEZERRA DA SILVA

**DETERMINAÇÃO DE ÁREAS APTAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ECOESTAÇÕES
NO MUNICÍPIO DE IPOJUCA - PE**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de
Ciência e Tecnologia de Pernambuco, *campus*
Cabo de Santo Agostinho, como requisito para
obtenção do título de Engenheira Ambiental e
Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Diogo Henrique Fernandes
da Paz

Cabo de Santo Agostinho

2025



Autorizamos a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico para fins de ensino e pesquisa desde que citada a fonte. Este documento está licenciado com uma Licença Creative Commons -Atribuição Não Comercial 4.0 Internacional.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do IFPE – *campus* Cabo de Santo Agostinho

S586d Silva, Átila Monique Bezerra da

Determinação de áreas aptas para implantação de ecoestações no município de Ipojuca - PE / Átila Monique Bezerra da Silva .– Cabo de Santo Agostinho: IFPE, 2025. 63 f.: il.

Orientador: Diogo Henrique Fernandes da Paz.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Campus Cabo de Santo Agostinho.

1. Resíduos Sólidos. 2. Mapeamento. 3. Ecoestação. I. Paz, Diogo Henrique Fernandes da. II. Título.

CDD 628.445

Catalogação na fonte: Bibliotecária Ádja de Fátima Lima Figueirôa Câmara -
CRB-4/2245

**DETERMINAÇÃO DE ÁREAS APTAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ECOESTAÇÕES
NO MUNICÍPIO DE IPOJUCA - PE**

Trabalho aprovado. Cabo de Santo Agostinho, 19 de fevereiro de 2025.

Prof. Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz

Orientador

Profa. Dra. Dayana Andrade de Freitas

Examinadora interna

Profa. Dra. Vânia Soares de Carvalho

Examinadora externa

Cabo de Santo Agostinho

2025

Dedico este trabalho à minha mãe, que sob muita oração, trabalho e esforço me ajudou a chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela sua infinita bondade e misericórdia que me guiou até aqui.

Aos meus pais e irmãos que sempre me auxiliaram e me apoiaram durante as minhas inseguranças, por sempre vibrarem pelas minhas vitórias e conquistas, por nunca saírem do meu lado, nem soltarem a minha mão, por sempre acreditarem em meu potencial mesmo quando eu não acreditava.

Ao meu orientador Prof. Diogo Paz que durante toda a graduação me auxiliou em meus trabalhos e projetos de pesquisa, e por ser um exemplo profissional para mim.

Ao Instituto Federal de Pernambuco pelo apoio financeiro concedido com bolsas acadêmicas e de pesquisa durante a graduação.

Agradeço também a todos que aqui não foram citados, mas que, torceram e vibraram por mim, até o recebimento do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista.

*“Quando eu disse: O meu pé vacila; a tua
benignidade, Senhor, me susteve. (Salmos 94:18)”*

RESUMO

O Brasil apresenta diversos problemas e desafios relacionados à geração e gestão de resíduos. Estima-se que a média de geração anual *per capita* no país é de 380 kg, totalizando uma geração que ultrapassa 77 milhões de toneladas, sendo a maior porcentagem destinada para aterros sanitários (ABRELPE, 2022). A destinação de grandes volumes de resíduos para os aterros sanitários contribui para mais um problema ambiental que está ligado à redução da vida útil dos aterros (Oliveira, 2024). Este trabalho tem por objetivo aplicar técnicas de geoprocessamento para propor áreas aptas para implantação de ecoestações no município de Ipojuca-PE. Os métodos para desenvolvimento do presente trabalho consistiram em: realizar o diagnóstico da gestão de resíduos, mapeamento dos pontos de disposição irregular dos resíduos, proposição de áreas aptas à instalação de ecoestações, e estudo da viabilidade técnica e econômica. O quantitativo para instalações de ecoestações foi de três, sendo elas localizadas nos locais onde há um maior número de pontos de descarte irregular de resíduos sólidos. Também foi realizada a proposição de locais aptos para implantação de Ponto de Entrega Voluntária (PEV), totalizando 36 distribuídos nos três distritos existentes no município. Para realização da viabilidade técnica utilizou-se a NBR 15.112 de 2004 onde consta as condições de implantação e condições gerais para o projeto, além de basear-se no decreto 27.399 de 2013 da cidade do Recife que visa regulamentar as ecoestações da cidade. O custo para instalação e aquisição de equipamentos e operação foi de R\$ 2.319.045,50 e R\$ 39.334,80 respectivamente, para as 3 ecoestações estimadas. Desta forma, o presente trabalho apresenta as ecoestações como uma estratégia viável para mitigar problemas relacionados à disposição e descarte irregular dos resíduos de forma que promova a separação e destinação correta dos resíduos.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Mapeamento. Ecoestação. Disposição irregular.

ABSTRACT

Brazil presents several problems and challenges related to waste generation and management. It is estimated that the average annual generation per capita in the country is 380 kg, totaling generation that exceeds 77 million tons, with the largest percentage destined for landfills (ABRELPE, 2022). The disposal of large volumes of waste to landfills contributes to yet another environmental problem that is linked to the reduction in the useful life of landfills (Oliveira, 2024). This work aims to apply geoprocessing techniques to propose areas suitable for the implementation of ecostations in the municipality of Ipojuca-PE. The methods for developing this work consisted of: carrying out a diagnosis of waste management, mapping points of irregular waste disposal, proposing areas suitable for the installation of eco-stations, and studying technical and economic feasibility. The quantity for ecostation installations was three, and they are located in places where there are a greater number of irregular solid waste disposal points. A proposal was also made for suitable locations for the implementation of Voluntary Delivery Points (PEV), totaling 36 distributed across the three existing districts in the municipality. To carry out the technical feasibility, NBR 15,112 of 2004 was used, which contains the implementation conditions and general conditions for the project, in addition to being based on decree 27,399 of 2013 of the city of Recife, which aims to regulate the city's eco-stations. The cost for installation and acquisition of equipment and operation was R\$2,319,045.50 and R\$39,334.80 respectively, for the 3 estimated ecostations. In this way, the present work presents ecostations as a viable strategy to mitigate problems related to the disposal and irregular disposal of waste in a way that promotes the separation and correct destination of waste.

Keywords: Solid Waste. Mapping. Ecostation. Irregular Disposal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura do Sistema Estadual de Resíduos Sólidos	22
Figura 2. Localização do município de Ipojuca	25
Figura 3. Distribuição de Bairros e Engenhos de Ipojuca	29
Figura 4. Projeção Populacional do Município de Ipojuca	32
Figura 5. Pontos de Descarte Irregular de Resíduos	34
Figura 6. Local de descarte irregular no bairro Centro, distrito Sede	34
Figura 7. Resíduos volumosos	36
Figura 8. Resíduos domiciliares e volumosos	36
Figura 9. Descarte irregular próximo a Unidade de Saúde da Família	36
Figura 10. Distância de equipamentos de saúde a locais de descarte irregular de resíduos	37
Figura 11. Distância de escolas a locais de descarte irregular de resíduos	38
Figura 12. Distância dos pontos de deposição e áreas vegetadas	40
Figura 13. Distância dos pontos de deposição dos corpos hídricos	44
Figura 14. Disposição de resíduos próximo ao canal no bairro Antônio Dourado Neto	45
Figura 15. Acondicionamento de resíduos recicláveis próximo ao canal no bairro Antônio Dourado Neto	46
Figura 16. Canal em períodos de chuvas intensas	46
Figura 17. Domicílios	47
Figura 18. Áreas aptas para instalação de ecoestação	49
Figura 19. Relação entre tipos de resíduos coletados e localização	50
Figura 20. Locais para implantação de PEV	51
Figura 21. Implantação de ecoestação	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Custos de instalação e operação de ecoestações	28
Tabela 2. Valor do contrato de limpeza urbana por item	30
Tabela 3. Indicadores SNIS	31
Tabela 4. Hierarquização dos problemas por Distrito	33
Tabela 5. Quantidade de locais de disposição dos resíduos	35
Tabela 6. Condições de implantação de ecoestações	39
Tabela 7. Valor da aquisição de equipamentos e seu respectivo quantitativo	54
Tabela 8. Custos estimados da mão de obra	55

LISTA DE ABREVIATURAS

IFPE	Instituto Federal de Pernambuco
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RPU	Resíduos Sólidos Públicos
RDO	Resíduos Domiciliares
RCC	Resíduos de Construção Civil
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
APP	Área de Proteção Permanente
SEAC	Sindicato das Empresas de Asseio e Conservação do Estado de Pernambuco
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 Resíduos Sólidos Urbanos	17
3.1.1 Conceitos básicos	17
3.1.2 Os problemas causados pelo descarte irregular de resíduos	19
3.2 Aspectos Legais	19
3.2.1 Legislação Federal	19
3.2.2 Legislação Estadual	22
3.2.3 Legislação Municipal	24
3.3 Coleta Seletiva	24
3.4 Sistema de Informações Geográficas (SIG)	25
4 METODOLOGIA	26
4.1 Diagnóstico da gestão de resíduos	28
4.2 Mapeamento dos pontos de disposição irregular dos resíduos	28
4.3 Proposição de áreas aptas à instalação de ecoestações	29
4.4 Estudo de viabilidade técnica e econômica	29
5 RESULTADOS E ANÁLISE	31
5.1 Diagnóstico da gestão de resíduos	31
5.2 Mapeamento dos pontos de descarte irregular	36
5.3 Proposição de áreas aptas para instalação de ecoestações	49
5.4 Estudo de viabilidade técnica e econômica	52
6 CONSIDERAÇÕES	56
REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional, aliado ao consumo desenfreado, traz consigo uma elevada geração de resíduos sólidos urbanos nos grandes centros (Dias, 2012; Araújo e Costa, 2023). Essa problemática resulta em diversos problemas ambientais e sociais, principalmente se não houver uma gestão eficiente e a destinação e disposição adequada para esses resíduos sólidos, considerando os riscos relacionados à saúde pública e poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos (Andrade *et al.*, 2023).

O Brasil apresenta diversos problemas e desafios relacionados à geração e gestão de resíduos. Segundo a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2022), o país está atualmente entre os maiores geradores de resíduos sólidos. Estima-se que a média de geração anual *per capita* no país é de 380 kg, totalizando uma geração que ultrapassa 77 milhões de toneladas, sendo a maior porcentagem destinada para aterros sanitários (ABRELPE, 2022).

A destinação de grandes volumes de resíduos para os aterros sanitários contribui para mais um problema ambiental que está ligado à redução da vida útil dos aterros (Oliveira, 2024). Considerando o cenário atual que envolve o crescimento populacional acelerado, aliado à crescente urbanização e o consumo exagerado, é possível que esses números cresçam (Aguiar; Silva; El-Deir, 2019).

No município de Ipojuca, pertencente à Região Metropolitana do Recife - RMR, o estudo desenvolvido por Cardoso (2016), mostra que a geração de resíduos sólidos urbanos no município está associada às atividades socioeconômicas desenvolvidas pela população residente. Dentre os resíduos gerados, estão em destaque resíduos de serviço de saúde, resíduos domésticos, comerciais e das indústrias. Além disso, o autor relata em sua pesquisa que o município destina os resíduos gerados e coletados pela empresa terceirizada atuante para o aterro sanitário municipal.

Ipojuca conta com o bairro de Porto de Galinhas, que é um dos pontos turísticos mais visitados no litoral Pernambucano. A movimentação constante de turistas no município faz com que a geração de resíduos seja elevada (Cardoso, 2016). A implantação da coleta seletiva municipal seria uma alternativa viável para reduzir a quantidade de resíduos que são dispostos no aterro sanitário, já que segundo o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento Básico (SNIS, 2022),

o município não possui coleta seletiva. Esta iniciativa atua favorecendo o aumento da vida útil do aterro sanitário e pode contribuir para a geração de renda em associações de catadores (Dias, 2012).

Segundo Conke e Nascimento (2018), o aprimoramento da prestação de serviço público de limpeza é a coleta seletiva, que depende da correta avaliação de como ele é oferecido no espaço urbano. A separação de resíduos cumpre um papel estratégico na gestão integrada de resíduos sólidos sob alguns aspectos como: estímulo a separação dos resíduos na fonte geradora para o seu aproveitamento, promoção da educação ambiental, geração de trabalho e renda, além da melhora na qualidade da matéria orgânica para compostagem (Ribeiro e Besen, 2007).

Desta forma, este trabalho visa propor a instalação de ecoestações em pontos distintos do município, visto que esta iniciativa pode atuar de forma ativa como um instrumento potencialmente eficaz no incentivo à participação da população na gestão dos resíduos sólidos urbanos, facilitando a separação e destinação desses resíduos, tendo em vista a necessidade da expansão de locais para a destino primário dos resíduos.

Ademais, o presente trabalho justifica-se devido ao Plano Estadual de Resíduos Sólidos do estado de Pernambuco, desenvolvido em conformidade com a Lei Federal nº 12.305/2010, que estabelece que deve haver um estudo do cenário com abordagem na gestão compartilhada entre o estado e seus municípios, para que a destinação final dos resíduos sólidos seja ambientalmente adequada (Pernambuco, 2012), o que conseqüentemente tem como escopo a identificação e o planejamento de meios para uma melhoria na qualidade da gestão de resíduos sólidos no município de Ipojuca.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Aplicar técnicas de geoprocessamento para propor áreas aptas para implantação de ecoestações no município de Ipojuca-PE.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar um diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos urbanos do município;
- Mapear os pontos de descarte irregular de resíduos sólidos urbanos;
- Analisar os benefícios socioeconômicos da instalação de ecoestações;
- Análise da viabilidade técnica e econômica da instalação de uma ecoestação.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Resíduos Sólidos Urbanos

A seguir são apresentados os conceitos básicos sobre resíduos, conforme as leis e normas brasileiras, além dos efeitos causados pelo seu descarte incorreto.

3.1.1 Conceitos básicos

Segundo Santiago e Dias (2012), os resíduos sólidos urbanos (RSU) englobam resíduos provenientes de atividades domésticas em residências, varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana. A Lei Federal nº 12.305 de 2010 traz diversas definições em sua estrutura, onde o art. 3º parágrafo XVI define resíduos sólidos como:

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

Já a NBR 10.004/2024 (ABNT, 2024) define resíduos sólidos urbanos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A NBR 10004/2024 também classifica os resíduos de acordo com a identificação do processo ou atividade que lhe foi dada a origem, além de seus constituintes e características. Desta forma, a Norma classifica os resíduos em classe I (perigosos) que podem causar danos à saúde e meio ambiente e classe II (não perigosos) que podem impactar o meio ambiente se descartados incorretamente.

A Lei Federal nº 12.305 de 2010 também traz a definição de 19 termos, alguns deles são: coleta seletiva; destinação final ambientalmente adequada; gerenciamento

de resíduos sólidos; e gestão integrada de resíduos sólidos. A lei traz esses termos definidos como:

V - coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

A referida lei também classifica os tipos de resíduos de acordo com sua origem, sendo classificados da seguinte maneira:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

3.1.2 Os problemas causados pelo descarte irregular de resíduos

Para Araújo e Pimentel (2016), o descarte inadequado de resíduos sólidos vem sendo motivo de debate mundial devido à sua capacidade em degradar o meio ambiente e prejudicar a saúde. Além disso, as autoras consideram que a deposição inadequada dos resíduos é oriunda de diversos fatores, como social, econômico e cultural da sociedade.

Rosado e Penteado (2018), ao pesquisar sobre a análise da eficiência dos ecopontos, observaram que o acúmulo dos materiais recicláveis misturados com resíduos orgânicos favorece a proliferação de vetores, além da emissão de odores desagradáveis, poluição visual e possível contaminação do solo. Além disso, pontos de descarte irregular atraem pessoas em vulnerabilidade social que passam a “catar” o lixo, como forma de sobrevivência (Ramos *et al.*, 2017).

A CONVALE (2024) destaca seis impactos negativos dados pelo descarte inadequado dos resíduos, sendo eles: poluição do solo e da água, pois podem liberar substâncias tóxicas; emissão de gases de efeitos estufa, devido a decomposição dos resíduos orgânicos; prejuízo à biodiversidade, pois pode prejudicar a fauna e flora; problemas de saúde pública, podem atrair vetores transmissores de doenças e patógenos; impacto visual e turístico, devido a degradação da beleza natural do local; obstrução de vias públicas e sistemas de drenagem que podem causar alagamentos e inundações

3.2 Aspectos Legais

3.2.1 Legislação Federal

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), traz em seu escopo objetivo, definições, disposições, princípios, instrumentos e diretrizes. A PNRS foi um marco importante na história do país, em relação ao enfrentamento dos problemas decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Esta lei também prevê a criação de planos estaduais de resíduos sólidos, onde os estados que elaboraram o plano terão acesso a recursos da União, seja com destinação a

empreendimentos e serviços voltados à gestão dos resíduos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamento de entidades federais.

O art. 7º da PNRS traz seus objetivos, sendo eles:

Art. 7º São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

V - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;

VII - gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

IX - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007;

XI - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:

a) produtos reciclados e recicláveis;

b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIII - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;

XV - estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

Para auxiliar no cumprimento desses objetivos, a lei apresenta estímulos à criação de planos de gestão de resíduos, tanto por parte dos estados quanto por parte dos municípios. O art.18, Seção IV, da citada lei trata dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, e diz que:

Art. 18 A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

§ 1º Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no caput os Municípios que:

- I - optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos referidos no § 1º do art. 16;
- II - implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

Além da PNRS, o Brasil também possui o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2022), que prevê cenários para o plano nacional de resíduos, cenários, diretrizes, metas etc. Os cenários elaborados no PLANARES para até 2040, são para as cinco regiões do país: Nordeste, Norte, Sudeste, Sul e Centro-Oeste. A sexta meta do PLANARES para a Região Nordeste é que até 2040 terá uma recuperação de recicláveis secos, em relação à massa total de RSU de 11,5%, e que 45% da população deve possuir acesso a sistemas de coleta seletiva de resíduos secos, independente do modelo de sistema escolhido (porta-a-porta, PEV, Ecoponto etc.). A elaboração do PLANARES foi de grande importância para o país, pois auxilia estados e municípios na elaboração de seus próprios planos, de modo que se seguido estão todos nivelados e com o mesmo objetivo, gerenciar de maneira adequada seus resíduos.

A Lei nº 14.026/2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984/2000, que trata dos quatro pilares do saneamento: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. No que se trata de resíduos salienta no art. 3º que:

- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana

Ainda no Art. 3º - C, traz as considerações sobre limpeza urbana e destinação final dos resíduos de acordo com sua origem.

Art. 3º-C. Consideram-se serviços públicos especializados de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos as atividades operacionais de coleta, transbordo, transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem, tratamento, inclusive por compostagem, e destinação final dos:

- I - resíduos domésticos;
- II - resíduos originários de atividades comerciais, industriais e de serviços, em quantidade e qualidade similares às dos resíduos domésticos, que, por decisão do titular, sejam considerados resíduos sólidos urbanos, desde que

tais resíduos não sejam de responsabilidade de seu gerador nos termos da norma legal ou administrativa, de decisão judicial ou de termo de ajustamento de conduta; e

III - resíduos originários dos serviços públicos de limpeza urbana, tais como:

- a) serviços de varrição, capina, roçada, poda e atividades correlatas em vias e logradouros públicos;
- b) asseio de túneis, escadarias, monumentos, abrigos e sanitários públicos;
- c) raspagem e remoção de terra, areia e quaisquer materiais depositados pelas águas pluviais em logradouros públicos;
- d) desobstrução e limpeza de bueiros, bocas de lobo e correlatos;
- e) limpeza de logradouros públicos onde se realizem feiras públicas e outros eventos de acesso aberto ao público; e
- f) outros eventuais serviços de limpeza urbana.

3.2.2 Legislação Estadual

A Lei nº 14.236/2010 dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), criada em conformidade com a PNRS, onde no art. 6º informa seus objetivos, sendo eles:

I - proteger o meio ambiente, garantir o uso racional dos recursos naturais e estimular a recuperação de áreas degradadas; II - implementar a gestão integrada de resíduos sólidos; III - fomentar a cooperação interinstitucional para o gerenciamento dos resíduos sólidos; IV - promover ações de educação ambiental, especialmente quanto ao descarte adequado dos resíduos por parte da coletividade; V - promover ações voltadas à inclusão social de catadores de materiais recicláveis; VI - erradicar o trabalho infantil nas ações que envolvam o fluxo de resíduos sólidos; VII - disseminar informações relacionadas à gestão dos resíduos sólidos; VIII - fomentar a implantação do sistema de coleta seletiva nos Municípios; IX - priorizar nas aquisições governamentais os produtos recicláveis e os reciclados; X - estimular a regionalização da gestão dos resíduos sólidos; XI - fomentar a cooperação intermunicipal, estimulando a busca de soluções consorciadas para gestão de resíduos sólidos; XII - incentivar a pesquisa, o desenvolvimento, a adoção e a divulgação de novas tecnologias de reciclagem e compostagem, tratamento, destinação e disposição final de resíduos sólidos, inclusive de prevenção à poluição; XIII - fomentar a maximização do aproveitamento dos resíduos orgânicos para a compostagem.

Ainda no Art. 6, a política informa que para atingir esses objetivos os municípios poderão buscar parcerias junto à iniciativa privada. No Art. 7 são previstas algumas diretrizes para cumprimento dos objetivos, alguns deles são:

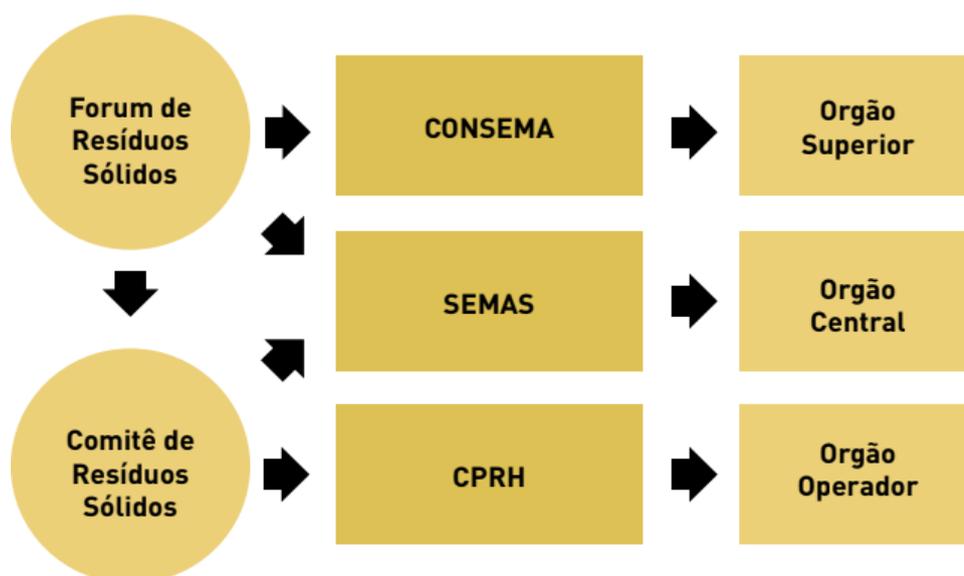
IV - incentivo à criação, ao desenvolvimento e à capacitação de associações ou cooperativas de catadores e de classificadores de resíduos sólidos, visando o reaproveitamento destes materiais e inclusão no ciclo produtivo, a fim de consolidar o processo de coleta seletiva;

VII - promoção de modelo de gestão de resíduos sólidos com visão sistêmica, que leve em consideração as variáveis ambientais, sociais, culturais, econômicas, tecnológicas e de saúde pública;

XI - fomento à pesquisa e ao desenvolvimento de novas tecnologias de tratamento para resíduos sólidos;

Dois anos após a criação da PERS e da PNRS, foi elaborado o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (2012), que tem objetivo de relacionar a situação atual dos resíduos sólidos no estado de Pernambuco, desta forma, sendo desenvolvido diretrizes, estratégias, metas, programas e projetos, de modo a subsidiar a gestão de resíduos sólidos no estado. Para a elaboração do plano realizou-se uma pesquisa bibliográfica e levantamento de dados secundários de instituições como IBGE, COMPESA, CPRM e relatórios técnicos. O Plano Estadual possui um sistema de resíduos sólidos para sua implementação, constando órgãos e entidades que estão a frente deste sistema, a Figura 1 apresenta sua estrutura.

Figura 1. Estrutura do Sistema Estadual de Resíduos Sólidos



Fonte: Pernambuco, 2012

A Lei nº 13.047 de 26 de junho de 2006 dispõe sobre a obrigatoriedade de coleta seletiva de lixo em diversos locais, como condomínios, estabelecimentos comerciais, órgãos públicos e eventos de grande porte no estado de Pernambuco. Nesta lei, é previsto os tipos de resíduos recicláveis, e a importância da coleta seletiva, de modo que se descumprida há a possibilidade de multa, advertência e suspensão do alvará de funcionamento.

3.2.3 Legislação Municipal

A Lei nº 1.596/2011 institui o código de meio ambiente do município de Ipojuca. No Art. 15 consta algumas proibições de práticas prejudiciais às praias do município, tais como:

1º - O despejo de lixo, esgotamento sanitário, poda de vegetação, é material de construção, resíduo de construção, óleo vegetal, combustíveis, betume, restos de material de pescaria, fibras, resinas, ou qualquer outra substância ou material que seja efetivamente ou potencialmente poluidor;

Além disso, na lei consta que os serviços de saneamento são de responsabilidade dos órgãos e entidades de qualquer natureza, que estão sujeitos ao controle da Secretaria Municipal de Tecnologia e Meio Ambiente. Na Lei orgânica do município de Ipojuca, criada no ano de 2009, onde dispõe no Art.8, parágrafo XXI que diz que a limpeza urbana é de responsabilidade do município. Já no Art. 120 diz que:

IX - aprovar a adequada disposição de resíduos sólidos, de modo a evitar o comprometimento de recursos hídricos, em termos de quantidade e qualidade;

Já no Art. 147 e inciso 1º, no que se refere a atividades poluidoras prejudiciais ao meio ambiente e saúde humana, informam que:

Art. 147. O Município disporá, em lei, sobre atividades poluidoras, definindo as responsabilidades e as medidas a serem adotadas com relação aos resíduos por elas produzidos.

§ 1º Consideram-se atividades poluidoras, além das discriminadas nas legislações federal e estadual, aquelas que infringem as normas estabelecidas para o tratamento e a deposição dos resíduos produzidos pela comunidade.

3.3 Coleta Seletiva

Conforme já descrito no tópico 3.1.1, a coleta seletiva é considerada pela PNRS (Lei nº 12.305/2010), parágrafo V, como “coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição”. Para Silva *et al.* (2010), a coleta seletiva é um sistema de recolhimento dos resíduos recicláveis e reutilizáveis previamente separados seletivamente, de acordo com sua constituição. Ainda de acordo com os autores, a coleta seletiva auxilia na diminuição de resíduos que são levados para aterros, lixões, lotes vagos, estradas, rios, entre outros, sendo

considerada como pilar importante da gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos, além de contribuir com o desenvolvimento sustentável de uma localidade.

A coleta seletiva pode ser realizada pelas modalidades Porta-a-porta e/ou por Pontos de Entrega Voluntária (PEV), também conhecidos como Ecopontos (Caetano, 2024). Em Recife, a capital pernambucana, os ditos PEV's são conhecidos como ecoestações, deste modo, o presente trabalho também se utilizará deste termo. A modalidade de coleta seletiva está diretamente relacionada a criação de rotas para execução por parte do caminhão coletor, sendo isto chamado de roteirização, vale ressaltar que tais rotas devem ser as mais viáveis de modo que seja economizado custos (Caetano, 2024).

Segundo o IBGE (2023), cerca de 60,5% dos municípios brasileiros alegam realizar coleta seletiva, porém, mesmo que tenha o sistema de coleta seletiva, não há a sua universalização. Segundo dados do SNIS (2021), a coleta seletiva porta a porta atende 69,7 milhões de habitantes. No entanto, quando observada a média da população urbana atendida, por município, a coleta seletiva porta a porta alcança apenas 14,7% dos habitantes, no Nordeste em média, apenas 1,9% da população é atendida pela coleta seletiva (ABREMA, 2023).

3.4 Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Fitz (2008) define SIG como uma plataforma capaz de criar e manipular base de dados geográficos e ainda permite adquirir, armazenar, processar e visualizar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas. Os SIG's são utilizados para diversas aplicações, sendo viável para o presente trabalho, devido a sua aplicabilidade na obtenção de local mais viável para implantação de ecoestações. A localização dessas estruturas deve ser definida de modo que aproximem a população do local, facilitando assim seu acesso.

O SIG para tratamento de problemas de transporte é a possibilidade de utilizar representações gráficas de ruas e estradas bem como delimitação de bairros ou cidades dentre outros, esses dados são representados por linhas e polígonos (Silva, 2018). Segundo Rocha et al (2015) o SIG é uma ferramenta essencial no

planejamento urbano e regional, tendo em vista que é uma ferramenta importante na elaboração de políticas públicas municipais.

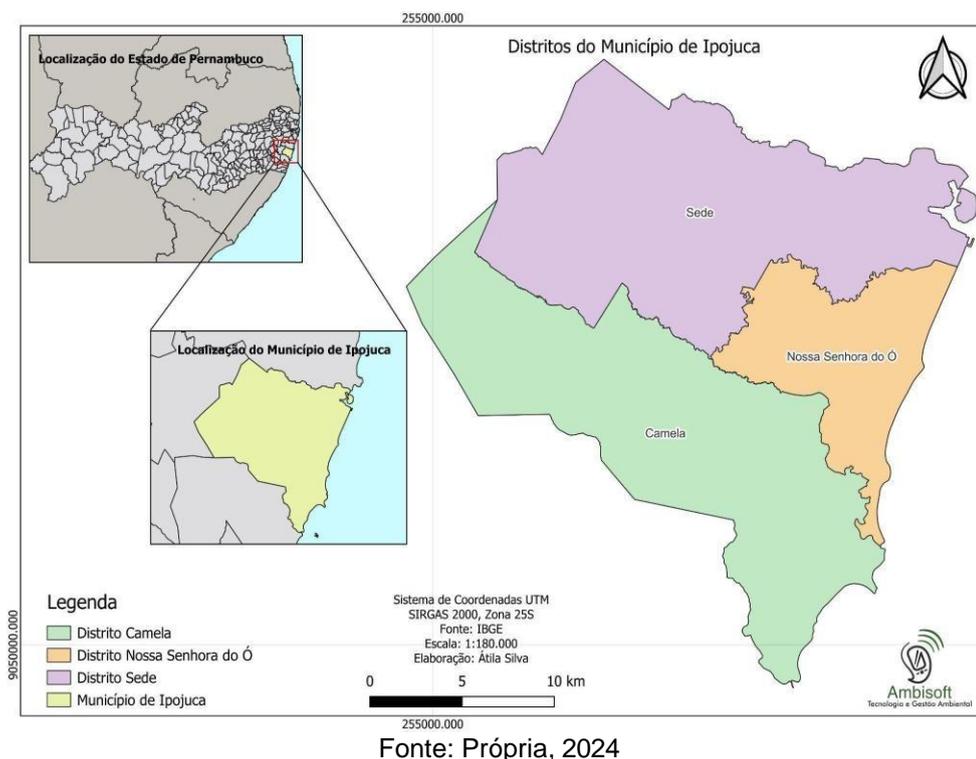
Sousa *et al.* (2019) aplicou o SIG gestão de resíduos sólidos de modo que fosse possível analisar seus aspectos socioeconômicos e ambientais. Obtendo como resultado mapas que possibilitam a identificação de áreas aptas para construção de aterros sanitários. Gonçalves *et al* (2020) utilizaram o SIG no mapeamento de fontes geradoras de resíduos de serviço de saúde, permitindo assim a delimitação das zonas de abrangência da coleta seletiva, além da qualificação e quantificação da fonte geradora.

O SIG também pode ser utilizado na modelagem de dados, operações matemáticas, e tratamento dos dados de modo que auxilie na tomada de decisões (Tomaz *et al.*, 2022). Tais estudos ressaltam a versatilidade do SIG nos mais diversos segmentos no que se refere a gerenciamento de dados geográficos.

4 METODOLOGIA

O município de Ipojuca, localizado na Região Metropolitana do Recife (RMR), no estado de Pernambuco, conta com uma população de 98.932 habitantes, distribuídos em uma área de 521,80 km², além de uma densidade demográfica de 189,6 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2022). O município é dividido em três distritos, sendo eles: o Distrito Sede, Nossa Senhora do Ó e Camela (Cardoso, 2016), conforme apresenta o Figura 2.

Figura 2. Localização do município de Ipojuca



Fonte: Própria, 2024

A cidade possui um bom destaque econômico, com um PIB de R\$ 150.647,79 e estando em 3º lugar no ranking de maiores PIB's do estado de Pernambuco, ficando atrás apenas de Recife e Jaboatão dos Guararapes, consecutivamente, e na posição 96º do ranking nacional (IBGE, 2022). Este crescimento econômico está associado às suas diversas atividades econômicas, destacando-se seu elevado potencial industrial e turístico, sendo suas principais atividades econômicas a agroindústria canavieira e o Polo Industrial de Suape (Cardoso, 2016).

Em relação aos resíduos sólidos urbanos (RSU), o município tem uma estimativa de geração anual de 38.115 toneladas, sendo a taxa de geração *per capita* de 1,55 (kg/dia x hab.), segundo o Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos (PMRS, 2018). Os RSU gerados são destinados ao aterro sanitário municipal, que segundo informações da Prefeitura do Ipojuca (SECOM, 2023), recebe em média 140 toneladas por dia de resíduo domiciliar, além de poda de árvores e entulhos. O aterro está localizado no Distrito Camela, a 14,5 km do Distrito Sede.

A metodologia deste trabalho foi dividida em quatro etapas, sendo elas: diagnóstico da gestão de resíduos; mapeamento dos pontos de descarte irregular; proposição de áreas aptas à instalação de ecoestações; e estudo de viabilidade técnica e econômica da instalação das ecoestações no município de Ipojuca.

4.1 Diagnóstico da gestão de resíduos

Para o diagnóstico da gestão de resíduos sólidos no município de Ipojuca, foi utilizada a metodologia proposta por Paz (2019). A coleta de dados baseou-se em informações secundárias provenientes de bases de dados oficiais e sistemas de informação. Os dados socioeconômicos foram obtidos a partir da base do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para os indicadores de Gestão de Resíduos Sólidos (RSU), foram utilizados dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) e do Sistema Nacional de Informação sobre Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR). Além disso, realizou-se uma projeção da população para os próximos 20 anos, iniciando a partir de 2025.

4.2 Mapeamento dos pontos de disposição irregular dos resíduos

Por meio de imagens disponíveis no *Google Earth* e as imagens de *Street View* e visita *in loco* de alguns pontos entre os meses de outubro de 2024 e janeiro de 2025, foi realizado o levantamento dos pontos de descarte irregular de resíduos. No mapeamento dos pontos de disposição irregular de resíduos sólidos, foram levados em consideração se esses resíduos estavam dispostos próximos a corpos hídricos, áreas vegetadas, escolas, postos de saúde ou residências (Paz, 2019).

Ainda com base na metodologia proposta por Paz (2019), para análise e processamento dos dados coletados, foi desenvolvido um banco de dados em planilha eletrônica, contendo as coordenadas geográficas de cada ponto. Além disso, por meio do QGIS 3.30 e ferramentas de geoprocessamento, foi realizada a criação de um arquivo vetorial com a localização dos pontos de descarte irregular.

Para a hierarquização dos problemas encontrados por meio do diagnóstico, foi utilizada a metodologia proposta por Silva *et al.* (2008), onde foram priorizados os problemas, atribuindo uma escala que abrange três níveis de relevância:

- **Nível 1:** problema de destaque, que representa uma questão significativa;
- **Nível 2:** problema relevante, no entanto, com menor destaque em relação ao nível anterior;
- **Nível 3:** problema secundário, de pouco destaque ou irrelevante ou inexistente.

4.3 Proposição de áreas aptas à instalação de ecoestações

A proposição de áreas aptas foi dimensionada a partir do mapeamento de pontos e disposição irregular. Já os locais escolhidos para instalação de ecoestações, devem ser próximos ou no local onde a população utiliza para descarte dos resíduos (PAZ, 2019). Para estimar a quantidade de áreas aptas à instalação de ecoestações foi utilizado o método de Scremin (2007), onde os cálculos realizados para a estimativa do número de ecoestações leva em consideração área urbana (A_u), raio de abrangência (RAB), podendo ela ser plana (RAB = 2,5km), ondulada (RAB = 2km) ou acidentada (RAB = 1,5km). Com isto foi obtida a seguinte equação (1).

Equação (1)

$$N_{PEV\ EST} = \frac{A_u}{(\pi \times R_{AB}^2)}$$

A partir da definição da quantidade mínima, utilizou-se as ferramentas de geoprocessamento para escolher as áreas mais aptas para instalação das ecoestações. Para cada ponto de disposição irregular de resíduos utilizou-se um buffer de 200m, para identificar quais áreas seriam aptas para receberem a ecoestação, considerando áreas com maior número de pontos o local mais adequado para a instalação (Paz, 2019). Também foram propostos PEV (Ponto de Entrega Voluntária), nos locais com maior número de fluxo de pessoas.

4.4 Estudo de viabilidade técnica e econômica

A partir das informações coletadas pelo mapeamento, foi desenvolvida uma base de dados contendo as informações sobre os pontos mapeados. Além disso, foi realizada uma revisão bibliográfica com objetivo de dar embasamento ao presente trabalho. Contudo, de posse desses dados e informações, foi realizada uma análise da viabilidade técnica e econômica da instalação de uma ecoestação na área de estudo.

Para avaliar a viabilidade técnica da implantação de ecoestações, foi utilizado como base a NBR 15.112/2004, que apresenta as condições de implantação e condições gerais para projeto. A NBR em questão visa as diretrizes para projeto,

implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, incluindo também resíduos comuns.

Na realização da composição de custo foram considerados alguns serviços preliminares de maneira geral (Tabela 1), sendo eles: cercamento para isolamento da área, portão de controle do acesso, edificação da administração, depósito de recicláveis, área destinada a armazenamento temporário dos RCC, sistema de drenagem pluvial e equipamentos necessários para a operação das unidades (PIRS, 2018). Além disso, será realizado o orçamento com o custo da mão de obra, sendo considerado um vigia para trabalhar no turno noturno e um ajudante para o turno diurno.

Tabela 1. Itens da infraestrutura e equipamentos para aquisição

Classificação	Item
Infraestrutura	Portão de controle do acesso
	Cercamento
	Edificação da administração
	Depósito de recicláveis
	Sistema de drenagem pluvial
	Área destinada ao armazenamento temporário dos RCCs
Equipamentos	Veículo Roll On Roll Off
	Caixa compactadora (17 m ³)
	Caçamba estacionária (5m ³)
	Ecoponto - PEV (1.000 L)
	Bombonas (50 L)
	Tablet (128 GB)

Fonte: PIRS (2018) adaptado (2025).

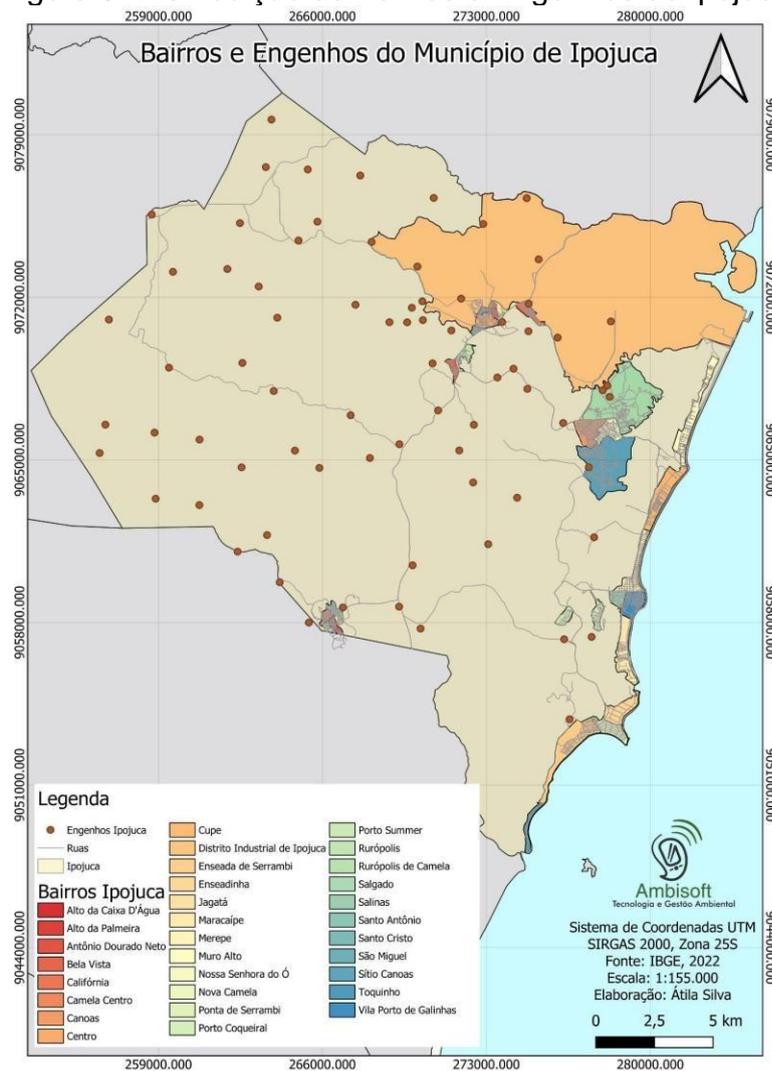
Para os custos com a mão de obra, utilizou-se os valores existentes do Sindicato das Empresas de Asseio e Conservação do Estado de Pernambuco (SEAC - PE, 2024), da Convenção Coletiva de Trabalho, sendo considerado também os encargos sociais cobrados atualmente no estado de Pernambuco.

5 RESULTADOS E ANÁLISE

5.1 Diagnóstico da gestão de resíduos

O município de Ipojuca está localizado na Região Metropolitana do Recife, ficando a aproximadamente 50km de distância do Recife, a capital pernambucana. O município, como já citado anteriormente, é o 3º maior PIB do estado, obtendo um PIB *per capita* de R\$ 150.647,79 no ano de 2021, com a população tendo um salário médio de R\$ 2,9 salários mínimos (IBGE, 2022). Além disso, possui um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) considerado médio, sendo de 0,619 (IBGE, 2010). O município é composto por 32 bairros e 74 engenhos, distribuídos em 521,80 km² de sua área total, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3. Distribuição de Bairros e Engenhos de Ipojuca



Fonte: Própria, 2024.

O município possui atualmente um contrato de limpeza urbana de dois anos, iniciado em 21/09/2023 e com fim para 20/09/2025, no valor de R\$ 112.793.678,88, levando em consideração também a operação do aterro sanitário e a remediação do aterro controlado. A partir da Tabela 2 obtém-se os serviços prestados na limpeza urbana e o valor cobrado por cada um deles, sendo o somatório dos serviços prestados de R\$ 93.484.972,45. Vale ressaltar que no tribunal de contas o preço unitário consta que o serviço de coleta manual é de R\$4.521.093,51, como este valor não condiz com a realidade dividiu este valor pela quantidade, considerando assim o preço unitário de R\$6.495,82.

Tabela 2. Valor do contrato de limpeza urbana por item

Serviços	Quantidade (unidade)	Preço Unitário	Preço Total
----------	----------------------	----------------	-------------

Coleta regular de resíduos sólidos domiciliares, comerciais, de feiras livres e de limpeza de praias	109.496,64 (ton)	R\$ 201,65	R\$ 22.079.997,46
Coleta manual ensacada em áreas de difícil acesso	696,00 (un)	R\$ 6.495,82	R\$ 4.521.093,51
Limpeza de faixa de praia	11.900,88 (km)	R\$ 353,41	R\$ 4.205.890,00
Coleta de resíduos sólidos em pontos de confinamento e transporte até o destino final	48,00 (un)	R\$ 52.688,67	R\$ 2.529.056,16
Coleta de resíduos sólidos em pontos de confinamento e transporte até o destino final	480,00 (un)	R\$ 565,47	R\$ 271.425,60
Coleta manual de resíduos sólidos volumosos	22.214,40 (ton)	R\$ 191,44	R\$ 4.252.724,74
Coleta mecanizada de resíduos sólidos volumosos	72,00 (un)	R\$ 168.667,75	R\$ 12.144.078,00
Coleta de resíduos de poda	24,00 (un)	R\$ 46.551,89	R\$ 1.117.245,36
Varrição de vias urbanas pavimentadas	134.881,20 (km)	R\$ 144,25	R\$ 19.456.613,10
Capinação e raspagem de linhas d'água de vias pavimentadas	3.269,04 (km)	R\$2.327,91	R\$ 7.610.030,91
Pintura de meio-fio à base de cal ou hidrator	3.269,04 (km)	R\$ 565,01	R\$ 1.847.040,29
Pintura de meio-fio com tinta à base de resina acrílica	93,60 (km)	R\$ 2.779,67	R\$ 260.177,11
Veículo leve para fiscalização	72,00 (un)	R\$ 5.397,71	R\$ 388.635,12
Serviços especiais de limpeza urbana	48,00 (un)	R\$ 152.787,31	R\$ 7.333.790,88
Lavagem e desinfecção de feiras livres e logradouros públicos	24,00 (un)	R\$ 49.250,29	R\$ 1.182.006,96
Remediação de aterro controlado	95.568,00 (ton)	R\$ 40,01	R\$ 3.823.675,68
Operação de aterro sanitário	229.810,08(ton)	R\$ 80,93	R\$ 18.598.529,77
Operação de ETE	24,00 (un)	R\$ 48.819,51	R\$ 1.171.668,24

Fonte: Tribunal de Contas do Estado (Adaptado), 2023.

A partir dos indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), foram coletados dados dos indicadores da gestão de resíduos sólidos (Tabela 3), que foram subdivididos em indicadores gerais, de coleta, de resíduos da construção e demolição (RCD), coleta seletiva e resíduos de serviços de

saúde (RSS). Porém, é possível observar o déficit de informação referente ao manejo dos resíduos, pois dos 23 indicadores coletados apenas 8 possuem informações. A ausência de informação sobre coleta seletiva pode se explicar devido ao fato de o município não possuir esse tipo de coleta.

Tabela 3. Indicadores SNIS

	Indicadores	Ipojuca
Gerais	IN003 - Incidência das despesas com o manejo de RSU nas despesas correntes da prefeitura	4,32
	IN005 - Autossuficiência financeira da prefeitura com o manejo de RSU	9,16
	IN006 - Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana	-
	IN011 - Receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo RSU	-
Coleta	IN015 - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município	94,97
	IN016 - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana	-
	IN021 - Massa coletada (RDO+RPU) per capita em relação à população urbana	-
	IN023 - Custo unitário médio do serviço de coleta (RDO+RPU)	161,10
	IN024 - Incidência do custo do serviço de coleta (RDO+RPU) no custo total do manejo de RSU	19,17
	IN028 - Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta	1,59
RCD	IN026 - Taxa de resíduos sólidos da construção civil (RCC) coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada	-
Coleta Seletiva	IN030 - Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município.	-
	IN031 - Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada	0,35
	IN032 - Massa recuperada per capita de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à população urbana	-
	IN053 - Taxa de material recolhido pela coleta seletiva (exceto mat. orgânica) em relação à quantidade total coletada de resíduos sól. domésticos	-
	IN054 - Massa per capita de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva	-
	IN034 - Incidência de papel e papelão no total de material recuperado	-
	IN035 - Incidência de plásticos no total de material recuperado	-

	IN038 - Incidência de metais no total de material recuperado	-
	IN039 - Incidência de vidros no total de material recuperado	-
	IN040 - Incidência de outros materiais (exceto papel, plástico, metais e vidros) no total de material recuperado	-
RSS	IN036 - Massa de RSS coletada per capita em relação à população urbana	-
	IN037 - Taxa de RSS coletada em relação à quantidade total coletada	0,07

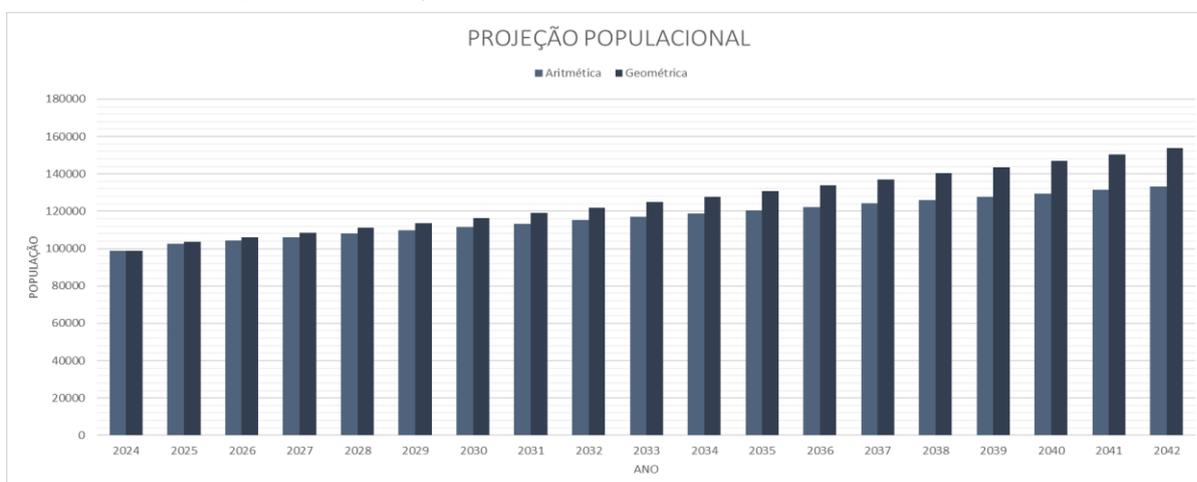
Fonte: SNIS, 2022.

Ainda que o município possua parceria de incentivo ao serviço dos catadores, a ausência de um plano de coleta seletiva faz com que haja uma baixa taxa na recuperação dos materiais recicláveis. Turci *et al.* (2019), em sua pesquisa relata que com programa de coleta seletiva sendo aplicada na cidade do Rio de Janeiro, a taxa de recuperação dos materiais recicláveis chega a 3,7%, e com a implantação das centrais de triagem, planeja-se expandir a cobertura da coleta para outros bairros.

No Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), o município de Ipojuca encontra-se inadimplente no que se refere a entrega do relatório de gestão de resíduos sólidos. No mapa do SINIR sobre informações dos resíduos sólidos urbanos (RSU), as únicas informações disponíveis são de que a geração de resíduos por dia é de 126,81 ton/dia, sendo 0,36 kg/dia/hab (SINIR, 2019).

De acordo com o último censo realizado pelo IBGE (2022), o município possui 98.932 habitantes. A partir dessas informações, foi realizada uma projeção populacional aritmética e geométrica para os próximos 20 anos, iniciado a partir do ano de 2025, conforme Figura 4.

Figura 4. Projeção Populacional do Município de Ipojuca

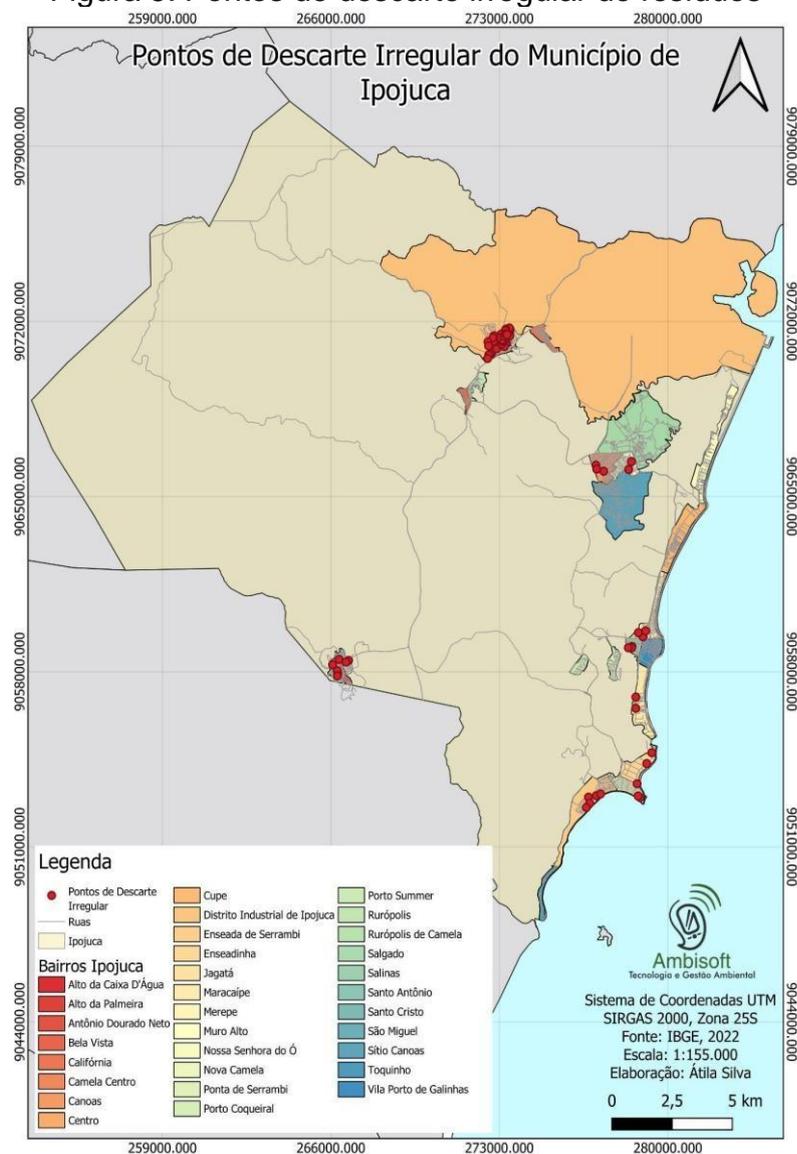


Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

5.2 Mapeamento dos pontos de descarte irregular

Por meio do uso de ferramentas de geoprocessamento utilizadas no mapeamento dos pontos de descarte irregular, com o uso do *Google Earth* e imagens do *Street View*, foi mapeado em todo o centro urbano do município 61 pontos, sendo 30 no Distrito Sede, 13 no Distrito de Nossa Senhora do Ó e 18 no Distrito de Camela, conforme apresentado na Figura 5. Vale ressaltar que o descarte irregular de resíduos na maioria dos municípios brasileiros está associado à pobreza, e pode gerar foco de vetores, desmoronamento, falta de cidadania e problemas de saúde (Araújo e Pimentel, 2016).

Figura 5. Pontos de descarte irregular de resíduos



Fonte: Própria, 2024.

A partir do mapeamento foi possível observar que a maior parte dos resíduos são de construção e demolição e resíduos volumosos, além de resíduos domiciliares. Dos 61 pontos mapeados 21% é RCD; 15% RCD e RSU; 3% RCD e volumosos; 31% RSU; 11% RSU e RCD; e 18% de resíduos volumosos.

Em trabalho semelhante, Araújo (2024), mapeou 55 pontos de descarte irregular na cidade de São Bento – MA. Também foi considerado por ele desafios na gestão de RSU por parte do município, pois fica evidente problemas na infraestrutura viária, que é inadequada, falta conscientização da população sobre o descarte adequado, a ausência de um plano de gerenciamento que aborde questões críticas e demandam mais atenção. Nos locais mapeados, foi possível encontrar os mais diversos tipos de resíduos, como os de construção (tijolos, cimento, madeira, ferro), volumosos (poda, sofá, restos de capinação) e resíduos domiciliares (predominantemente orgânicos), principalmente em locais onde há a presença de placas informando a proibição do descarte (Figura 6).

Figura 6. Local de descarte irregular no bairro Centro, distrito Sede.



Fonte: Própria, 2024.

A Figura 6 evidencia a falta de educação ambiental por parte dos moradores e falta de fiscalização por parte da prefeitura, tendo em vista que está escrito na placa que está sujeito a multa todo aquele que descartar resíduos no local de acordo com art. 6º da Lei Municipal nº1.305 de 2001. A Figura 7 mostra pontos que obtinham o maior volume de resíduos descartados, esses pontos são de costume da população na realização da disposição inadequada dos mais diversos tipos de resíduos.

Figura 7. Resíduos volumosos



Fonte: Própria, 2024.

A Figura 8 apresenta um local de disposição irregular de resíduos na R. Marinho Alves, em frente a uma escola de educação infantil.

Figura 8. Resíduos domiciliares e volumosos



Fonte: Própria, 2024.

A partir do mapeamento dos pontos de descarte irregular, foram produzidos mapas com *buffer*, constando a distância de corpos hídricos, áreas vegetadas,

escolas, postos de saúde ou residências. Diante de tais informações, foi elaborada uma tabela informando quais pontos estavam dispostos dos locais acima, sendo ele divididos por distrito. Na Tabela 4 apresenta a quantidade de pontos próximos dos parâmetros adotados.

Tabela 4. Quantidade de locais de disposição dos resíduos

Distritos	Corpos Hídricos	Residências	Área Vegetada	Posto de Saúde	Escolas
Sede	6	30	3	3	11
Nossa Senhora do Ó	6	13	6	0	3
Camela	13	18	1	0	1

Fonte: Própria, 2024.

A disposição irregular de resíduos sólidos é encontrada com certa frequência próximo a escolas, local onde é importante à saúde pública e bem-estar da população. A Figura 9 apresenta um local de descarte irregular onde comumente é disposto resíduos domiciliares e volumosos.

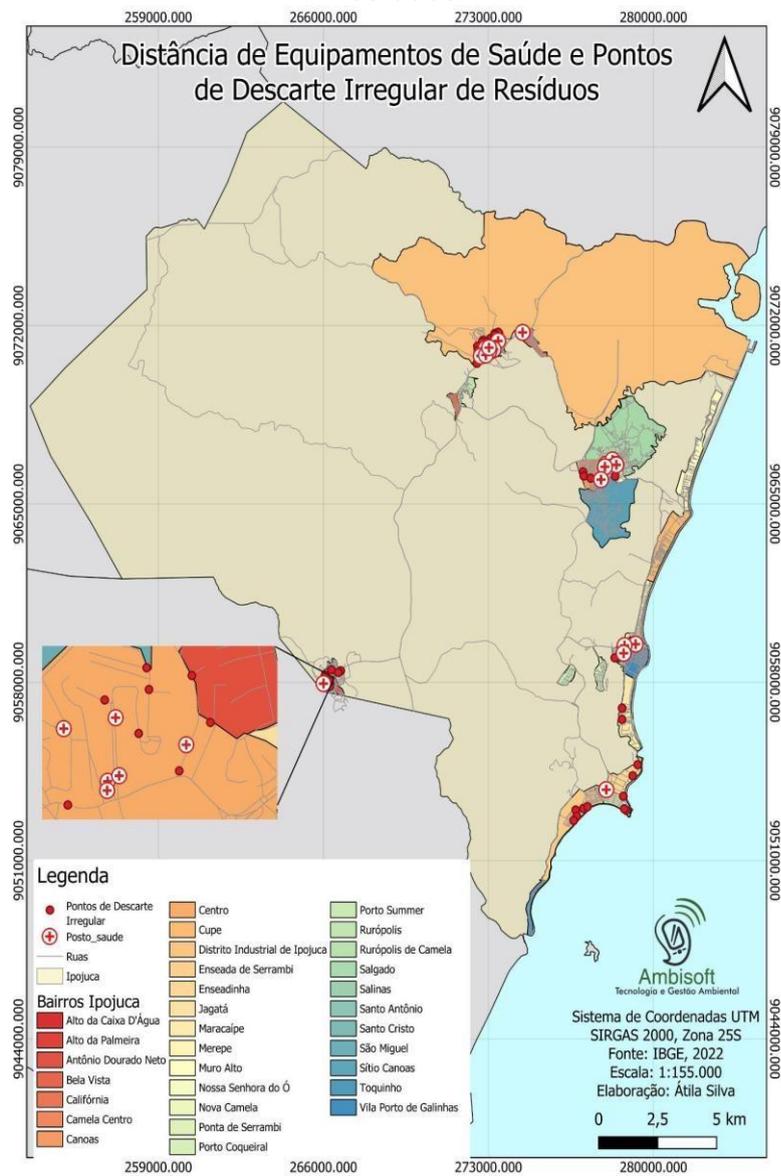
Figura 9. Descarte irregular próximo a Unidade de Saúde da Família



Fonte: Própria, 2024.

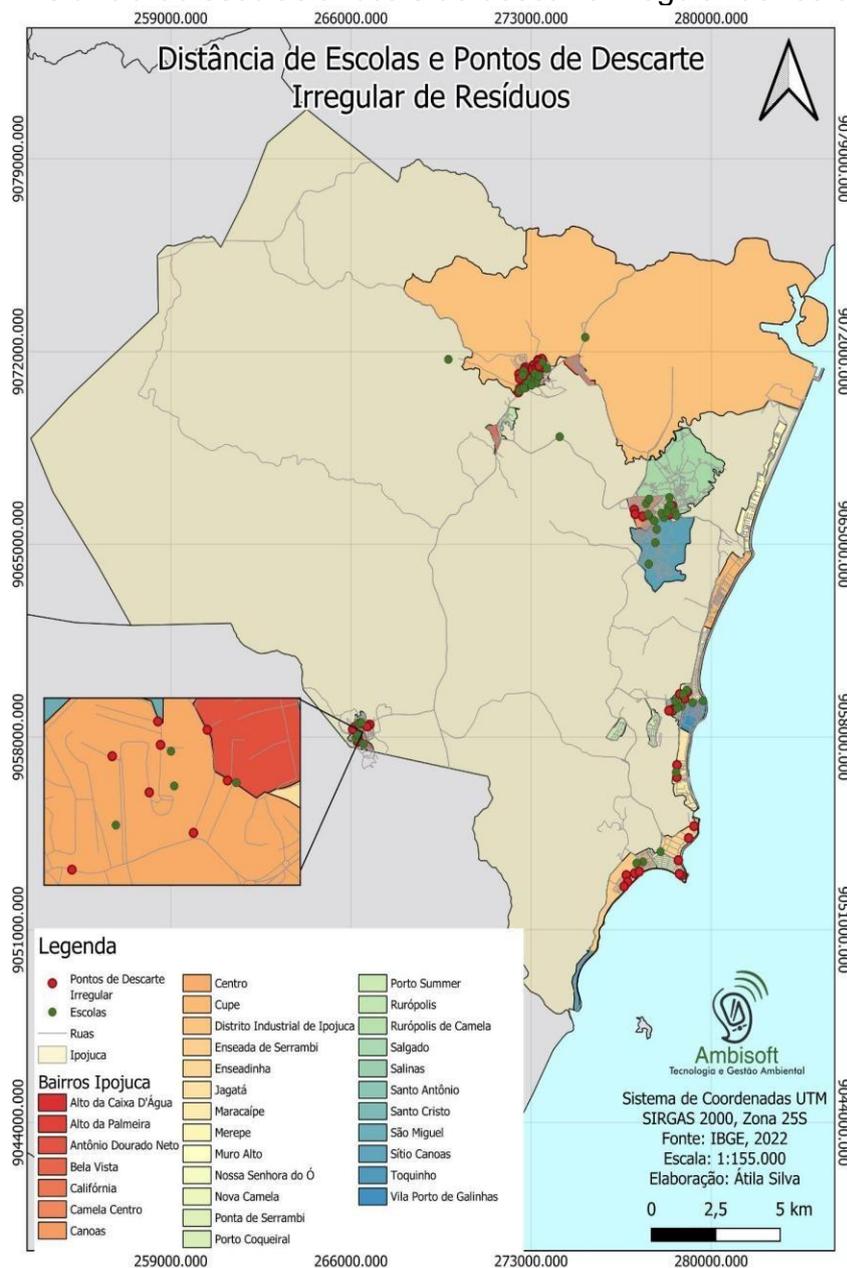
Já a Figura 10 e 11 apresentam os locais onde há a existência de postos de saúde e escolas, respectivamente e a sua proximidade com locais de disposição inadequada de resíduos.

Figura 10. Distância de equipamentos de saúde a locais de descarte irregular de resíduos



Fonte: Própria, 2024.

Figura 11. Distância de escolas a locais de descarte irregular de resíduos



Fonte: Própria, 2024.

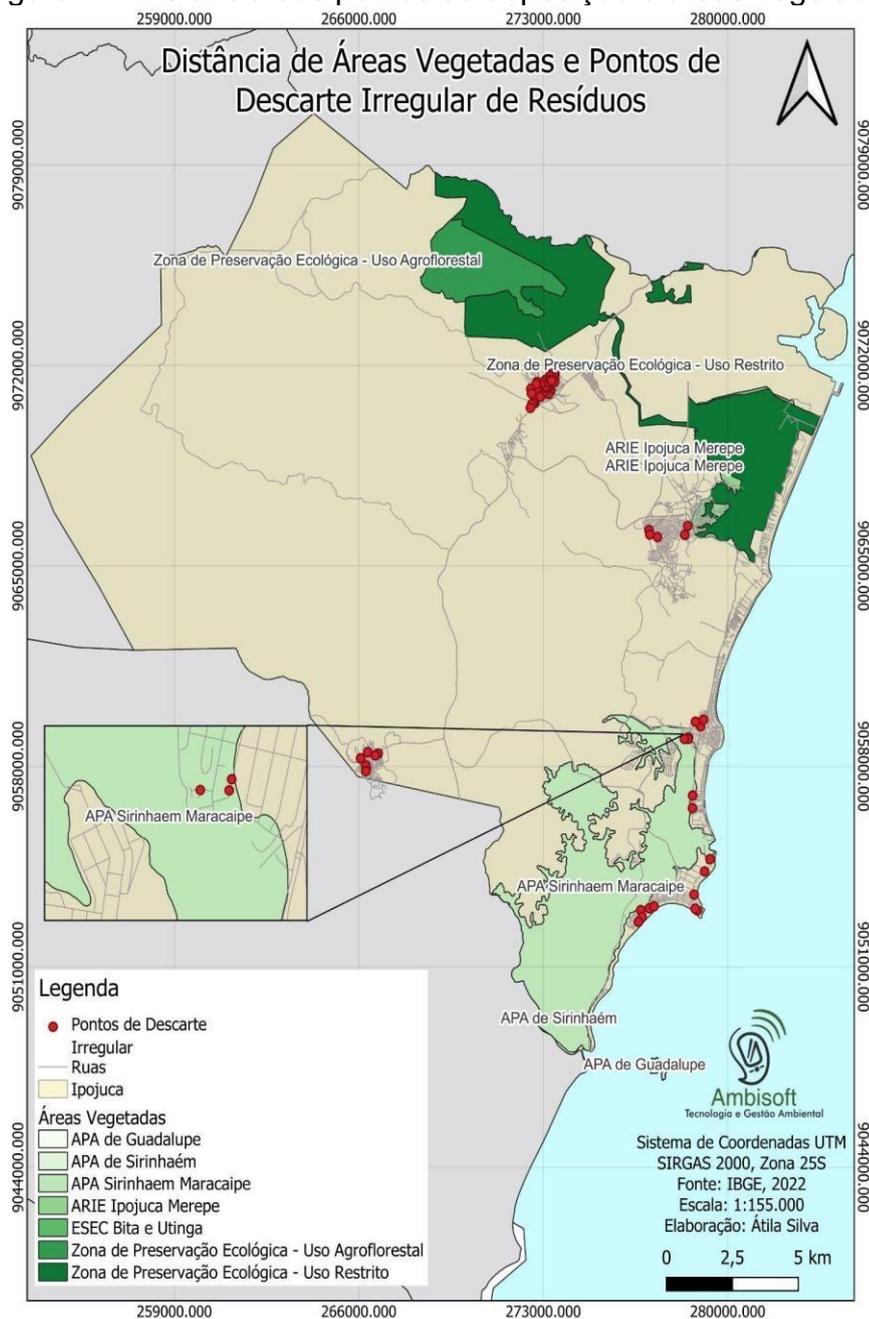
Além do mapeamento para escolas e postos de saúde, realizou-se mapeamento de pontos de descarte irregular próximo a áreas vegetadas e corpos hídricos, que são considerados Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme a Lei nº 12.651 de 2012 no art. 4º onde considera Área de Preservação Permanente (APP), seja em áreas urbanas ou rurais:

I – as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
 - b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
- III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
- V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45° , equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
- VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- VII - os manguezais, em toda a sua extensão;
- (...)

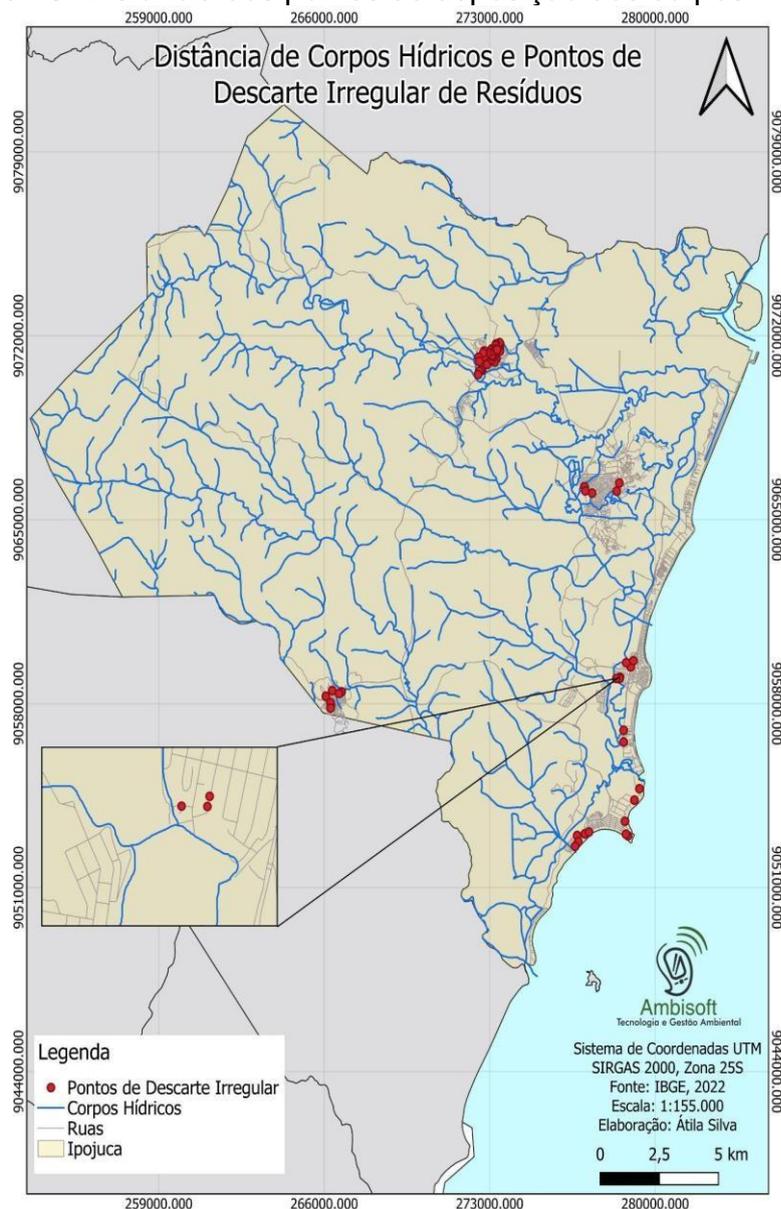
As Figuras 12 e 13 apresentam o mapeamento de pontos de disposição irregular de resíduos em relação a sua proximidade com áreas vegetadas e corpos hídricos respectivamente, estando alguns dentro de áreas consideradas APP.

Figura 12. Distância dos pontos de deposição e áreas vegetadas



Segundo Cavalcanti *et al.* (2023), que realizaram um levantamento de locais de disposição irregular de resíduos em APP do Rio das Bombas, no município de João Pessoa – PB, foram observados problemas como assoreamento e eutrofização de corpos hídricos, perda de biodiversidade e proliferação de vetores devido a disposição irregular de resíduos no local.

Figura 13. Distância dos pontos de deposição dos corpos hídricos



Fonte: Própria, 2024.

A Figura 14 apresenta um dos locais de descarte irregular nas proximidades do canal no bairro Antônio Dourado, no distrito Sede. Vale destacar que a área apresenta risco de inundação, desta forma em época de chuvas intensas pode resultar no carreamento dos resíduos, gerando impactos negativos e podendo comprometer a qualidade dos recursos hídricos adjacentes.

Figura 14. Disposição de resíduos próximo ao canal no bairro Antônio Dourado Neto



Fonte: Própria, 2024.

A Figura 15 apresenta o canal antes dos períodos de chuva com big bag's que acondicionam os resíduos recicláveis de catadores locais, além de materiais de sucata.

Figura 15. Acondicionamento de resíduos recicláveis próximo ao canal no bairro Antônio Dourado Neto



Fonte: Própria, 2024.

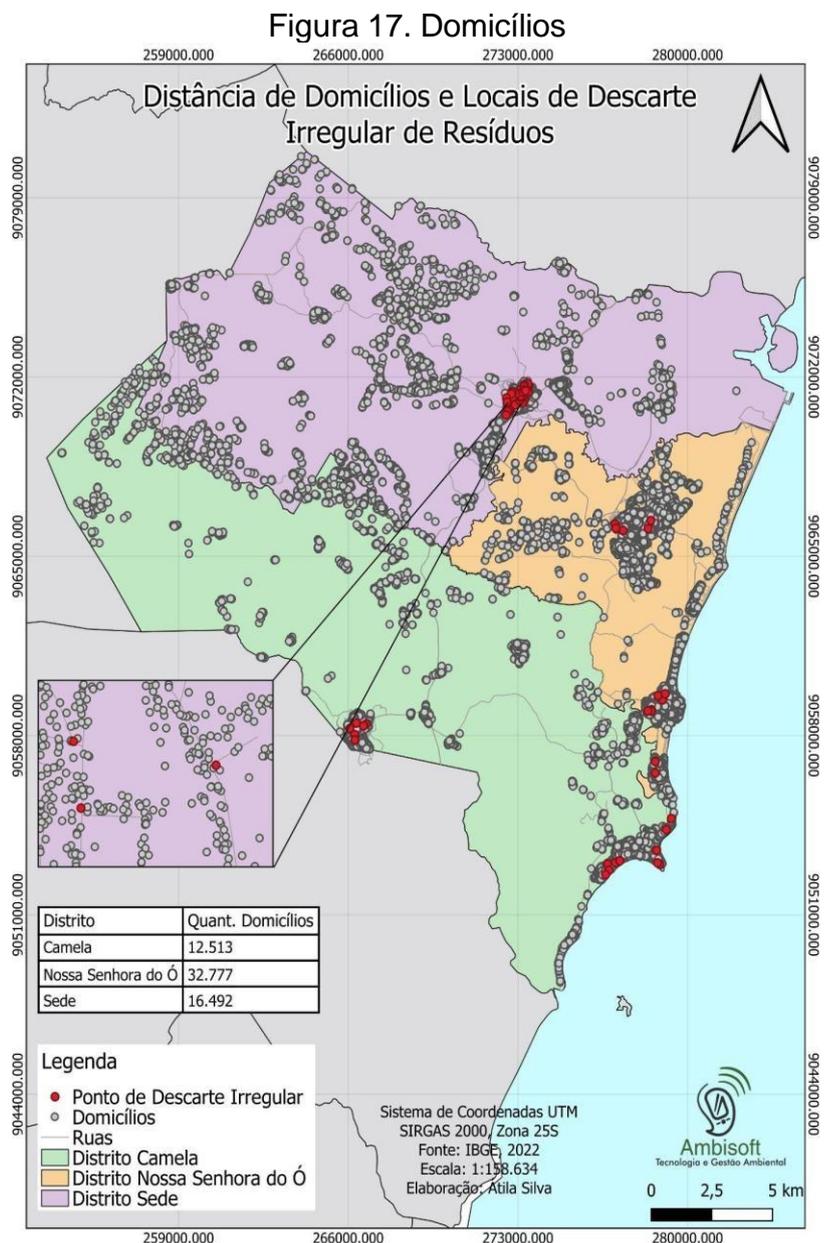
A Figura 16 apresenta a situação do canal em épocas de chuvas mais intensas e após limpeza do mesmo realizado pela prefeitura no mês de janeiro de 2025.

Figura 16. Canal em períodos de chuvas intensas



Fonte: Própria, 2025.

Para elaboração do mapa de pontos de disposição de resíduos próximo a residências foi inserida a base de dados o IBGE (2022), onde consta que no distrito Sede possui 16.492, Camela 12.513 e Nossa Senhora do Ó com 32.777. Observa-se que os pontos de descarte incorreto de resíduos são todos próximos a domicílios (Figura 17).



Fonte: Própria, 2024.

A hierarquização dos problemas encontrados através do diagnóstico e mapeamento realizado, foi construído por meio de uma tabela apresentando o nível dos problemas encontrados, se problema de destaque (nível 1), problema relevante (nível 2) ou problema secundário (nível 3). Para definição do nível de hierarquização foi considerado: nível 1 os locais que estão próximos a escolas, postos de saúde,

corpos hídricos, residências e áreas vegetadas; nível 2 aqueles que estão próximos de 2 ou 3 dos locais citados; e nível 3 que estão próximos a apenas 1 dos locais. A Tabela 5, apresenta a hierarquização desses problemas por Distrito do município.

Tabela 5. Hierarquização dos problemas por Distrito

Níveis de Hierarquização	Distrito Sede	Distrito de Nossa Senhora do Ó	Distrito de Camela
Nível 1	0	1	0
Nível 2	21	7	15
Nível 3	9	5	3

Fonte: Própria, 2024.

Os locais mapeados apresentaram todos os pontos de disposição de resíduos próximo a domicílios, Tabela 4 apresenta o quantitativo de pontos por distrito e por proximidade dos locais anteriormente citados. Apenas um local foi considerado nível 1, devido a sua proximidade a todos os locais, o que pode ocasionar riscos à saúde dos moradores, além de problemas ambientais das pessoas que moram próximo aos pontos de disposição de resíduos. Gomes e Belém (2022), realizaram um estudo relacionado ao resíduo como fator de risco à saúde pública na cidade de Fortaleza entre os anos de 2017 e 2018, e foi verificado o aumento de doenças como leptospirose (120%), tétano (50%), doença transmitida por alimento (200%) e leishmaniose (5,2%).

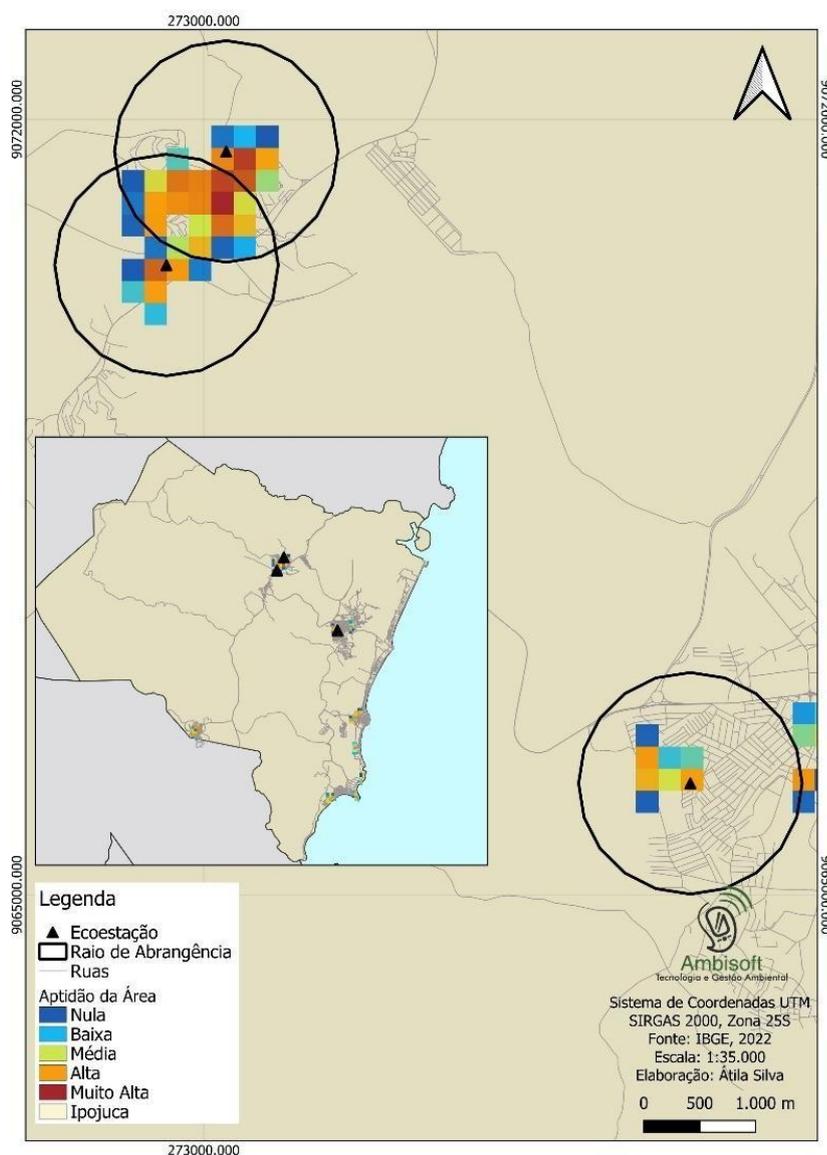
Os problemas de nível 2 foram aqueles que deve haver uma preocupação, pois podem gerar problemas maiores no futuro, mas que podem ser revertidos mais rapidamente se houver ações direcionadas à minimização desse problema. Já os de nível 3 são aqueles que estão próximos apenas de residências, podendo haver uma medida de intervenção mais rápida de forma a minimizar ou reverter este problema.

A prática da coleta seletiva de modo abrangente e estruturado contribui para o número de problemas encontrados, tendo em vista que não há separação e reaproveitamento dos recicláveis, deixando evidente que o sistema de coleta de resíduos não atende plenamente às necessidades da população (Araújo, 2024). Contudo, a aplicação da coleta seletiva de modo estruturado e abrangente pode minimizar os problemas ocasionados pelo descarte irregular de resíduos tornando-o uma ferramenta fundamental.

5.3 Proposição de áreas aptas para instalação de ecoestações

A partir do uso da Equação 1, obteve-se o valor de 3 ecoestações para o município, sendo a área urbana de 29,39 km² e raio de abrangência de 1km, estando assim de acordo também com o dimensionamento da coleta seletiva realizado pelo governo do estado de Pernambuco, no Plano de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana (PERNAMBUCO, 2018).

Figura 18. Áreas aptas para instalação de ecoestação



Fonte: Própria, 2024.

Resch et al. (2012), em estudo sobre ecoestações no município de São Paulo atestaram que a presença destes locais é um importante passo na gestão de resíduos

sólidos, tendo em vista que o principal objetivo desses locais é a coleta de recicláveis e pequenas quantidades de entulho.

A prefeitura do Recife, visando uma melhor coleta de resíduos, criou o projeto EcoRecife, que atualmente conta com 14 ecoestações espalhadas por toda a cidade (EMLURB, 2016). Guedes et al. (2018), realizaram um levantamento dos tipos de resíduos coletados de 8 ecoestações (Figura 19). Os autores ressaltam que ainda que o projeto vá de encontro com o desenvolvimento sustentável, ainda há a necessidade da implantação de mais ecoestações para poder atender a alta demanda de RCC da cidade.

Paz (2019) propôs 20 novas ecoestações, sendo um total de 28 para o ano da realização do estudo, tendo em vista os 565 pontos de disposição irregular de RCD, e a identificação de 53 pontos com risco ambiental alto. O mesmo ressalta que a determinação da área necessária para as ecoestações depende do quantitativo de resíduos recebidos pela bacia de captação.

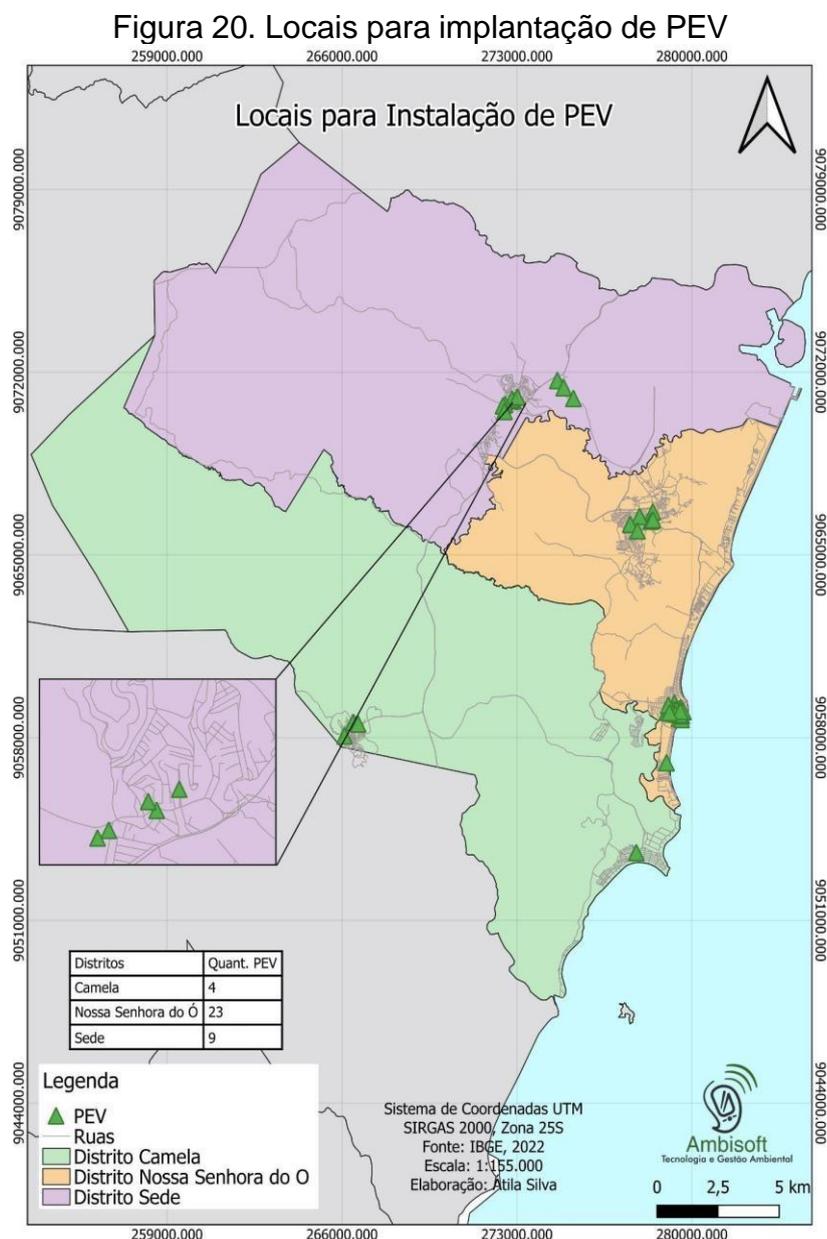
Figura 19. Relação entre tipos de resíduos coletados e localização.

Localização	Resíduos Coletados			
	Construção	Volumosos	Recicláveis	Domiciliares
Arruda	x	x	x	x
Totó	x	x	x	x
Ibura	x	x	x	
Cohab	x	x	x	x
Imbiribeira	x	x	x	
Torrões	x	x	x	x
Campo Grande	x	x	x	x
Torres	x	x	x	x

Fonte: Guedes et al., (2018).

Uma medida que também poderia ser tomada pela prefeitura seria a implantação de Ponto de Entrega Voluntária (PEV), deste modo a população separaria os resíduos recicláveis como papel, plástico, vidro e metal. A partir disso, realizou-se um mapeamento de possíveis locais para implantação de PEV's, dando preferência a

locais com maior movimentação de pessoas, a exemplo das praças (Figura 20). Para a cidade de Ipojuca foi proposta a implantação de 36 PEV's.



Fonte: Própria, 2024.

Algumas cidades brasileiras já possuem esse sistema de coleta e separação de resíduos, que apresenta bons resultados. Atestando a importância dessa alternativa, Rocha e Vieira (2021) observaram que após a implantação de PEV's na cidade de Teresina – PI, houve uma diminuição significativa de deposições irregulares de resíduos sólidos na região no período de dois anos a partir da implantação do sistema.

5.4 Estudo de viabilidade técnica e econômica

Para a realização do estudo de viabilidade técnica, utilizou-se as condições de implantação da ecoestação dadas na NBR 15.112/2004 e no Decreto 27.399/2013 da cidade do Recife. Após a escolha dos locais aptos para localização, que foram locais próximos da população e que são terrenos baldios que recebem a disposição dos resíduos. Sendo assim, avaliou-se as seguintes condições de implantação apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Condições de implantação de ecoestações

Condições de implantação da NBR 15.112/2004	O que deve ser adotado
Isolamento	<ul style="list-style-type: none"> ● Portão e cercamento no perímetro da área de operação; ● Anteparo para proteção quanto a aspectos relativos à vizinhança, ventos dominantes e estética.
Identificação	<ul style="list-style-type: none"> ● Na entrada deve possuir identificação visível quanto às atividades desenvolvidas e quanto à aprovação do empreendimento.
Equipamentos de Proteção Individual (EPI)	<ul style="list-style-type: none"> ● Deve possuir equipamentos de proteção individual, de proteção contra descargas atmosféricas e de combate a incêndio, além de possuir boa iluminação e energia que permita ações de emergência.
Sistema de proteção ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ● Sistema de controle de poeira; ● Dispositivos de contenção de ruído em veículo e equipamentos; ● Sistema de drenagem superficial com dispositivos para evitar o carregamento de materiais; ● Revestimento primário do piso das áreas de acesso, operação e estocagem.

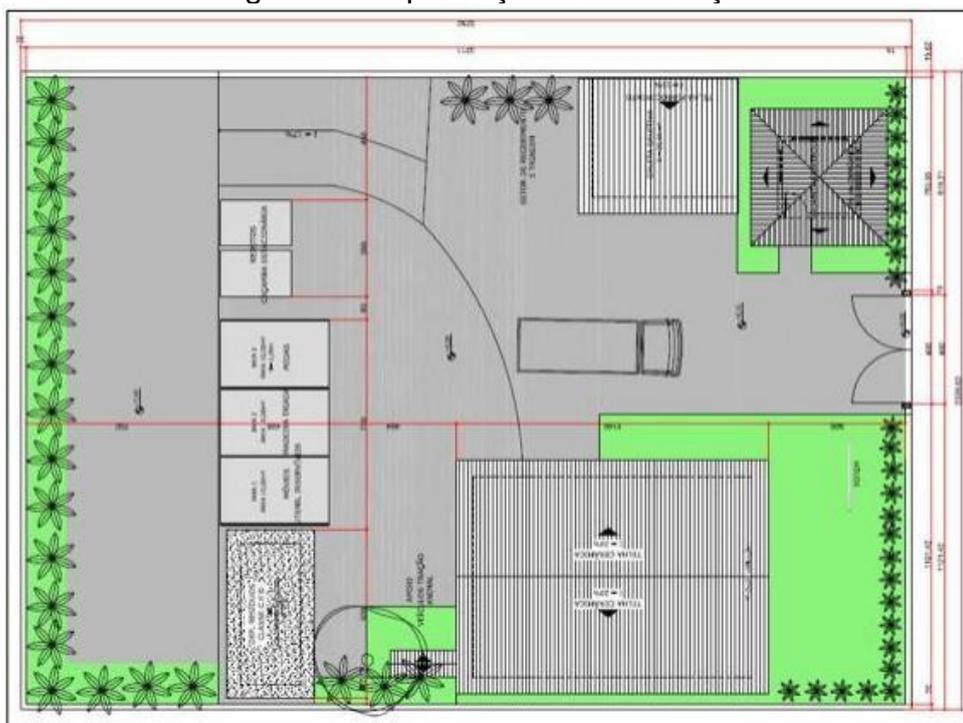
Fonte: Adaptado de ABNT (2004)

O município do Recife/PE criou em 2013 o decreto nº 27.399, que regulamenta as ecoestações da cidade, onde especifica as condições para sua implantação, sendo

constatadas no art. 7º condições semelhantes os presentes na NBR 15.112/2004, sendo o decreto acrescido de características da área administrativa onde prevê que a: “edificação em alvenaria de, no mínimo, 15m², dotada de salas de escritório, almoxarifado e WC´s”.

Para a estrutura física da ecoestação, utilizou-se o modelo recomendado no Plano de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Pernambuco (2018), referente ao dimensionamento das instalações e equipamentos de coleta seletiva. No plano, foram seguidas as condições do que consta na NBR 15.112, contendo no projeto: a utilização de cerca viva nos limites da área, reforçando a imagem de qualidade ambiental; facilidade no transporte e descarga de resíduos pesados; e placa de sinalização com informações para a população, área para presença contínua de um funcionário, uma guarita com sanitário (Figura 21).

Figura 21. Implantação de ecoestação



Fonte: Pernambuco, 2018.

Com isto, também foi realizado um levantamento dos custos para as instalações físicas, bem como o custo dos equipamentos necessários, como o custo da construção da ecoestação. Para isto, levou em consideração os estudos de projeto da COMCAP (2011 e 2013) e do Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos - PIRS (2018), com correção para 2025 (Tabela 7).

Tabela 7. Valor da aquisição de equipamentos e seu respectivo quantitativo

Equipamento	Valor Unitário	Quantidade	Total
Roll on Roll Off (chassi + implemento)	R\$ 662.800,00	1	R\$ 662.800,00
Caixa compactadora (17 m ³)	R\$ 141.861,06	3	R\$ 425.583,19
Caçamba estacionária (5 m ³)	R\$ 7.490,00	6	R\$ 44.940,00
Ecoponto - PEV (2.500 L)	R\$ 9.664,54	3	R\$ 28.993,62
Bombonas (50 L)	R\$ 48,37	3	R\$ 145,11
Coletor de resíduo eletrônico (22 L)	R\$ 76,86	3	R\$ 230,58
Tablet (128 GB)	R\$ 899,00	3	R\$ 2.697,00
Total			R\$ 1.165.389,50

Fonte: COMCAP (2011) adaptado para (2025)

Já para o custo das obras baseou-se no projeto realizado pela Companhia Melhoramentos da Capital (COMCAP, 2013), sendo considerado os Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) de 26%, na construção de uma área média de 400 m² sendo estimado o valor de aproximadamente R\$ 384.552,00 para uma ecoestação, sendo considerado os serviços de:

1. Terraplanagem e fundação;
2. Estrutura dos módulos de serviço;
3. Baias em gradil;
4. Instalações elétricas e hidráulicas;
5. Equipamentos sanitários;
6. Sistema de vigilância e controle de acesso;
7. Pintura e acabamento.

Para a mão de obra foi calculado os valores a partir do que consta na Convenção Coletiva de Trabalho do Sindicato das Empresas de Asseio e

Conservação do Estado de Pernambuco (SEAC - PE, 2024). A partir dela foi realizado os cálculos considerando que serão trabalhados em média 26 dias por mês. Para a taxa de encargos sociais foi utilizado o valor de 74,53%, baseado na tabela disponibilizado pela SEAC-PE do ano de 2024. Para os valores do vale transporte, considerou o valor atual da tarifa de ônibus do bilhete único da Região Metropolitana do Recife de R\$ 4,30 (Grande Recife, 2025). A Tabela 8 apresenta os custos estimados da mão de obra.

Tabela 8. Custos estimados da mão de obra

Discriminação	Ajudante Diurno	Vigia Noturno
Salário base	R\$ 1.440,49	R\$ 1.513,40
Insalubridade (20%)	R\$ 282,40	-
Horas extras	-	R\$ 538,29
Adicional noturno	-	R\$ 159,44
Feriado	R\$ 114,81	R\$ 111,47
Encargos	R\$ 1.369,64	R\$ 1.731,03
Vale refeição	R\$ 347,50	R\$ 347,50
Assistência	R\$ 49,00	R\$ 49,00
Vale transporte	R\$ 137,86	R\$ 133,48
Custo mensal	R\$ 3.741,70	R\$ 4.583,62

Fonte: Própria, 2024.

Desta forma, considerando que o custo total para implantação das 3 ecoestações considerando a construção e a aquisição dos equipamentos o custo para isto será de R\$ 2.319.045,50. Considerando uma população de 100.000 habitantes para o ano de 2024 (Figura 2), o custo *per capita* para implantação e aquisição de equipamentos é de R\$ 23,19. Já o custo de operação das 3 ecoestações será de R\$ 39.334,80, sendo o custo *per capita* de R\$ 0,39.

A prefeitura do Recife, na construção da sua 14^o ecoestação, teve um gasto de aproximadamente R\$ 600.000,00 a estrutura possui aproximadamente 400m² e conta com 3 caçambas estacionárias para os resíduos de construção e entulhos, um PEV

para recicláveis e outro para materiais eletrônicos, além de uma caixa compactadora (EMLURB, 2025).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a execução deste trabalho o geoprocessamento se mostrou uma ferramenta importante e eficaz no seu desenvolvimento, tendo em vista que com o seu uso foi possível obter a distribuição espacial das ecoestações propostas para o dimensionamento mediante a localização das disposições inadequadas nos bairros e os critérios logísticos adequados.

Para a execução do trabalho conseguiu-se atingir o objetivo geral de aplicar técnicas de geoprocessamento para propor áreas aptas para implantação de ecoestações no município de Ipojuca-PE, onde utilizou-se os softwares QGIS e Google Earth para mapear os pontos de descarte irregular e assim identificar os locais mais aptos para recebimento de uma ecoestação, mostrando dessa forma que as ferramentas de geoprocessamento utilizadas foram eficientes na execução do trabalho.

Apesar dos investimentos municipais para limpeza urbana, o município ainda apresenta problemas que devem ser solucionados, tendo em vista que a disposição incorreta de resíduos pode ocasionar problemas na saúde e meio ambiente. Desta forma, o presente trabalho apresenta as ecoestações como uma estratégia viável para mitigar problemas relacionados à disposição e descarte irregular dos resíduos de forma que promova a separação e destinação correta dos resíduos, em atendimento às diretrizes do plano estadual permitindo uma abordagem integrada e colaborativa entre governo e sociedade.

Além disso, a implementação das ecoestações nas cidades deve estar atrelada a educação ambiental, de modo que haja uma participação ativa da população. Através da educação ambiental será possível incentivar a separação dos materiais na fonte geradora, promovendo assim a coleta seletiva e o descarte consciente dos resíduos.

Com os resultados obtidos foi possível demonstrar a viabilidade técnica e econômica da proposta, onde a estimativa de custo demonstra que as ecoestações

são uma solução acessível para a cidade de Ipojuca. Além disso, com o mapeamento dos pontos de descarte irregular e a realização dos cálculos do número de ecoestações, obteve-se que no distrito Sede onde verificou-se que há a ocorrência de 30 pontos de descarte irregular, desta forma o distrito ficou com duas ecoestações em seu território. Também vale ressaltar que é de suma importância a criação de políticas públicas que favoreçam a inclusão social de catadores, para que desta forma haja um melhor aproveitamento dos resíduos.

Por fim, recomenda-se estudos para acompanhamento da eficácia das ecoestações em relação a redução do descarte irregular de resíduos e promoção da coleta seletiva como previsto no plano estadual para a região metropolitana do estado de Pernambuco, bem como também explorar outras formas para o tratamento e reutilização dos resíduos, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e boa qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (org.). **Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas**. Recife: EDUFRPE, 2019. 557 p., il. Disponível em: <<https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/2559>>. Acesso em: 10 de set. 2024.

ARAÚJO, J. V. C.; COSTA, D. A. Ecopontos: uma análise da gestão de resíduos da construção civil na cidade de São Luís - MA. **Revista Científica Multidisciplinar**. ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 4, n. 6, p. e463466, 2023. DOI: 10.47820/recima21.v4i6.3466. Disponível em: <<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/3466>>. Acesso em: 30 ago. 2024.

ARAÚJO, K. K.; PIMENTEL, A. K. A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos nos bairros Vergel do Lago e Jatiúca em Maceió, Alagoas. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 626 - 668, mar. 2016. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/2762>. Acesso em: 7 de set. 2024.

ARAÚJO, U. C. **Mapeamento dos pontos de descarte irregular de resíduos sólidos em áreas urbanas de São Bento – MA**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Gestão Ambiental, Universidade Estadual do Maranhão. Maranhão, p.13, 2024. Disponível em: <<https://repositorio.uema.br/handle/123456789/3111>>. Acesso em: 7 de set. 2024.

ANDRADE, I. M. S.; JESUS, M. H. A.; LINS, V. F. **Impactos ambientais causados pelo descarte irregular de resíduos sólidos: soluções para mitigar a problemática**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências

Biológicas) - Centro Universitário Brasileiro, Recife, 2024. Disponível em: <<https://www.grupounibra.com/repositorio/CBIOLO/2023/impactos-ambientais-causados-pelo-descarte-irregular-de-residuos-solidos-solucoes-para-mitigar-a-problematika.pdf>>. Acesso em: 5 de set. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 1004:** Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112: **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos** – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, p. 7. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. [site] **ABRELPE**. ABRELPE, 2022. Disponível em: https://abespb.com.br/wpcontent/uploads/2023/12/Panorama_Abrelpe_2022.pdf Acesso em: 18 de out. de 2024.

Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente – ABREMA. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. [site] **ABREMA**. ABREMA, 2023. Disponível em: <<https://www.abrema.org.br/panorama/>>. Acesso em: 24 out. 2024.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** Poder Executivo, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 12 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 18 de out. de 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos** - Planares – Brasília, DF: MMA, 2022. 209 p. Disponível em: <<https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf>>. Acesso: 15 jul. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Novo Marco Legal do Saneamento Básico. **Diário Oficial da União:** Brasília, DF, 15 jul. 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm>. Acesso em: 12 jul. 2024.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR). **Mapas da gestão de resíduos sólidos**. 2019. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/mapas/gestao-residuos-solidos/>>. Acesso em: 10 out. 2024.

CARDOSO, J. J. **Análise da implantação do plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos (PGIRS) do município de Ipojuca - PE**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/23486/1/AN%C3%81LISE%20DA%20IMPLANTA%C3%87%C3%83O%20DO%20PLANO%20DE%20GERENCIAMENT>>

O%20INTEGRADO%20DE%20RES%C3%8DDUOS%20S%C3%93LIDOS%20%28
PGIRS%29%20DO%20MUNIC%C3%8DPIO%20DE%20IPOJUCA%20-
%20PE%20%282%29.pdf>. Acesso em: 27 de jun. 2024.

CAETANO, J. M. G.; GUERRA, A. L.; NETO, N. F. S.; SANTOS, D. S.; MENDES, J. B.; ANDRADE, A. E. S.; PINHEIRO, W. F. R. Estudos do planejamento da localização de ecopontos para a coleta seletiva com o auxílio de sistema de informação geográfica e P-Medianas na cidade de Montes Claros - MG. **Revista Verde Grande**. v. 6, n. 1, 2024. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/verdegrande/article/view/7179/7430>. Acesso em: 18 de out. de 2024.

CAVALCANTI, M. L. C. et al. Degradação ambiental por resíduos sólidos em área de preservação permanente. **Revista Foco**, Curitiba (PR), v.16.n.8, e2937, p.01-21. 2023. Disponível em: <<https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/2937/1884>>. Acesso em: 26 de jun. 2024.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), 2018 jan./abr., 10(1), 199-212. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/urbe/a/C5NJZ9MSPRg8tBwz8yd4KXJ/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 16 de jun. 2024.

CONSÓRCIO PÚBLICO DE MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS VALE DO JAGUARATIBE (CONVALE). Consequências ambientais do descarte inadequado. **[site] CONVALE**. Jaguaribe, 2024. Disponível em: <<https://convale.ce.gov.br/informa/62/consequencias-ambientais-do-descarte-inadequado>>. Acesso em: 03 de dez. 2024.

COMPANHIA DE MELHORAMENTO DA CAPITAL. **Implantação de ponto de entrega voluntária para recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil e volumosos, na área continental do município de Florianópolis**. Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/05_04_2013_9.58.23.8f854fd0c4c7bfb136b7d80eecd10b1.pdf>. Acesso em: 03 de dez. 2024.

COMPANHIA DE MELHORAMENTO DA CAPITAL. **Implantação de ponto de entrega voluntária para recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil e volumosos no município de Florianópolis**. Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/08_10_2013_10.15.31.9b771190e8795d47d99e1d82a1774e7e.pdf>. Acesso em: 03 de dez. 2024.

DIAS, S. L. F. G. O desafio da gestão de resíduos sólidos urbanos. **GV Executivo**, v. 11, n. ja/ju 2012, p. 16-20, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.12660/gvexec.v11n1.2012.22776>>. Acesso em: 30 ago. 2024.

EL-DEIR, S. G.; AGUIAR, W. J.; PINHEIRO, S. M. G. **Educação ambiental na gestão de resíduos sólidos**. Recife: EDUFRPE, 2016. 296 p. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/677/1/Educacao_Ambiental_2016.pd>. Acesso em: 12 de set. 2024.

EMPRESA DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA PÚBLICA DO RECIFE (EMLURB). Eco Recife. **[Site] EMLURB**. Recife, 2016. Disponível em: <<https://emlurb.recife.pe.gov.br/eco-recife>>. Acesso em: 02 novembro. 2024.

EMPRESA DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA PÚBLICA DO RECIFE (EMLURB). Prefeitura do Recife entrega a 14ª ecoestação da cidade. **[Site] EMLURB**. Recife, 2025. Disponível em: <<https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/22/01/2025/prefeitura-do-recife-entrega-14a-ecoestacao-da-cidade>>. Acesso em: 28 jan. 2025.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.159 p.

GOMES, A. O. da S.; BELÉM, M. de O. O LIXO COMO UM FATOR DE RISCO À SAÚDE PÚBLICA NA CIDADE DE FORTALEZA, CEARÁ. **SANARE - Revista de Políticas Públicas**, [S. l.], v. 21, n. 1, 2022. DOI: 10.36925/sanare.v21i1.1563. Disponível em: <<https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1563>>. Acesso em: 5 abr. 2025.

GONÇALVES, C. S. et al. Mapeamento de fontes geradoras de resíduos de serviços de saúde através da utilização de SIG. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 17-27, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sn/a/FqxMMSPLWdC9qrmg85NGm8K/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 16 de jun. 2024.

GUEDES, F. L.; GUSMÃO, A. C. S.; SILVA, R. S. O.; VASCONCELOS, H. M. S. **Gerenciamento de resíduos da construção civil (RCC): estudo de caso das ecoestações para pequenos geradores**, Recife - PE. 2018. Livro Resíduos Sólidos: gestão pública e privada. Recife: EDUFRPE, 2018. 267 - 275 p.

GRANDE RECIFE – CONSÓRCIO DE TRANSPORTE METROPOLITANO. Tarifa de transporte público. **[site] Grande Recife**. Recife, 2025. Disponível em: <<https://www.granderecife.pe.gov.br/transporte/tarifas>>. Acesso em: 05 de fev. de 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades e Estados - Ipojuca. **[site] IBGE**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/ipojuca.html>>. Acesso em: 24 de outubro de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades e Estados - Ipojuca. **[site] IBGE**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/ipojuca.html>>. Acesso em: 24 de outubro de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa de Informações Básicas Municipais. **[site] IBGE**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasilia/pesquisa/10087/76819>>. Acesso em: 24 de out. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico. **[site] IBGE**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2022/universo-indigenas-caracteristicas-pessoas-e-domicilios-situacao-urbana-ou-rural>>. Acesso em: 10 out. 2024.

IPOJUCA. Lei nº 1.305 de 31 dez. 2001. Institui regulamento e disciplinamento das sanções aplicáveis aos atos ofensivos à limpeza urbana e dá outras providências. **Diário Oficial dos Municípios do Estado de Pernambuco**: Ipojuca, PE, 31 dez. 2001. Disponível em: <<https://camaraipojuca.pe.gov.br/processo-legislativo/normas-do-processo-legislativo/leis/>>. Acesso em: 16 dez. 2024.

IPOJUCA. Lei nº 1.596 de 05 de junho de 2011. Institui o Código do Meio Ambiente do Município do Ipojuca e dá outras providências. **Diário Oficial dos Municípios do Estado de Pernambuco**: Ipojuca, PE, 05 de jun. 2011. Disponível em: <<https://camaraipojuca.pe.gov.br/processo-legislativo/normas-do-processo-legislativo/leis/>>. Acesso em: 16 jul. 2024.

IPOJUCA. Lei Orgânica do Município de Ipojuca de 24 de setembro de 2009. Constitui a lei fundamental do município de Ipojuca. **Diário Oficial dos Municípios do Estado de Pernambuco**: Ipojuca, PE, 24 set. 2009. Disponível em: <<https://camaraipojuca.pe.gov.br/processo-legislativo/normas-do-processo-legislativo/lei-organica/>>. Acesso em: 24 de ago. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Indicadores Resíduos Sólidos. **[site] Ministério das Cidades**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1>>. Acesso em: 15 de jul. 2024.

OLIVEIRA, G. M. H. **Ecopontos da área urbana de Uberlândia (MG)**: a percepção socioambiental pelas lentes dos trabalhadores. 2024. 113f. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.175>. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/41318/1/EcopontoAreaUrbana.pdf>>. Acesso em: 15 de jul. 2024.

PAZ, D. H. F. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à gestão integrada de resíduos da construção e demolição**. 2019. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/34491/1/TESE%20Diogo%20Henrique%20Fernandes%20de%20Paz.pdf>>. Acesso em: 05 de jul. 2024.

PERNAMBUCO. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos**. Pernambuco: Governo do Estado de Pernambuco, 2012. Disponível em: <<https://observatoriopnrs.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/pernambuco-plano-estadual-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>>. Acesso em 15 jul. 2024.

PERNAMBUCO. Lei nº 14.236, de 13 de dezembro de 2010. Política Estadual de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**: Recife, PE, 13 dez. 2010. Disponível em: <www.cprh.pe.gov.br/downloads/lei12008.doc>. Acesso em: 15 de jul. 2024.

PERNAMBUCO. Lei nº 13.047, de 26 de junho de 2006. Dispõe sobre a obrigatoriedade da implantação da coleta seletiva de lixo nos condomínios residenciais e comerciais, nos estabelecimentos comerciais e industriais e órgãos públicos federais, estaduais e municipais no âmbito do Estado de Pernambuco, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**: Recife, PE, 26 jun. 2006. Disponível em: <<https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/lei-est13047.pdf>>. Acesso em: 15. jul 2024.

PERNAMBUCO. **Plano de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Pernambuco**. Pernambuco: Governo do Estado de Pernambuco, 2018.

Disponível

em:<http://www.portais.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_l_id=12898&folderId=134505&name=DLFE-340201.pdf>. Acesso em: 12 out. 2024.

PERNAMBUCO. **Dimensionamento das instalações e equipamentos de coleta seletiva**. Pernambuco: Governo do Estado de Pernambuco, 2018. Disponível em: <<http://www.portais.pe.gov.br/web/secid/programas-aco-es/consorcio-metropolitano-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 12 de out. 2024.

RAMOS, N. F.; GOMES, J. C.; CASTILHOS JUNIOR, A. B.; GOURDON, R. Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**. v.22, n.6, nov/dez 2017. ISSN 1233- 1241. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/P4Fb6pMrPHfrH9XRSqcV5NC/abstract/?lang=pt> >. Acesso em: 12 de out. 2024.

RECIFE. Decreto nº 27.399 de 27 de setembro de 2013. Regulamenta as unidades de recebimento de Resíduos Sólidos oriundos de pequenos geradores, no âmbito do Município do Recife. **Diário Oficial dos Municípios do Estado de Pernambuco**: Recife, PE, 27 set. 2013. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/decreto/2013/2739/27399/decreto-n-27399-2013-regulamenta-as-unidades-de-recebimento-de-residuos-solidos-oriundos-de-pequenos-geradores-no-ambito-do-municipio-do-recife>>. Acesso em: 10 jan. 2025.

RESCH, S.; MATHEUS, R.; FERREIRA, M. F. Logística reversa: O caso dos ecopontos do município de São Paulo. **Revista Eletrônica Gestão e Serviços** v3, n.1, pp. 413-430, janeiro/junho 2012. ISSN Online: 2177-7284. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276245378_Logistica_Reversa_O_Caso_dos_Ecopontos_do_Municipio_de_Sao_Paulo>. Acesso em: 25 de ago. 2024.

RIBEIRO, H.; BESEN, G.R. Panorama da coleta seletiva no Brasil: Desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente** - v.2, n.4, Artigo 1, ago 2007. Disponível em: <<https://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/2007-art-7.pdf> >. Acesso em: 24 de ago. 2024.

ROCHA, P. G. O.; XIMENES, T. C. F.; GUERRA, S. M. S. Geoprocessamento aplicado à seleção de áreas para implantação de aterro sanitário: estudo de caso, consórcio Brejo Madre de Deus e Juatuba- PE. **Revista Geama**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 176–186, 2016. Disponível em: <<https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/491/1426> >. Acesso em: 24 de ago. 2024.

ROCHA, M. E. S. A.; VIEIRA, V. C. B. Mapeamento de pontos de descarte de resíduos sólidos na região leste de Teresina – PI. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, v. 2, n. 2, p. 142–158, janeiro/junho, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufpi.br/index.php/acipi/article/view/922/820>>. Acesso em: 24 de ago. 2024.

ROSADO, L. P.; PENTEADO, C. S. G. Análise da eficiência dos Ecopontos a partir do georreferenciamento de áreas de disposição irregular de resíduos de construção e demolição. **Soc. Nat.** Uberlândia, MG v.30 n.2 p.164-185 mai./ago. 2018. ISSN 1982-4513. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sn/a/PyGWKr6Wycjh9x9vpQ59Hpc/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 24 de ago. 2024.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 203-212, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/HkLj9SJQVjtjZ4hcTnHDCCC/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 24 de ago. 2024.

SCREMIN, L. B. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos da construção e demolição para municípios de pequeno porte**. 2007. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89805/241714.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 24 de ago. 2024.

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO (SECOM). Aterro sanitário do Ipojuca é referência em seminário sobre gestão de resíduos. **[site] IPOJUCA**. Ipojuca, 2023. Disponível em: <<https://www.ipojuca.pe.gov.br/2023/01/25/aterro-sanitario-do-ipojuca-e-referencia-em-seminario-sobre-gestao-de-residuos/>>. Acesso em: 23 out. 2024.

SINDICATO DE EMPRESAS DE ASSEIO E CONSERVAÇÃO DO ESTADO DE PERNAMBUCO (SEAC - PE). Convenções coletivas. **[site] SEAC**. Recife, 2024. Disponível em: <http://www.seac-pe.com.br/convencoes_coletivas.asp>. Acesso em: 05 de fev. 2025.

SILVA, J. V. L.; NETO, N. F. S.; PEREIRA, A. J. Utilização do sistema de informação geográfica e o modelo P-Medianas não capacitado na busca para instalação de ecopontos para coleta de OGR. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão**. Paranaguá, PR, v.3, n.2, maio de 2018. Disponível em: <<https://revistas.ifpr.edu.br/index.php/mundietg/article/view/1259/1117>>. Acesso em: 10 de ago. 2024.

SILVA, T. C.; CARVALHO, M. B. M.; GADELHA, C; L. M.; SILVA JÚNIOR, W. R. Diagnóstico e hierarquização de problemas de drenagem urbana da zona costeira sul do estado da Paraíba. **Eng. sanit. ambient.** v.13, n. 2, p. 144-152, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/X9qKMnQfHqSD4FMbCfxPgXq/>>. Acesso em: 28 de out. 2024.

SOUSA, Juliana Gonçalves *et al.* SIG Aplicado à Gestão de Resíduos Sólidos no Município de Teresina-PI. *In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, X, 2019, Fortaleza, CE. **Anais** [...]. Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2019/III-156.pdf>. Acesso em: 28 de out. 2024.

TOMAZ, L. S. M.; BARBOSA, I. M. B. R.; PRIMO, C. S.; PAZ, D. H. F.; FIRMO, A. L. B. Análise do desempenho dos serviços de saneamento na Região Metropolitana do Recife por meio de um SIG. *In: XV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, 2020, Caruaru. **Anais** [...]. Caruaru, 2020. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=7047>. Acesso em: 28 de out. 2024.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO (TCE – PE). Contrato do serviço de limpeza urbana 267/2023. **[site] Tome Conta**. Recife, 2023. Disponível em: <<https://tomeconta.tce.pe.gov.br/dados/DetalhesContrato!principalMunicipio;jsessi onid=CC7E31116BD7D993ECE8D10ECD530E94.jcid2?unidadeJuris.codigoMunUG=P074&unidadeJuris.idUG=293&municipio.codigo=P074&municipio.nome=&unidadeJur is.dataUltimaAtualizacao=&codigoContrato=713620>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

TURCI, L. F. R.; SANCINETTI, G. P.; BRAGA, D. S.; CARNIETTO, F.; JUAZEIRO, L. H. S.; DOS REIS, C. G. Projeto piloto de ponto de entrega voluntária de material reciclável em bairro do município de Poços de Caldas-MG. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 193-204, 2019. Disponível em: <<https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/587>>. Acesso em: 24 fev. 2025.