

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AMBIENTES LITORÂNEOS E INSULARES
Mestrado em Ciências Ambientais

André Ricardo Grani de Almeida

**GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM REGIÕES
URBANAS DE PARANAGUÁ (PR): DIAGNÓSTICO DO SISTEMA
MUNICIPAL, DESCARTE IRREGULAR E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
PARA A GESTÃO PARTICIPATIVA**

Programa de Pós-Graduação
em Ambientes Litorâneos
e Insulares - UNESPAR

Paranaguá

2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AMBIENTES LITORÂNEOS E INSULARES
Mestrado em Ciências Ambientais

André Ricardo Grani de Almeida

**GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM REGIÕES
URBANAS DE PARANAGUÁ (PR): DIAGNÓSTICO DO SISTEMA
MUNICIPAL, DESCARTE IRREGULAR E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
PARA A GESTÃO PARTICIPATIVA**

Programa de Pós-Graduação
em Ambientes Litorâneos
e Insulares - UNESPAR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares – PALI – da Universidade Estadual do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Fabricia de Souza Predes

Paranaguá

2026

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e
Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP
e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Grani de Almeida, André Ricardo

Gestão dos resíduos sólidos urbanos em regiões
urbanas de Paranaguá (PR): diagnóstico do sistema
municipal, descarte irregular e inovação tecnológica
para a gestão participativa / André Ricardo Grani
de Almeida. -- Paranaguá-PR, 2026.

85 f.: il.

Orientador: Fabricia de Souza Predes.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Acadêmico em Ambientes Litorâneos e
Insulares) -- Universidade Estadual do Paraná, 2026.

1. Gestão de resíduos sólidos urbanos. 2.
Conformidade legal. 3. Educação ambiental. 4.
Inovação tecnológica. I - de Souza Predes, Fabricia
(orient). II - Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ Campus de Paranaguá

Credenciado pelo Decreto Estadual nº. 5.029/2016 - DOE 15/09/2016
Rua Comendador Correa Junior - CEP: 83203-560
PARANAGUÁ - PR



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa da Dissertação intitulada **Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos em Paranaguá (PR): Diagnóstico do Sistema Municipal, Descarte Irregular e Inovação Tecnológica Para a Gestão Participativa**, sob orientação de FABRICIA DE SOUZA PREDES, apresentada pelo discente **André Ricardo Grani De Almeida (20251PNG.PALI.20200028)** do Curso **MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - AMBIENTES LITORÂNEOS E INSULARES (Paranaguá)**. Os trabalhos foram iniciados às 14 horas pela Professora presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Fabricia De Souza Predes** (Presidente)
- **Luís Fernando Roveda** (Examinador Interno)
- **Michele Cristina Nether** (Examinadora Externa)
- **Pablo Damian Borges Guilherme** (Examinador Suplente Interno)
- **Allan Paul Krelling** (Examinador Suplente Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo da Dissertação, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo discente, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ Aprovado

☐ Reprovado

Nota (quando exigido): _____

Observação / Apreciações:

Acatar sugestões da banca

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **FABRICIA DE SOUZA PREDES** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Paranaguá / PR, 20/05/2026

Documento assinado digitalmente
LUIS FERNANDO ROVEDA
Data: 06/06/2026 10:52:40-0300
Verifique em <https://validar.br.gov.br>

Luís Fernando Roveda

Pablo Damian Borges Guilherme

Documento assinado digitalmente
FABRICIA DE SOUZA PREDES
Data: 06/06/2026 10:57:15-0300
Verifique em <https://validar.br.gov.br>

Fabricia De Souza Predes

Documento assinado digitalmente
MICHELE CRISTINA NETHER
Data: 06/06/2026 10:50:20-0300
Verifique em <https://validar.br.gov.br>

Michele Cristina Nether

***Aquilo que não é problematizado
não é pensado.***

Fábio Rauen

*Dedico este trabalho para
todos os entusiastas da vida
que mesmo sabendo da sua pequinês
querem mudar o mundo.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao divino pelo dom da vida.

Agradeço a todos os meus professores e professoras do PALI que me incentivaram na caminhada de escrita e descoberta científica.

Um agradecimento especial para a minha orientadora Dra. Fabricia de Souza Predes que me orientou durante toda a escrita através de suas correções e indagações e ao David Junior Miranda Ribeiro que realizou a construção do protótipo de aplicativo móvel, eu apenas dei a ideia.

Também outro agradecimento especial para a Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI) e Fundação Araucária como financiadoras do programa de bolsas de mestrado que estimularam a criação desta dissertação.

Não posso deixar de agradecer minha esposa e meu filho que me ajudaram nos momentos de transformação e renascimento.

E também ao meu amigo Mestre Petrucio Mareco que me ensinou a como montar excelentes mapas no Qgis.

RESUMO

O consumo e a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) aumentaram drasticamente na última década, superando 2 bilhões de toneladas anuais. Apesar das tecnologias disponíveis, a disposição final adequada ainda é limitada, com grande parte dos resíduos destinada a aterros controlados ou lixões, especialmente em países em desenvolvimento. No Brasil, embora exista um robusto arcabouço legal por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), observa-se uma lacuna na gestão pública municipal, sobretudo em educação ambiental, o que favorece o descarte irregular em vias públicas e terrenos baldios. Esta pesquisa objetivou caracterizar o sistema de gestão de RSU, analisar as ações municipais frente a PNRS, mapear os focos de descarte irregular, classificar os resíduos sólidos encontrados e propor uma ferramenta tecnológica para a gestão participativa no município de Paranaguá. Para isso, realizaram-se três circuitos de inspeção, considerando-se como 'foco' os descartes com área mínima de 1 m². Os pontos foram georreferenciados e fotografados para posterior fotointerpretação e classificação fundamentada na PNRS. Ao percorrer 29 bairros, identificou-se o descarte irregular em 19 deles, totalizando 67 focos. Os bairros Costeira (10) Parque Agari (9) e Parque São João (8) apresentaram a maior concentração de resíduos, abrangendo todas as classes identificadas; ressalta-se que o Parque Agari foi o único local com presença de resíduos de serviços de saúde (RSS) de origem residencial. No total, foram identificadas sete classes de resíduos, com predominância de resíduos domiciliares (RDO) e de construção civil (RCC). A análise detalhada catalogou 68 itens distintos, sendo as sacolas plásticas o item de maior ocorrência. Tais dados reforçam a existência de práticas inadequadas por parte da população no manejo de RSU, evidenciadas pelo descarte indiscriminado de RDO em locais impróprios, mesmo com a disponibilidade de coleta regular. Como estratégia de mitigação, propõe-se a utilização de aplicativos móveis para monitoramento e educação ambiental, visando aproximar o munícipe da gestão compartilhada. Embora os testes da ferramenta tenham apontado limitações técnicas, como falhas em APIs de localização e riscos de duplicidade de dados, o uso de tecnologia digital mostra-se promissor para o fortalecimento da gestão de RSU.

Palavras-chave: descarte irregular de resíduos sólidos; gestão de resíduos sólidos urbanos; Paranaguá/PR; educação ambiental; transparência de dados.

ABSTRACT

The consumption and generation of municipal solid waste (MSW) have increased sharply over the last decade, surpassing 2 billion metric tons annually. Despite the availability of mitigation technologies, adequate final disposal remains limited, with a significant portion of waste still directed to controlled landfills or open dumps, particularly in developing nations. In Brazil, although the National Solid Waste Policy (PNRS) provides a robust legal framework, gaps persist in municipal public management—primarily regarding environmental education—which contributes to illegal dumping on public roads and vacant lots. This research aimed to characterize the MSW management system, analyze municipal actions in light of the PNRS, map illegal dumping sites, classify the waste identified, and propose a technological tool for participatory management in the municipality of Paranaguá (PR). To this end, three inspection circuits were conducted, defining "hotspots" as disposal sites with a minimum area of 1 m². These points were georeferenced and photographed for subsequent photo-interpretation and classification based on PNRS guidelines. Out of 29 surveyed neighborhoods, illegal dumping was identified in 19, totaling 67 hotspots. The neighborhoods of Costeira (10 sites), Parque Agari (9), and Parque São João (8) exhibited the highest concentrations, encompassing all identified waste classes. Notably, Parque Agari was the sole location where residential healthcare waste (HCW) was detected. Seven waste classes were identified in total, with a predominance of household waste and construction and demolition (C&D) waste. A detailed analysis cataloged 68 distinct items, with plastic bags being the most frequent. These data highlight inadequate waste management practices among the population, evidenced by the indiscriminate disposal of household waste in improper locations, despite the availability of regular collection services. As a mitigation strategy, the use of mobile applications for monitoring and environmental education is proposed, aiming to engage

citizens in shared management practices. Although tool testing revealed technical limitations—such as location API failures and data redundancy risks—the use of digital technology proves promising for strengthening MSW management.

Keywords: irregular disposal of solid waste; urban solid waste management; Paranaguá/PR; environmental education; data transparency.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos de acordo com a Lei Federal nº12.305/2010 (PNRS).....	23
Quadro 2 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade de acordo com a NBR 10.004/2004.....	24
Quadro 3 - Leis municipais que regem a gestão de RSU em Paranaguá/PR.	30
Quadro 4 - Caracterização das etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final da gestão de resíduos do município de Paranaguá/PR.	32
Quadro 5 – Avaliação da conformidade da Gestão Municipal de Paranaguá RSU com a PNRS I.....	36
Quadro 6 - Quantidade de problemas relacionados com o descarte irregular e seus respectivos bairros.....	80
Quadro 7 - Detalhamento dos itens e suas respectivas classes identificadas nesta pesquisa.	80

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Zona Urbana de Paranaguá e seus limites municipais. Erro! Indicador não definido.	
Mapa 2 - Circuitos percorridos e focos com descarte irregular de RSU identificados.	40
Mapa 3 - Dispersão espacial dos grupos de bairros formados pelo Dendrograma de Bray-Curtis.	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma a ser seguido pelo aplicativo Geo Entulho.....	29
---	----

Figura 2 - Registros fotográficos dos focos identificados na pesquisa realizada nos bairros de Paranaguá/PR.	41
Figura 3 - Registros fotográficos da remoção da camada superficial do solo em focos com descarte irregular de RSU em Paranaguá/PR.	45
Figura 4 - Registros fotográficos de focos com descarte irregular de RSU próximo às escolas municipais.	46
Figura 5 - Curva de Pareto dos itens de resíduos identificadas nos focos de descarte irregular em Paranaguá/PR.....	51
Figura 6 - Curva de Pareto das classes de resíduos identificadas nos focos de descarte irregular em Paranaguá/PR.....	54
Figura 7 - Dendrograma de Bray-Curtis – Relação entre as classes e bairros registrado nos bairros de Paranaguá/Pr.	59
Figura 8 - Principais telas de interação do aplicativo Geo Entulho.....	65
Figura 9 - Testes realizados através do aplicativo Geo Entulho em Paranaguá/Pr.	66
Figura 10 - Detalhamento do cronograma utilizado para a coleta de resíduos domiciliares convencional no município de Paranaguá.	83
Figura 11 - Detalhamento do cronograma utilizado para a coleta de resíduos recicláveis no município de Paranaguá.	84
Figura 12 - Detalhamento do cronograma utilizado para a coleta de resíduos volumosos no município de Paranaguá.	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação de geração média de RSU em Paranaguá e em diferentes escalas geográficas.	19
Tabela 2 - Comparação de geração média de RSU entre cidades portuárias brasileiras.	20
Tabela 3 - Distribuição espacial e densidade dos focos de descarte irregular de resíduos sólidos urbanos nos três circuitos analisados em Paranaguá/PR.....	42
Tabela 4 - Relação dos bairros e focos com descarte irregular de RSU em Paranaguá/PR.	42

Tabela 5 - Focos com descarte irregular de RSU com problemas associados identificados em Paranaguá/PR.	44
Tabela 6 - Tipos de resíduos identificados nas fotos dos focos de descarte irregular em Paranaguá/PR em julho de 2025.	49
Tabela 7 - Número de ocorrência de descarte irregular por classe de resíduos sólidos em Paranaguá/PR.	53

LISTA DE SIGLAS

ABREMA	Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEN	Agência Estadual de Notícias do Paraná
AM	Amazonas
AMA	Agente do Meio Ambiente
APP	Área de proteção permanente
Art.	Artigo
Assepar	Associação de Catadores de Material Reciclável da Vila Santa Maria
CE	Ceára
CEP	Complexo Estuarino de Paranaguá
Cht	Centro Histórico
CIETec	Complexo Industrial Eco Tecnológico
CO ₂	Gás carbônico/Dióxido de carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Dis	Distinto
EA	Educação Ambiental
Equ	Equivalente
hab	habitante
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDC	Instituto Direito Coletivo
kg	quilograma
MDF	Painel de Fibra de Madeira de Média Densidade
MDP	painel de partículas de madeira de média densidade
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
Nd	Não identificado/não informado
NOx	Óxidos de nitrogênio
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PA	Pará
PALI	Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares
PERS/PR	Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná
PEV	Ponto de Entrega Voluntário
Planares	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PMGIRS	Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PNSB	Política Nacional do Saneamento Básico
PR	Paraná

PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RCC	Resíduo sólido de construção civil
RDO	Resíduo sólidos domiciliar
RLR	Resíduos de logística reversa
RS	Rio Grande do Sul
RSAN	Resíduos sólidos de saneamento básico
RSS	Resíduo sólido de saúde
RSU	Resíduos sólidos urbanos
RV	Resíduos Volumosos
RVD	Resíduos Verdes
SC	Santa Catarina
	Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Desenvolvimento Rural e
SEMMADESP	Pesca
SETI	A Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
SIG	Sistema de Informação Geográfica
Sim	Similar
SINISA	Sistema Nacional de Informação em Saneamento
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SOx	óxidos de enxofre
SP	São Paulo
UFM	Unidade Fiscal Municipal
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESPAR	Universidade Estadual do Paraná
UTM	Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1. Introdução	18
2. Referencial Teórico	22
2.1. Marco Regulatório	22
3. Objetivo Geral.....	24
3.1 Objetivos Específicos	24
4. Material e Métodos	25
4.1. Caracterização do Sistema de Gestão de RSU	25
4.2. Análise das ações municipais frente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).....	25
4.3. Mapeamento e análise dos focos de descarte irregular de RSU	26
4.4 Confecção dos Mapas	28
4.5. Análise de dados.....	28
4.6. Protótipo do aplicativo: GeoEntulho	28
4.7. Utilização de Inteligência Artificial (IA).....	30
5. Resultados e Discussões	30
5.1. Caracterização do Sistema de Gestão de RSU no município de Paranaguá	30
5.2. Análise de Conformidade da Gestão Municipal de RSU com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e Legislações Correlatas.....	34
5.3. Mapeamento e análise dos focos de descarte irregular de RSU	40
5.4. Composição e classificação dos resíduos sólidos identificados nos focos de descarte irregular.....	48
5.4.1. Frequência e análise de Pareto dos itens identificados.....	48
5.4.2. Frequência e análise de Pareto das classes de resíduos identificadas	53
5.4.3. Índice de Dissimilaridade de Bray-Curtis.....	59
5.5. Protótipo de aplicativo móvel	64
6. Conclusão	67
7. Apoio financeiro	68
8. Referências Bibliográficas	68
9. Apêndice 1.....	80
10. Apêndice 2	80
11. Anexo 1	83
12. Anexo 2	84

13. Anexo 3	85
-------------------	----

1. Introdução

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, os resíduos sólidos correspondem a materiais nos estados sólido ou semissólido resultantes das atividades humanas. A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é classificada como um ‘problema perverso’ (*wicked problem*), visto que envolve múltiplos atores e etapas interdependentes, exigindo ações coletivas integradas que abrangem desde padrões de consumo/geração, a coleta — tanto convencional quanto seletiva —, o tratamento e a disposição final (MMA, 2023; UNEP, 2024).

Com o crescimento da população mundial, superando 8 bilhões de pessoas, o volume de resíduos gerados aumentou significativamente na última década. Nesse cenário, torna-se urgente reavaliar os estilos de vida e os padrões de consumo, uma vez que a gestão inadequada de RSU integra a ‘tripla crise planetária’: mudanças climáticas, perda de biodiversidade e poluição (Banco Mundial, 2024; UNEP, 2024).

Anualmente, são geradas no mundo mais de 2 bilhões de toneladas de RSU. Para fins ilustrativos, se esses resíduos fossem enfileirados em contêineres, seriam suficientes para dar 25 voltas na Linha do Equador. Relatórios indicam que 38% desse volume global são destinados a aterros sem controle, enquanto 30% seguem para aterros sanitários, 19% para unidades de reciclagem e apenas 13% para unidades que possuem valorização energética (UNEP, 2024).

No contexto brasileiro, segundo o Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, em 2024, o país gerou 81,6 milhões de toneladas de RSU. Destes, 34% têm disposição final inadequada, e 51% são destinados aos aterros sanitários. Outros 8,7% totalizam o material destinado a reciclagem e somente 0,1% torna-se composto (ABREMA, 2025). Estes dados, demonstram que existe ainda um grande desafio para o país cumprir as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) até 2030 que busca reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.

O litoral do Paraná é composto por sete municípios (Paranaguá, Guaraqueçaba, Guaratuba, Morretes, Antonina, Pontal do Paraná e Matinhos) que abrangem 6.329 km² (Paraná, 2018) com população estimada de 293.879 habitantes (IBGE, 2025).

Durante a alta temporada, a região sofre uma pressão adicional sobre o sistema de gestão de resíduos devido ao fluxo turístico (Avanzi, 2025).

Paranaguá é a maior cidade e possui uma população estimada em 150.104 habitantes (IBGE, 2025). Destaca-se como principal polo urbano e econômico da região, abrigando o Porto Dom Pedro II, um dos mais importantes do país, o que intensifica a dinâmica de circulação de pessoas, mercadorias e serviços (Paraná, 2018; IBGE, 2025). Essa configuração territorial e econômica amplia os desafios relacionados à gestão dos RSU, exigindo estratégias mais eficientes, integradas e sustentáveis para o manejo adequado dos resíduos gerados nos municípios.

Assim como o Brasil, o município de Paranaguá/PR configura-se como um caso concreto dos desafios para a materialização das metas dos ODS. Estima-se que foram gerados no município em 2019, 55.787 toneladas de RSU, dos quais 94,7% foram destinados ao aterro sanitário privado instalado no município (Paranaguá, 2021).

Ao comparar a geração média de RSU de Paranaguá com diferentes escalas geográficas, observa-se que o índice municipal supera significativamente todas as médias regionais e nacionais (Tabela 1). O valor registrado em Paranaguá é aproximadamente 84% superior à média do Estado do Paraná e excede em cerca de 40% a média nacional (SINISA, 2024).

Tabela 1 - Comparação de geração média de RSU em Paranaguá e em diferentes escalas geográficas.

Região	Geração média (kg/hab.dia)
Paranaguá/PR	1,49
Paraná	0,81
Sul do Brasil	0,82
Brasil	1,05
América do Sul	0,85

Fonte: adaptado de SINISA (2024); UNEP, (2024).

Quando a análise é restrita a cidades portuárias brasileiras (Tabela 2), a excepcionalidade de Paranaguá se mantém. A geração per capita do município é superior à de metrópoles como Rio de Janeiro/RJ e Santos/SP, apesar de estas

possuírem contingentes populacionais vastamente maiores. No recorte da Região Sul, Paranaguá configura-se como a cidade portuária com maior geração de RSU, sendo superada no cenário nacional apenas por Fortaleza/CE (1,77 kg/hab.dia).

Tabela 2 - Comparação de geração média de RSU entre cidades portuárias brasileiras.

Cidades	Geração média de RSU (kg/hab.dia)	Massa média da coleta seletiva (kg/hab.ano)	Recicláveis recuperados (kg/hab.ano)	Índice de Recuperação	População estimada em 2025
Paranaguá/PR	1,49	26,28	17,22	3,04%	150.104
Antonina/PR	1,12	17,65	2,94	0,67	18.140
Itapoá/SC	0,95	6,15	4,31	1,19%	36.033
Itajaí/SC	0,86	4,22	3,37	1,08%	294.850
Navegantes/SC	0,80	8,01	0,03	0,01%	96.046
Rio Grande/RS	1,23	3,26	2,17	0,35%	198.935
Santos/SP	1,31	47,88	41,47	8,5%	429.547
Rio de Janeiro/RJ	1,32	18,30	15,13	2,15%	6.730.729
Fortaleza/CE	1,77	89,63	78,85	0,61%	2.578.483
Manaus/AM	1,05	20,47	18,53	1,62%	2.303.732

Fonte: adaptado de SINISA, (2024).

A geração diária em Paranaguá/PR assemelha-se aos padrões de consumo de países desenvolvidos da Europa, América do Norte e Oceania (Austrália e Nova Zelândia) (UNEP, 2024). Contudo, a gestão local ainda é centrada na disposição final em solo e com baixo índice de recuperação de resíduos recicláveis secos.

À luz do princípio da responsabilidade compartilhada, a gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos é um compromisso coletivo, envolvendo cidadãos, poder público, setor privado e organizações da sociedade civil. Nesse contexto, cabe ao cidadão não apenas realizar o descarte correto dos resíduos, mas também adotar uma postura crítica em relação aos seus padrões de consumo. Ao setor privado compete o gerenciamento adequado dos resíduos gerados, sua reinserção na cadeia

produtiva e o desenvolvimento de soluções e produtos que minimizem impactos socioambientais. Já os entes governamentais, nas esferas federal, estadual e municipal, são responsáveis pela formulação e execução de políticas públicas e planos de gestão de resíduos sólidos (MMA, 2023).

Em Paranaguá/PR, a prefeitura disponibiliza coleta domiciliar regular, dividida em duas formas: a coleta convencional e a coleta seletiva. Essas coletas ocorrem de porta em porta e os rejeitos são destinados ao aterro sanitário privado localizado no distrito de Alexandra/PR, operado pela empresa CIETec. O aterro recebe também resíduos dos municípios vizinhos (Antonina, Morretes, Pontal do Paraná e Matinhos). Os materiais recicláveis de Paranaguá são destinados a duas cooperativas de catadores (Paranaguá, 2021).

Entretanto, o cidadão constitui o ator principal para a eficiência do manejo de RSU, uma vez que está diretamente envolvido nas primeiras etapas do ciclo- consumo, segregação e descarte (Brasil, 2010). Todavia, observa-se em Paranaguá, assim como em diversos centros urbanos (Bohrer, 2019; Almeida et al., 2020; Hayden, 2020), uma omissão quanto à responsabilidade individual, evidenciada pelos descartes irregulares em vias públicas, terrenos baldios e áreas ambientalmente sensíveis. Reportagens locais apontam a existência de mais de 100 pontos críticos de descarte irregular no município, além da necessidade recorrente de mutirões para a remoção de resíduos em manguezais, indicando a persistência do problema mesmo diante de ações corretivas (AEN/PR, 2022; Monteiro; Skodowski, 2025; Paraná, 2025).

A disposição inadequada de RSU configura-se como um importante fator de degradação ambiental e risco à saúde pública. O acúmulo de resíduos favorece a contaminação de corpos hídricos e a transferência de poluentes ao longo dos sistemas fluviais até ambientes marinhos, além de obstruir o sistema de drenagem, levando ao alagamento de áreas com água parada após chuvas intensas (Krelling, 2017; Souza et al., 2023; Maquart, Froehlich e Boyer, 2022; Valêncio, 2025). Paralelamente, esses ambientes criam condições propícias para a proliferação de animais sinantrópicos e vetores de doenças, como, por exemplo, roedores e o mosquito *Aedes aegypti* (Dengue, Zika, Chikungunya). Estudos recentes também indicam que os resíduos, especialmente plásticos, atuam como superfícies de transporte e dispersão de

microrganismos patogênicos, ampliando os riscos à saúde humana e ambiental (Ferreira e Anjos, 2001; Paranaguá, 2018; Dias, Leal e Marques, 2020; Maquart, Froehlich e Boyer, 2022). Assim, o descarte irregular de resíduos deve ser compreendido como uma problemática integrada, que envolve dimensões ecológicas, sanitárias e sociais, exigindo ações articuladas de gestão, saneamento e educação ambiental.

Diante da problemática do grande volume de descarte incorreto e da gestão dos RSU em Paranaguá, este estudo busca analisar a gestão dos RSU no município frente à legislação vigente, fazer um mapeamento de pontos de descarte irregular em regiões do município e análises dos resíduos descartados pela cidade além de propor um protótipo de aplicativo móvel como ferramenta estratégica para transformar o cidadão também em um agente ativo para o monitoramento, a denúncia e a educação ambiental. A literatura já mostra que a inovação e as tecnologias digitais têm sido aliadas estratégicas no planejamento de ações mais eficientes de gestão compartilhada de resíduos sólidos entre poder público e população, pois permitem a adaptação e aprimoramento de soluções já existentes, resultando em melhorias operacionais e redução de custos (Costa, 2020; Silva et al., 2020; Araldi et al., 2021).

2. Referencial Teórico

2.1. Marco Regulatório

O arcabouço regulatório brasileiro para o tratamento de RSU é fundamentado, inicialmente, pela Política Nacional do Saneamento Básico (PNSB - Lei Federal nº 11.445/07). Esta norma define o manejo de resíduos e a limpeza urbana como pilares do saneamento básico, ao lado do abastecimento de água, do esgotamento sanitário e da drenagem pluvial (Brasil, 2007).

De forma específica, a gestão do setor é regida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei Federal nº 12.305/10), que estabelece instrumentos e metas fundamentais para a responsabilidade compartilhada. A operacionalização dessa lei é detalhada pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), que atua como um guia estratégico para o alcance das metas nacionais (MMA, 2022).

Recentemente, este cenário foi atualizado pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026/20). A nova legislação trouxe modificações significativas à PNSB, especialmente no que tange à prorrogação de prazos para a disposição final adequada de rejeitos e ao imperativo de extinção dos lixões e aterros sem controle ambiental (Brasil, 2020).

Como suporte transversal a essas normas, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA - Lei Federal nº 9.795/99) determina que a educação ambiental ocorra de maneira contínua e articulada, tanto no âmbito formal quanto no não formal. Tal política é essencial para garantir que a gestão de resíduos seja acompanhada por um processo de conscientização social promovido pelo poder público e por instituições de ensino (Brasil, 1999).

A PNRS define resíduos sólidos como materiais passíveis de tratamento e reuso mediante tecnologias economicamente viáveis (Brasil, 2010). A classificação desses resíduos ocorre conforme a origem (Art. 13 da PNRS) e a periculosidade (NBR 10.004/2004) (ABNT, 2004), conforme detalhado nos Quadro 1 e Quadro 2.

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos de acordo com a Lei Federal nº12.305/2010 (PNRS).

Classificação	Definição
Resíduos sólidos domiciliares (RDO)	Originados de atividades domésticas em residências urbanas.
Resíduos sólidos de limpeza urbana	Originados da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.
Resíduos sólidos urbanos (RSU)	Resíduos sólidos domiciliares e Resíduos sólidos de limpeza urbana.
Resíduos sólidos de saneamento básico (RSAN)	Originados nas estações de tratamento de água e esgoto.
Resíduos sólidos industriais	Originados nos processos produtivos e instalações industriais.
Resíduos sólidos de saúde (RSS)	Originados nos estabelecimentos de saúde e clínicas veterinárias.
Resíduos sólidos de construção civil (RCC)	Originados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos.
Resíduos sólidos volumosos (RV)	São originados nas residências, mas que não são coletados pelo serviço de coleta domiciliar. Geralmente são móveis usados sem utilidade.
Resíduos sólidos verdes (RVD)	São originados nas residências através da apara de grama e podas de árvores.

Fonte: adaptado de Brasil (2010); Paranaguá (2021).

Quadro 2 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade de acordo com a NBR 10.004/2004.

Classes		Definição	Exemplos
I	Perigosos	São resíduos sólidos que apresentam riscos à saúde pública.	Lixo hospitalar, baterias, pilhas e combustíveis.
II	Não perigosos	A - não inerte Apresentam biodegradabilidade, solubilidade ou combustão.	Matéria orgânica e papel.
		B - inerte Não apresentam biodegradabilidade, solubilidade ou combustão.	Rochas, tijolos, vidros, plásticos e borrachas que não se decompõem prontamente.

Fonte: adaptado de ABNT (2004).

3. Objetivo Geral

Analisar a gestão municipal dos RSU no município de Paranaguá (PR), verificando sua conformidade com a legislação vigente, analisando a ocorrência e a distribuição espacial de descarte irregular em diferentes regiões da cidade e propondo uma alternativa inovadora que promova a gestão participativa e sustentável dos resíduos.

3.1 Objetivos Específicos

- Descrever como as etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final dos RSU são realizadas no município, bem como a estrutura organizacional responsável;
- Analisar o alinhamento das ações municipais às diretrizes e instrumentos legais estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010);
- Mapear e georreferenciar os focos de descarte irregular de resíduos sólidos em diferentes áreas urbanas do município;
- Identificar e caracterizar visualmente os resíduos descartados incorretamente nos focos;
- Desenvolver um protótipo conceitual de uma ferramenta tecnológica (aplicativo Geo Entulho) como estratégia para monitoramento colaborativo e

fortalecimento da gestão compartilhada entre o poder público e a sociedade civil.

4. Material e Métodos

4.1. Caracterização do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos

A coleta de dados para a caracterização da gestão municipal dos RSU's foi obtida por meio de pesquisa bibliográfica e documental. A pesquisa documental foi realizada através da análise de planos, relatórios, documentos municipais, legislações e fontes institucionais. Adicionalmente, diante da limitação de informações sistematizadas em documentos oficiais, parte dos dados referentes à gestão dos RSU foi obtida por meio de análise documental de fontes secundárias, incluindo reportagens de veículos de comunicação locais e regionais.

A partir desses documentos, foi realizada a descrição das etapas do manejo dos resíduos, contemplando desde coleta (convencional e seletiva), transporte, transbordo, tratamento até a destinação final. Também foi analisada a estrutura organizacional responsável pela gestão dos resíduos, incluindo os órgãos públicos envolvidos e, empresas contratadas.

4.2. Análise das ações municipais frente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010)

A análise do alinhamento da gestão municipal de resíduos sólidos urbanos com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) foi conduzida por meio de uma abordagem qualitativa, de caráter descritivo, baseada na comparação entre as práticas observadas no município e os dispositivos legais vigentes.

Para tanto, os critérios de avaliação utilizados foram os já observados por Silva (2018) com objetivo de avaliar os avanços alcançados pelo município. Os aspectos avaliados foram:

- a. se possui Plano de Resíduos Sólidos, em vista das determinações legais (art. 3º, inciso X, 8º, inciso I, 14, inciso V, 18, 19);
- b. se o Plano de Resíduos Sólidos está disponível na internet para visualização da população, considerando o princípio da PNRS do direito à sociedade à

- informação e ao controle social (art. 6º, inciso X e art. 14, parágrafo único);
- c. se o plano está de acordo com as diretrizes mínimas estabelecidas na PNRS (art. 19);
 - d. se há programa de coleta de recicláveis e qual a abrangência (rural, urbana, todo o município) (art. 19, incisos I, V, XIV);
 - e. se há no município lixão ou aterro controlado ativo e, se encerrado se foi aplicado o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (art. 19, inciso XVIII);
 - f. se o município destina seus rejeitos para aterros sanitários (art. 19, inciso II, art. 47 e art. 54);
 - g. se há programas de educação ambiental no município, preconizado como instrumento da PNRS (art. 8º, inciso VIII) e conforme determina o artigo 19, inciso X;
 - h. se o município oferece apoio e recursos a associações e cooperativas de catadores de recicláveis (art. 19, incisos XI e XII);
 - i. se há efetividade da PNRS no município.

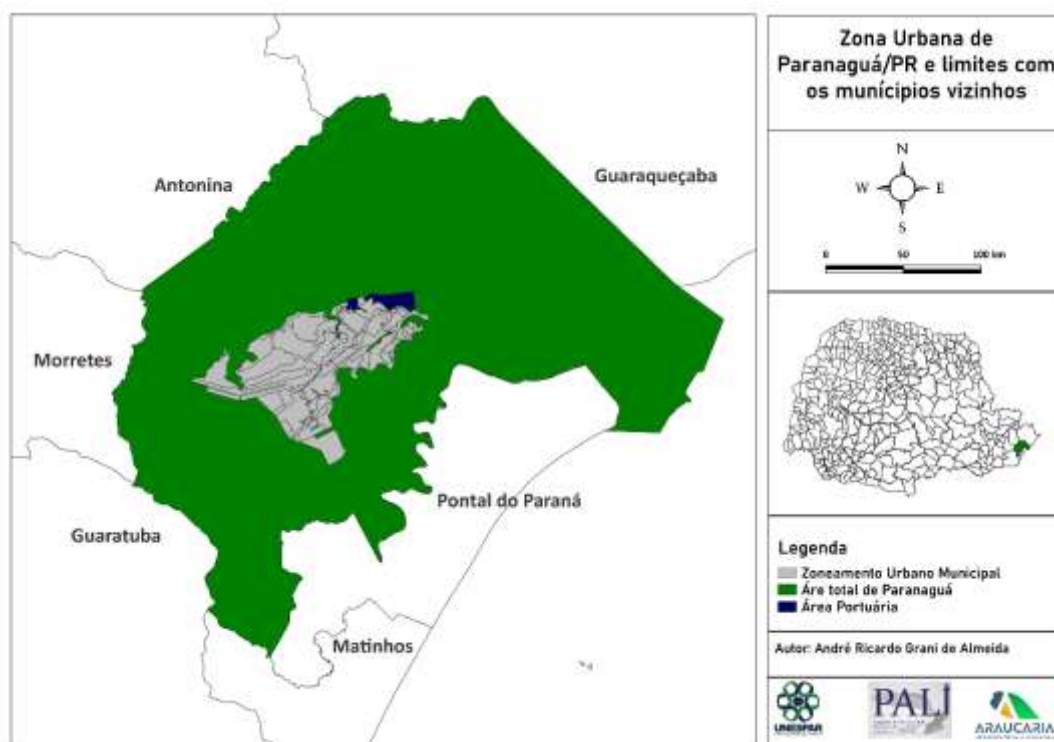
A partir disso, foi realizada uma análise comparativa entre o cenário atual e os requisitos legais, além da comparação com o estudo de Silva (2018). O grau de conformidade foi classificado em quatro categorias: Equivalente (Equ), quando as ações seguem integralmente as diretrizes da PNRS; Similar (Sim), quando atendem parcialmente; Distinto (Dis), quando divergem das diretrizes; e Não detectado (Nd), quando não foram identificadas evidências da aplicação do critério analisado

4.3. Mapeamento e análise dos focos de descarte irregular de RSU

O recorte espacial desta pesquisa delimitou-se à zona urbana do município, que ocupa aproximadamente 39 km² e está subdividida em 57 bairros (IBGE, 2025) (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Para o mapeamento dos focos de descarte, foram definidos três circuitos elaborados pelo autor buscando abranger pelo menos 50% dos bairros da zona urbana.

Os circuitos foram percorridos em uma motocicleta e foram utilizados um GPS Garmin CSX Mapping 60 para o georreferenciamento e um Iphone 13 para registro fotográfico de todos os focos de descarte irregular de resíduos com área igual ou superior a 1 m² (Bohrer et al., 2019). Os percursos foram feitos apenas uma vez no período da tarde em maio e junho de 2025, sob velocidade controlada de 40 km/h.



Mapa 1 - Zona Urbana de Paranaguá e seus limites municipais.
Fonte: o autor (2025).

A etapa subsequente envolveu a análise dos registros fotográficos em um monitor de 43 polegadas (Vikou et al., 2023). A análise consistiu na identificação dos tipos de resíduos por foco de descarte. Posteriormente, foi quantificado o número de ocorrência de cada tipo de resíduo no estudo. O número de ocorrências de cada tipo de resíduo foi obtido através da contagem de palavras da lista de tipos de resíduos por foco utilizando o software IRAMUTEQ. Por fim, os resíduos identificados foram classificados conforme os critérios estabelecidos no Art. 13 da PNRS.

4.4 Confeção dos mapas

Para a elaboração do material cartográfico, utilizou-se o software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS, versão 3.44 'Solothurn' (Qgis, 2024). O processamento dos dados e a confecção dos mapas foram realizados adotando-se o sistema de referência geodésico Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) 2000, com projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 22 Sul, sob o código identificador EPSG: 31982 (ideal para o estado do Paraná). Esta configuração foi escolhida para garantir a precisão métrica e a compatibilidade com a base de dados cartográficos oficiais do território brasileiro (IBGE, 2018).

4.5. Análise de dados

Os dados coletados foram submetidos à análise por meio do Diagrama de Pareto (ou regra 80/20), fundamentado no princípio da 'escassez vital'. Esta abordagem foi escolhida por permitir a distinção clara entre os 'poucos vitais' e os 'muitos triviais', identificando quais bairros e categorias de resíduos concentram a maior parcela dos resíduos descartados (Almeida; Ventura, 2022).

Para analisar os padrões de similaridade na composição das classes de resíduos entre os bairros, foi calculada uma matriz de dissimilaridade utilizando o índice de Bray-Curtis, com base na abundância das classes registradas nos focos de descarte irregular. A análise foi realizada no software R (versão 2026.01.0 Build 392), por meio da função *vegdist* do pacote *vegan* (Oksanen et al., 2025), conforme a metodologia proposta por Bray e Curtis (1957). Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de agrupamento hierárquico pelo método de ligação média (*average linkage*), permitindo a elaboração de dendrogramas para identificação dos padrões de similaridade entre os bairros.

4.6. Protótipo do aplicativo: GeoEntulho

O protótipo do aplicativo GeoEntulho foi desenvolvido a partir da colaboração interdisciplinar entre colegiados da UNESPAR Campus Paranaguá, envolvendo discentes do curso de Engenharia de Produção e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. A arquitetura do sistema foi estruturada em módulos funcionais

correspondentes às etapas de entrada, processamento e interpretação dos dados, cuja lógica operacional encontra-se representada no fluxograma da Figura 1.

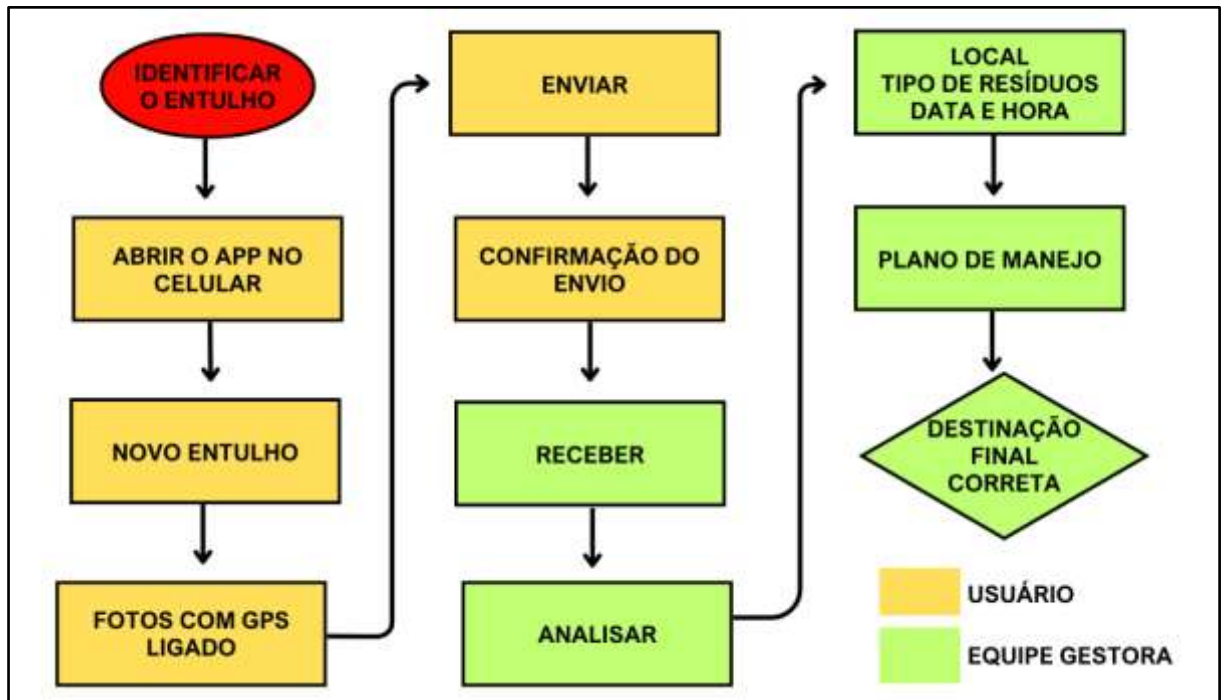


Figura 1- Fluxograma a ser seguido pelo aplicativo Geo Entulho.
Fonte: o autor (2025).

A construção da ferramenta foi realizada por meio da plataforma FlutterFlow, selecionada, em função de sua capacidade de desenvolvimento ágil de interfaces interativas, baseada no paradigma *low-code* e na utilização de interface visual do tipo *drag-and-drop*, o que possibilitou a rápida prototipagem e integração dos componentes do sistema.

No que se refere à arquitetura de dados, o aplicativo foi estruturado a partir da integração com dois serviços distintos: o Google Sheets, utilizado para o armazenamento e gerenciamento de dados alfanuméricos, e o Supabase, empregado para o armazenamento e gerenciamento de mídias fotográficas. Essa configuração permite a separação entre dados estruturados e não estruturados, contribuindo para a organização e escalabilidade da aplicação.

Em termos de viabilidade operacional, a manutenção da plataforma em ambiente de produção está condicionada ao custeio de licenças e serviços de nuvem.

Os custos operacionais associados à plataforma FlutterFlow são estimados em aproximadamente US\$ 20,00 mensais, e referem-se às funcionalidades de hospedagem, execução e publicação da aplicação.

4.7. Utilização de inteligência artificial (IA)

Declaro que ferramentas de IA Generativa foram utilizadas neste trabalho nas seguintes etapas: foi utilizada a ferramenta Google IA Studio para a revisão de escrita nas etapas de correções de escrita e criação de prompt de comando para ser utilizado no RStudio.

O autor assume integral responsabilidade pelo conteúdo intelectual e técnico do trabalho, em conformidade com a Portaria CNPq N° 2.664/2026.

O prompt de comando utilizado para a revisão da escrita foi: “Faça uma análise crítica deste trecho disponibilizado (X.X. Título da seção), sendo que ela é parte da dissertação de mestrado. Este trecho deve ter os resultados claros e discutidos de maneira consistente com uso de outros autores. O trecho precisa ter sequência lógica e ser claro, objetivo e conciso. Segue o texto:”. E o prompt de comando para ser utilizado no RStudio foi: “Crie um prompt de comando para criar um dendrograma de Bray-Curtis no RStudio com os dados abaixo:”

5. Resultados e Discussões

5.1. Caracterização do sistema de gestão de RSU no município de Paranaguá

A responsabilidade pelo gerenciamento do RSU é da administração pública municipal, e é regida por um conjunto de leis complementares e ordinárias que estabelecem desde a Limpeza Urbana até o Plano Diretor. As leis estão listadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Leis municipais que regem a gestão de RSU em Paranaguá/PR.

Lei	Definição
Lei Municipal nº 2.072/1998	Limpeza urbana

Continua

Continuação do Quadro 3.

Lei	Definição
Lei Complementar nº 68/2007	Código de Posturas
Lei Ordinária nº 3.021/2009	Obrigatoriedade da separação e destinação final dos RDO
Lei Ordinária nº 3.106/2010	Altera dispositivos da Lei Municipal Nº 3.021/2009
Lei Complementar nº 192/2016	Reorganização administrativa do poder executivo
Lei Complementar nº 166/2014	Política Municipal de Saneamento Básico
Lei Complementar nº 294/2022	Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado
Lei Complementar nº 296/2022	Zoneamento de Uso e Ocupação Do Solo
Lei Complementar nº 301/2022	Código de Posturas
Lei Complementar nº 302/2022	Código Ambiental
Lei Complementar nº 332/2025	Altera dispositivos da lei complementar nº 192/2016

Fonte: o autor (2025), adaptado de: leismunicipais.com.br.

A responsabilidade direta pela gestão dos RSU cabe à Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Desenvolvimento Rural e Pesca (SEMMADESP) conforme instituído pela Lei Complementar nº 332/2025. No período anterior a referida lei, a secretaria responsável pela gestão dos resíduos chamava-se Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), como aparecerá neste estudo. O fluxo da gestão dos resíduos compreende as etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final.

Para a caracterização das etapas da gestão de RSU em Paranaguá foram analisados o atual Plano Municipal do Saneamento Básico (PMSB– 2021) e os dados oficiais disponibilizados no Sistema Nacional de Informação em Saneamento Básico (SINISA- 2024). A caracterização das etapas está organizada no Quadro 4 abaixo.

Quadro 4 - Caracterização das etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final da gestão de resíduos do município de Paranaguá/PR.

Etapas		Como é feito?	Órgão Executor	Órgão responsável	Observações
Coleta	Convencional	Caminhão baú basculante Cronograma de coleta no Anexo 1	Pavi Ambiental	SEMMADESP	Contrato licitatório
	Seletiva	Caminhão baú Cronograma de coleta no Anexo 2	Pavi Ambiental	SEMMADESP	-
	Limpeza pública e Resíduos verdes	Capina mecanizada, caminhão caçamba e trator Cronograma de coleta no Anexo 3	SEMMADESP e Pavi Ambiental	SEMMADESP	-
	Volumosos	Caminhão caçamba e trator Cronograma de coleta no Anexo 3	SEMMADESP e Pavi Ambiental	SEMMADESP	-
	Coleta convencional indireta	14 caçambas estacionárias	Pavi Ambiental	SEMMADESP	Dificuldade de acesso e questões sociais
Transporte		Caminhão baú basculante; Caminhão baú; e caminhão caçamba	Pavi Ambiental	SEMMADESP	-
Transbordo		Não há			
Tratamento		Compostagem de resíduos verdes coletados pelo serviço de limpeza pública	SEMMADESP	SEMMADESP	Sem licença ambiental
Destinação final	Convencional	Aterro sanitário JM tratamento de resíduos	Pavi Ambiental	SEMMADESP	-

Continua

Continuação do Quadro 4.

Etapas		Como é feito?	Órgão Executor	Órgão responsável	Observações
Destinação Final	Seletiva	Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Vila Santa Maria (ASSEPAR) e a Associação de Coletores e Recicladores Nova Esperança da Ilha de Valadares	Pavi Ambiental	SEMMADESP	Com licença de operação
	Limpeza pública	Aterro sanitário JM tratamento de resíduos	Pavi Ambiental e SEMMADESP	SEMMADESP	-

Fonte: o autor (2025); adaptado de Paranaguá (2021); SINISA (2024).

5.2. Análise de conformidade da gestão municipal de RSU com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e Legislações Correlatas

A avaliação da conformidade da gestão de RSU no município de Paranaguá, com base em 11 critérios estabelecidos pela PNRS estão apresentados no Quadro 5. Sete entre os critérios analisados encontram-se na classificação de equivalente e similar, entretanto 2 critérios estão distintos das exigências e outros 2 não foram identificados.

Em 2018, Silva indicou ausência de apoio do poder público municipal às associações de catadores no município de Paranaguá. Entretanto a partir de 2019, observa-se evidências de avanços na institucionalização das associações de catadores. Em 2019, a prefeitura de Paranaguá aprovou e formalizou uma parceria com o Instituto Lixo e Cidadania para capacitar e fortalecer associações de catadores, com objetivo de inclusão social e melhoria da renda (Paranaguá 2020; PMSB, 2021). Já em 2023, a Lei Ordinária nº 4.275/2023 declarou como de utilidade pública municipal a Associação de Coletores e Recicladores da Ilha dos Valadares – Nova Esperança, formalizando o reconhecimento do trabalho desempenhado por esses agentes na cadeia da reciclagem (Paranaguá, 2023). Em 2024, Rampelotti relata em reportagem que os principais benefícios concedidos pela prefeitura à ASSEPAR concentram-se na cessão de infraestrutura e no apoio logístico. Além disso, a prefeitura contribui indiretamente com a operação da associação por meio da coleta de resíduos realizada por empresa contratada, que destina parte dos recicláveis à ASSEPAR (Rampelotti, 2024a). Soma-se a isso, o reconhecimento da associação como entidade de utilidade pública por meio de Decreto Municipal nº 5.184, o que reforça sua legitimidade institucional e amplia possibilidades de acesso a apoios e parcerias (Paranaguá, 2024a). Esse reconhecimento institucional se articula com a participação do município em fóruns e espaços de discussão sobre reciclagem e políticas públicas (Venâncio, 2025), indicando uma tentativa de alinhamento às diretrizes da PNRS e de fortalecimento das práticas de inclusão socioprodutiva. No entanto, embora tais iniciativas representem avanços no campo normativo e institucional, sua efetividade depende da consolidação de ações contínuas de apoio

técnico, financeiro e organizacional às associações, de modo a garantir sua sustentabilidade e contribuição efetiva para a gestão integrada dos resíduos sólidos.

Quadro 5 – Avaliação da conformidade da Gestão Municipal de Paranaguá RSU com a PNRS I.

Critério Avaliado (PNRS)	Descrição (base legal)	Situação no Município (ações identificadas)	Fonte	Classificação
Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)	(art. 3º, inciso X, 8º, inciso I, 14, inciso V, 18, 19);	Integrado ao Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) mas sem normatização legal.	SINISA 2024	Sim
Transparência e direito à informação	Princípio da PNRS do direito à sociedade à informação e ao controle social (art. 6º, inciso X e art. 14, parágrafo único);	As informações sobre a gestão dos RSU e do sistema de coleta estão fragmentadas sendo divulgado nas redes sociais, reportagens e site da prefeitura.	SINISA 2024	Dis
PMGIRS contempla diretrizes mínimas	Diretrizes mínimas estabelecidas na PNRS (art. 19);	As diretrizes mínimas estão presentes, porém as metas não estão sendo atingidas no prazo sugerido.	PMSB 2021	Equ
Coleta seletiva	Implantação e abrangência do sistema (art. 19, incisos I, V, XIV)	100% da população urbana regularizada atendida +80% da população rural atendida.	SINISA 2024	Equ
Eliminação de lixões	Erradicação e aplicação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) (art. 19, inciso XVIII)	Encerramento do lixão em 2015, mas sem a execução do PRAD.	PMSB 2021	Sim
Destinação ambientalmente adequada	Encaminhamento correto dos resíduos (art. 19, inciso II, art. 47 e art. 54)	Aterro sanitário privado	PMSB 2021	Equ

Continua

Critério Avaliado (PNRS)	Descrição (base legal)	Situação no Município (ações identificadas)	Fonte	Classificação
Programas de Educação ambiental	Preconizado como instrumento da PNRS (art. 8º, inciso VIII) e conforme determina o artigo 19, inciso X;	Ações pontuais	PMSB 2021	Dis
Inclusão de cooperativas/associações de catadores de recicláveis	art. 19, incisos XI e XII	Licença de operação ativa As Associações de Catadores de Materiais Recicláveis não possuem contrato com a Prefeitura para triagem dos materiais, contudo ambas as associações estão instituídas como utilidade pública do município.	PMSB 2021 SINISA 2024 Paranaguá 2020	Sim
Gestão de resíduos volumosos	Organização da coleta e destinação (PMSB, 2021).	Em operação, mas sem normatização legal.	Paranaguá 2026	Sim
Logística reversa	Implementação de sistemas para resíduos específicos (Art. 33)	Possui apenas 1 ponto de entrega voluntário 0,01/1000 habitantes.	SINISA 2024	Nd
Manejo de resíduos da construção civil (RCC)	Sistema específico de gestão (Resolução CONAMA 307 + PNRS)	Ausente	PMSB 2021	Nd

Legenda: Equivalente (Equ): segue integralmente as diretrizes da PNRS; Similar (Sim): atende parcialmente às diretrizes da PNRS; Distinto (Dis): apresenta divergência em relação à PNRS; não detectado (Nd): não identificado ou não apresentado.

Fonte: os autores (2025).

No que se refere à eliminação dos lixões, apesar da sua desativação, o PMSB (2021) destaca que não houve a implementação de um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) e, em visita ao local, observaram a presença de resíduos recentes, indicando fragilidades no processo de encerramento. Entretanto, em janeiro de 2024, reportagem do site JB Litoral relata a realização de uma visita técnica por representantes da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo e da Secretaria Estadual de Desenvolvimento Sustentável, com o objetivo de avaliar a situação da área. De acordo com a reportagem, o antigo lixão vem sendo submetido a um programa de reabilitação ambiental, que inclui estudos para regularização do entorno, monitoramento da qualidade do solo e da água, além da implementação de medidas de engenharia voltadas à mitigação dos impactos ambientais e à proteção da saúde pública (Rampelotti, 2024b).

A maior parte das fragilidades na gestão de resíduos sólidos em Paranaguá concentra-se nos critérios classificados como distintos, especialmente aqueles relacionados à educação ambiental e à transparência das informações. Embora a educação ambiental seja reconhecida como um dos pilares da PNRS, no município ela se apresenta de forma pontual e sazonal, restrita a ações como visitas guiadas, por meio do projeto “Escola na SEMMA” e campanhas específicas como a Semana do Meio Ambiente, sem evidências de continuidade ou planejamento estruturado (Paranaguá, 2021). Tal cenário não é recente, uma vez que Silva (2018) já apontou esta lacuna no planejamento municipal, incluindo a ausência de programas consistentes de educação ambiental. Somente em 2026, a Prefeitura de Paranaguá iniciou um projeto estruturado de educação ambiental voltado ao enfrentamento do descarte irregular de resíduos sólidos. A iniciativa passou a integrar ações de limpeza urbana, orientação à população, divulgação dos cronogramas de coleta e fiscalização em bairros considerados críticos, representando um avanço recente nas estratégias municipais de gestão dos RSU (Rampelotti, 2026). Já a deficiência da divulgação de dados operacionais de coleta de RSU nos canais oficiais persiste e compromete o acesso da população às informações e a efetividade das ações de gestão.

Entre os critérios não identificados, destaca-se a ausência de uma regulamentação municipal abrangente para a gestão dos RCC, especialmente no que

se refere à coleta, triagem, tratamento e destinação final desses materiais. Apesar dessa lacuna normativa, o município possui disposições pontuais relacionadas ao manejo de pequenos volumes de RCC. Conforme o § 3º do Art. 7º da Lei Complementar nº 166/2014, pequenos geradores podem encaminhar até 1 m³ de RCC, a cada 30 dias, ao ecoponto indicado pela Prefeitura. Além disso, o § 4º da mesma legislação estabelece que a coleta poderá ser realizada pelo município quando os resíduos não excederem 30 kg, apresentarem dimensões inferiores a 40 cm e estiverem acondicionados separadamente dos demais resíduos. A legislação também determina, em seu Art. 7º, inciso III, que os RCC não poderão ser destinados ao aterro sanitário municipal (Paranaguá, 2014). Assim, observa-se que a legislação municipal contempla apenas situações específicas relacionadas aos pequenos geradores, sem estabelecer um sistema estruturado e integrado de gestão de RCC no município.

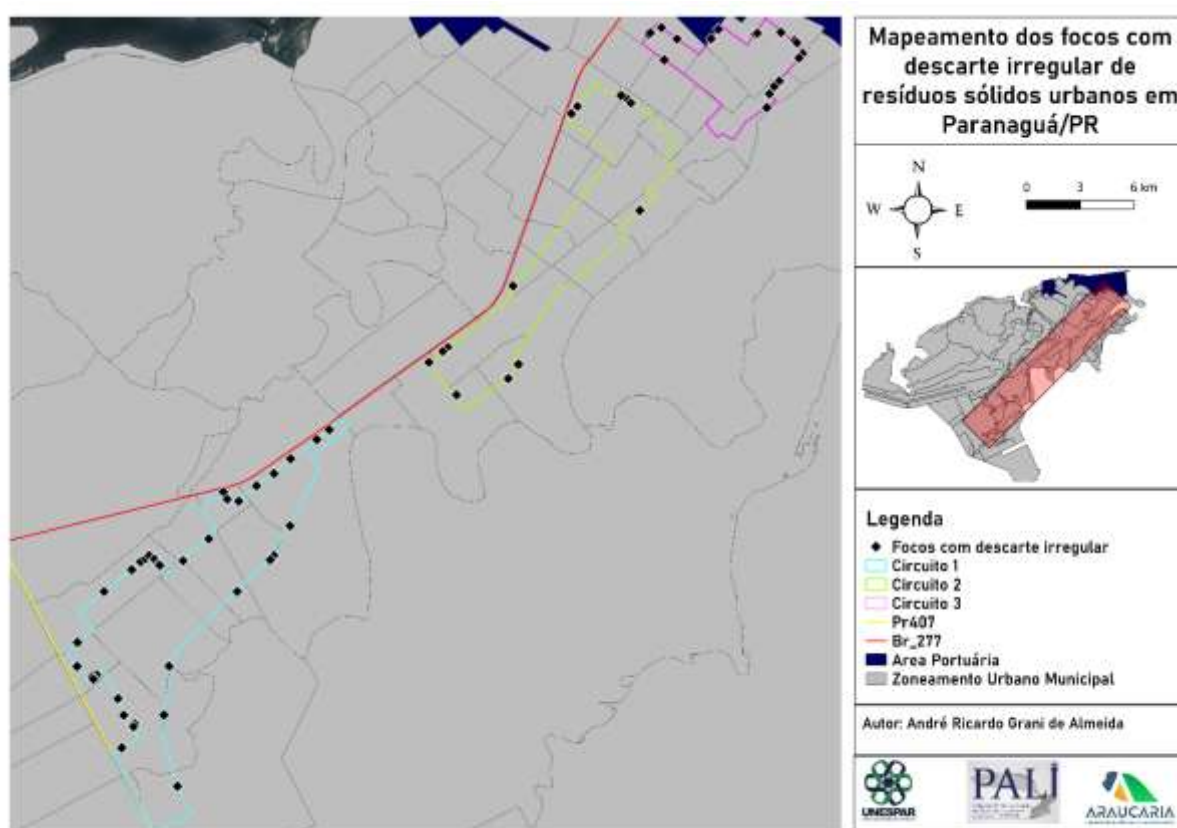
O manejo de resíduos sujeitos à logística reversa não está contemplado no manejo dos RSU do município. Segundo o PMSB (2021), Paranaguá dispõe de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) destinados ao recebimento de lâmpadas, pneus, eletroeletrônicos, pilhas, baterias, embalagens e filtros de óleos lubrificantes. Atualmente, existem três PEVs municipais para o recebimento de pilhas, baterias, lâmpadas e resíduos eletroeletrônicos, localizados na sede da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), na Prefeitura Municipal e na empresa Paviservice. Para a destinação de pneus inservíveis, o município conta com 12 borracharias cadastradas para recebimento desses materiais. Além dos pontos mantidos pela Prefeitura, a coleta de lâmpadas também é realizada em estabelecimentos privados, como o supermercado Condor e a loja Balaroti, ampliando as possibilidades de destinação adequada desses resíduos pela população. Recentemente, foi sancionada a Lei Nº 4.572/2025 que institui o "Programa Municipal Permanente de Ecopontos" no Município de Paranaguá (Paranaguá, 2025). A norma prevê a integração dos ecopontos com programas de coleta seletiva, compostagem e logística reversa, entretanto sem detalhar mecanismos específicos de operacionalização.

De forma geral, os resultados indicam que, embora o município apresente avanços pontuais, a gestão de RSU em Paranaguá ainda é caracterizada por fragilidades institucionais, técnicas e operacionais. Essas limitações são corroboradas

por estudos como os de Rocha et al. (2019) e Martins e Malinowski (2022), que apontam a falta de prioridade política e de conhecimento técnico como entraves à gestão eficiente de resíduos no Brasil. Assim, evidencia-se a necessidade de fortalecimento do planejamento, ampliação das ações de educação ambiental e melhoria nos mecanismos de monitoramento e transparência, visando à efetiva implementação das diretrizes da PNRS.

5.3. Mapeamento e análise dos focos de descarte irregular de RSU

Para o mapeamento dos focos de descarte foram percorridos 27,95 km, distribuídos em três circuitos que abrangeram 29 bairros da área urbana de Paranaguá/PR (Mapa 2).



Mapa 2 - Circuitos percorridos e focos com descarte irregular de RSU identificados.
Fonte: o autor (2025).

Foram identificados 67 focos de descarte irregular (Figura 2), resultando em uma densidade média geral de 2,39 focos/km. Esse resultado indica a presença de

focos de descarte em 65,5% dos bairros percorridos (Tabela 3 - Distribuição espacial e densidade dos focos de descarte irregular de resíduos sólidos urbanos nos três circuitos analisados em Paranaguá/PR. Tabela 3). Esses resultados evidenciam a ampla disseminação do problema no perímetro urbano de Paranaguá e corroboram levantamentos anteriores realizados no município. O Relatório do Diagnóstico Técnico-Participativo do PMSB (2021), com base em informações da empresa Paviservice, já registrava a existência de 13 pontos recorrentes de descarte irregular. Mais recentemente, reportagem publicada por Monteiro e Skodowski (2025) relataram que a prefeitura identificou mais de 100 pontos de descarte irregular no município somente no início do de 2025. Em conjunto, esses dados demonstram a persistência e expansão do problema ao longo dos anos, indicando fragilidades nas estratégias de controle, fiscalização e prevenção do descarte irregular de resíduos.



Figura 2 - Registros fotográficos dos focos identificados na pesquisa realizada nos bairros de Paranaguá/PR. A) Foco 08, bairro Ouro Fino. B) Foco 11, bairro Ouro Fino. C) Foco 40, bairro Bockman. D) Foco 61, bairro Costeira.

Fonte: o autor (2025).

No circuito 1 concentrou-se o maior número absoluto de ocorrências (53,7%) e maior extensão percorrida, no entanto, o circuito 3, apresentou a maior densidade relativa de descarte irregular, sendo a região que possui maior quantidade focos com descarte irregular por quilometro. A vulnerabilidade da área do circuito 3 pode estar associada à sua localização vizinha à zona portuária e ao centro comercial, regiões que apresentam intenso fluxo de pessoas e veículos.

Tabela 3 - Distribuição espacial e densidade dos focos de descarte irregular de resíduos sólidos urbanos nos três circuitos analisados em Paranaguá/PR.

Circuito	Extensão	Nº de focos	Nº de focos/Km
1	12,7	36	2,83
2	9,87	13	1,31
3	5,38	18	3,34
TOTAL	27,95	67	2,39

Fonte: os autores, (2025)

Ao avaliar a distribuição dos focos por bairro, foi possível observar que apenas seis bairros (Costeira, Parque Agari, Parque São João, Ouro Fino, 29 de julho, Jardim Paranaguá) concentram 62,7% de todos os focos encontrados no estudo (Tabela 4).

Tabela 4 - Relação dos bairros e focos com descarte irregular de RSU em Paranaguá/PR.

Bairros	Nº do Foco	Quantidade de focos	Circuito
Vila dos Comerciantes	05	1	1
Jardim Jacarandá	06	1	1
Porto Seguro	07	1	1
Estradinha	48	1	2
Vila Horizonte	41	1	2
Jardim Guaraituba	44, 45	2	2
Jardim Santos Dumont	46, 47	2	2
Raia	37 e 49	2	2
Aeroporto	42, 43	2	2
Jardim Yamaguchi	04, 27 e 28	3	1
Jardim Samambaia	29 - 31	3	1
Bockman	38 - 40	3	2
Centro Histórico	64 - 66	3	3

Continua

Continuação da Tabela 4

Bairros	Nº do Foco	Quantidade de focos	Circuito
Jardim Paranaguá	14 - 17	4	1
29 de julho	50 – 53 e 67	5	3
Ouro Fino	08 - 13	6	1
Parque São João	01 - 03, 32 – 36	8	1
Parque Agari	18 - 26	9	1
Costeira	54 - 63	10	3
TOTAL		67	

Fonte: os autores (2025).

Dois desses bairros, pertencem ao circuito 3, com destaque para o bairro Costeira, que apresentou maior número de focos de descarte irregular identificados na pesquisa. Essa localidade apresenta configuração peculiar, caracterizada, historicamente, pela coexistência de áreas de ocupações irregulares com população de baixa renda e, com setores cuja renda média varia entre 4,5 e 5,5 salários-mínimos (Duarte, Fagundes e Monteiro, 2010; Faria, 2025). A Prefeitura de Paranaguá (2024b) explica este fenômeno devido a localização de pontos de deposição recorrentes, situados majoritariamente nas áreas de assentamentos precários e periferias internas que coexistem com as zonas valorizadas do bairro. Já os bairros Jardim Paranaguá, Ouro Fino, Parque São João e Parque Agari, todos pertencentes ao circuito 1, somam grande parte dos descartes irregulares. Os focos de descartes observados no Ouro Fino e Parque Agari estavam próximos a propriedades irregulares. Estes bairros se caracterizam por serem mais novos e populosos e estão distantes da região central (Faria, 2025).

Registros anteriores (Silva, 2018; PMSB, 2021; Monteiro e Skodowski, 2025) já apontavam a ocorrência de descarte irregular em diversos bairros, os resultados desta pesquisa confirmam a continuidade do problema em diversas destas áreas. Conforme aponta Alves (2013), a existência de um ponto de descarte consolidado tende a legitimar a prática para novos infratores; ao observar um local já degradado, o indivíduo sente-se encorajado a descartar seus próprios resíduos, transferindo a responsabilidade ética de sua ação para o coletivo ou para a ineficiência do poder público.

A recorrência de descarte em terrenos baldios e calçadas constitui uma problemática crônica em centros urbanos brasileiros. A ausência de manutenção adequada por parte dos proprietários e a fragilidade da fiscalização contribuem para que esses espaços se tornem áreas preferenciais para o descarte clandestino de resíduos (Matsukura, 2017; Almeida et al., 2020; Silva, 2022). Esse padrão também foi observado em Paranaguá, onde 68,65% dos focos identificados estavam localizados em calçadas de propriedades privadas, sendo 30 próximos a imóveis residenciais e 15 a estabelecimentos comerciais. Adicionalmente, foram registrados 13 focos em terrenos baldios, incluindo três ocorrências situadas nas proximidades de espaços destinados ao convívio social e à qualidade de vida urbana como campos de futebol e academias ao ar livre. Resultado semelhante foi observado por Alves (2013) em Fazenda Rio Grande/PR, onde 58,7% das ocorrências de descarte irregular também se concentravam em calçadas. O autor associa esse comportamento à adaptação de moradores oriundos de áreas rurais ao contexto urbano, reproduzindo práticas inadequadas de descarte. Entretanto, essa justificativa não se aplica diretamente ao contexto de Paranaguá.

A análise dos locais de descarte permitiu identificar quatro problemas associados à presença dos resíduos conforme mostrado na Tabela 5. **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Cerca de 30% dos focos identificados apresentaram ao menos um agravante associado, sendo que, em alguns pontos, foram observados até três agravantes simultaneamente.

Tabela 5 - Focos com descarte irregular de RSU com problemas associados identificados em Paranaguá/PR.

Problemas associados	Nº do foco	Nº de focos
Remoção da camada superficial do solo	8, 11, 16, 19, 27, 39, 40, 46, 52 e 67	10
Vestígio de incineração	3, 8, 19, 22, 27, 29, 31, 40 e 45	9
Proximidade à instituição de ensino	14 – 16, 27, 29, 30 e 52	7
Proximidade à corpos hídricos	5 e 6	2

Fonte: os autores (2025).

A remoção da camada superficial do solo é ocasionada pelo processo de limpeza feito normalmente com máquinas pesadas (Figura 3). Segundo Silva (2022), isso elimina progressivamente a cobertura natural, causando danos severos ao solo,



Figura 3 - Registros fotográficos da remoção da camada superficial do solo em focos com descarte irregular de RSU em Paranaguá/PR. A) Foco 29, bairro Jardim Samambaia; B) Foco 45, bairro Jardim Guaraituba.

Fonte: o autor (2025).

deixando-o exposto a erosão causada pela água das chuvas. Além disso, o uso recorrente de tratores para limpar descartes superiores a 1 m³ onera os cofres públicos.

Em Paranaguá, a Lei Complementar nº 68/2007 proíbe a queima de quaisquer materiais sólidos ou líquido ao ar livre ou dentro de propriedades privadas e/ou públicas podendo haver multa entre 100 e 200 UFM's (Paranaguá, 2007). Desta forma considera-se crime qualquer tipo de queima de RSU a céu aberto no município de Paranaguá. Entretanto, pode-se observar pelo menos nove locais com vestígios de incineração. A queima dos resíduos libera grandes quantidades de gases de efeito estufa e a literatura demonstra que o aumento desses gases na atmosfera está associado a múltiplos impactos à saúde humana, tais como elevação das temperaturas, intensificação de eventos climáticos severos e agravamento de doenças respiratórias (Costa, 2023). A normalização cultural dessa prática ilegal pode ser compreendida através do estudo de Hayden (2020), que, ao investigar bairros

periféricos de Belém/PA, relatou que moradores associam a queima de lixo a um fator "estético" de limpeza do lote, negligenciando ou desconhecendo os riscos envolvidos.

Outro problema associado a presença dos resíduos, aqui considerado, é a sua proximidade com instituições de ensino (Figura 3A e **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Nesse contexto, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA- Lei nº 9.795/1999), estabelece a Educação Ambiental como componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente em todos os níveis e modalidades de ensino, bem como em ações não-formais de conscientização pública. A legislação atribui ao poder público, às instituições educacionais e à sociedade a responsabilidade compartilhada pela promoção de valores, conhecimentos e práticas voltadas à conservação ambiental e à sustentabilidade. Entretanto, a ocorrência de focos de descarte irregular nas proximidades de ambientes escolares evidencia fragilidades na efetividade das ações de Educação Ambiental desenvolvidas no município e nas escolas.



Figura 4 - Registros fotográficos de focos com descarte irregular de RSU próximo às escolas municipais. A) Foco 27, bairro Jardim Yamaguchi próximo à Escola Municipal "Professora Rosclair da Silva Costa" (CAIC); B) Foco 29, bairro Jardim Samambaia próximo à Escola Municipal "Professora Edineia Marize Marques Garcia" em Paranaguá/PR.

Fonte: o autor (2025).

O último problema associado a presença de resíduos é a proximidade destes com corpos hídricos, especificamente em Áreas de Preservação Permanente (APP). Estima-se que 80% dos resíduos marinhos tenham origem terrestre (Krelling et al., 2017). O descarte irregular nessas áreas representa elevado risco de contaminação

de ecossistemas aquáticos e marinhos (Bohrer et al., 2019; Hayden, 2020; Silva e Dias, 2023) condição particularmente preocupante em Paranaguá devido à sua inserção no complexo estuarino local.

5.3.1. Fatores associados à geração e disposição irregular de resíduos sólidos urbanos

A literatura científica demonstra que o descarte irregular de resíduos sólidos urbanos constitui um fenômeno multifatorial, associado à interação entre fatores sociais, culturais, econômicos, territoriais e institucionais (Mucelin e Bellini, 2008; Alvez, 2013; Silva, 2018; Hayden, 2020). No contexto brasileiro, destacam-se especialmente as fragilidades na educação ambiental, a deficiência dos serviços públicos de coleta e fiscalização, a naturalização social do descarte inadequado e as desigualdades socioespaciais urbanas como elementos centrais para a manutenção dos focos de descarte clandestino (Alves, 2013; Matheus e Vieira, 2018; Figueira, 2020; Hayden, 2020; IPEA, 2020).

A análise da gestão de resíduos sólidos e dos focos de descarte irregular em Paranaguá demonstra que a ocorrência de descarte irregular está relacionada também a um conjunto de fatores. Embora o município apresente elevada cobertura da coleta regular dos diferentes resíduos, persistem limitações associadas à comunicação entre poder público e população, à fragilidade das ações permanentes de educação ambiental e à ausência de sistemas estruturados para determinados tipos de resíduos.

Um dos principais aspectos observados refere-se à falta das informações compiladas em um único local sobre os serviços de coleta. A divulgação dos cronogramas ocorre de maneira dispersa e pouco sistematizada em reportagens e redes sociais, dificultando que parte dos moradores compreenda adequadamente os dias, horários e modalidades de atendimento disponíveis no município. Essa limitação tende a comprometer a utilização correta dos serviços existentes e favorecer práticas inadequadas de descarte.

Outro fator relevante está associado à insuficiência de ações contínuas de sensibilização ambiental. As iniciativas identificadas concentram-se em campanhas pontuais, sem a consolidação de programas permanentes voltados à conscientização

da população sobre a geração, segregação, acondicionamento e descarte adequado dos resíduos sólidos. Nesse contexto, a baixa adesão à coleta convencional e seletiva e a permanência de focos de descarte clandestino refletem não apenas questões operacionais, mas também dificuldades na construção de uma cultura ambientalmente responsável.

Também foram identificadas fragilidades relacionadas ao gerenciamento de resíduos específicos, especialmente RCC, RV e materiais sujeitos à logística reversa. Apesar da existência de ecopontos e mecanismos legais voltados aos pequenos geradores, a estrutura disponível ainda se mostra limitada diante da demanda urbana, contribuindo para a deposição irregular desses materiais em vias públicas, terrenos baldios e áreas periféricas.

Por fim, observam-se desigualdades territoriais que influenciam diretamente a dinâmica do descarte irregular. Áreas de ocupação irregular e regiões com limitações de acesso apresentam maior vulnerabilidade operacional, o que pode comprometer parcialmente a eficiência da coleta e ampliar a incidência de deposição inadequada de resíduos.

Dessa forma, o descarte irregular em Paranaguá resulta da interação entre fatores sociais, institucionais, territoriais e culturais, evidenciando a necessidade de estratégias integradas que articulem infraestrutura, fiscalização, educação ambiental e acesso à informação.

5.4. Composição e classificação dos resíduos sólidos identificados nos focos de descarte irregular

5.4.1. Frequência e análise de Pareto dos itens identificados

Através da análise das imagens obtidas ao longo dos circuitos 1, 2 e 3, foram identificados 300 itens distribuídos em 63 tipos de resíduos sólidos. Os itens mais frequentes foram a sacola plástica, aglomerado/MDF/MDP e resíduos de poda de árvores (9,3%, 8,7% e 6,7%, respectivamente). Também apresentaram elevada ocorrência concreto, mato/capina e embalagens plásticas no geral, cada um representando 6,0% das ocorrências totais, além do poliestireno, com 5,0%. (Tabela

6). Para os demais itens foram registradas entre uma e dez ocorrências. A diversidade de materiais identificados evidencia a heterogeneidade dos focos de descarte irregular.

Tabela 6 - Tipos de resíduos identificados nas fotos dos focos de descarte irregular em Paranaguá/PR em julho de 2025.

Item	Nº de ocorrências	Frequência (%)
Sacola plástica	28	9,3
Aglomerado/MDF/MDP	26	8,7
Poda de árvore	20	6,7
Concreto	18	6,0
Mato/Capina	18	6,0
Plástico	18	6,0
Poliestireno	15	5,0
Papelão	10	3,3
Calçado	10	3,3
Aterro	8	2,7
Revestimento	8	2,7
Vidro	8	2,7
Papel	8	2,7
Metal	8	2,7
Telha	7	2,3
Cascalho	7	2,3
Madeira	6	2,0
Lodo	6	2,0
Tecido	5	1,7
Fio de telefone	5	1,7
Sofá	4	1,3
Copo plástico	4	1,3
Cadeira	3	1,0
Cama	3	1,0
Tapete	3	1,0
Pneu	3	1,0
Tijolo	2	0,7
Tábua	2	0,7
Forro de madeira	2	0,7
Tronco de árvore	2	0,7
Lona	2	0,7
Papel higiênico	2	0,7
Paralelepípedo	1	0,3
Palete	1	0,3
Caibro	1	0,3

Cano pvc	1	0,3
Vaso sanitário	1	0,3
Porta	1	0,3
Mesa	1	0,3
Colchão	1	0,3
Televisor	1	0,3
Espelho	1	0,3
Caixa de ovo	1	0,3
Corda de nylon	1	0,3
Toalha de mesa sintética	1	0,3
Saco de cimento	1	0,3
Saco de argamassa	1	0,3
Vassoura	1	0,3
Caixa de leite	1	0,3
Mochila	1	0,3
Mala de viagem	1	0,3
Almofada	1	0,3
Roupa	1	0,3
Saco de pancada	1	0,3
Cobertor	1	0,3
Resto de comida	1	0,3
Lenço umedecido	1	0,3
Esponja	1	0,3
Quadro	1	0,3
Pastilha de freio	1	0,3
Embalagem com remédio	1	0,3

Fonte: os autores, (2025).

A Curva de Pareto dos itens identificados revelou forte concentração das ocorrências em um número reduzido de materiais. Para a construção do gráfico foram apresentados os 20 itens mais numerosos (Figura 5). Os sete itens mais frequentes (sacola plástica, aglomerado/MDF/MDP, poda de árvore, concreto, Mato/Capina, plástico e poliestireno) acumularam 47,7% de todas as ocorrências registradas. Quando considerados os 14 itens mais frequentes, o percentual acumulado atingiu 67,7%.

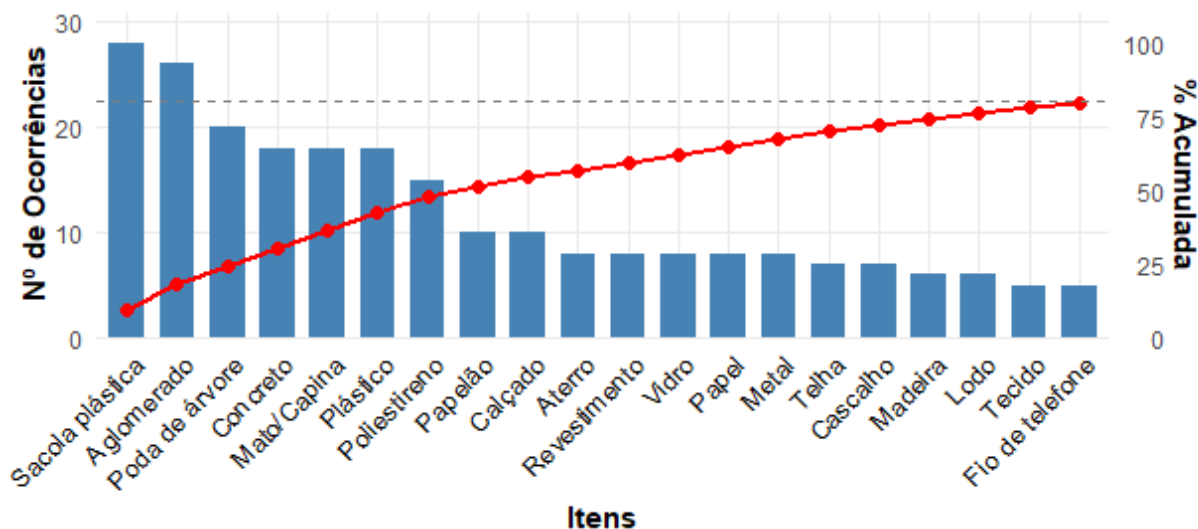


Figura 5 - Curva de Pareto dos itens de resíduos identificadas nos focos de descarte irregular em Paranaguá/PR.

Os resultados evidenciam predominância de resíduos associados ao consumo doméstico, pequenas reformas residenciais e manutenção de áreas verdes urbanas.

A elevada ocorrência de sacolas plásticas nos focos de descarte irregular em Paranaguá pode estar associada ao uso recorrente desse material para o acondicionamento de resíduos domésticos, padrão já descrito na literatura (Santos et al., 2012; Fujiwara, Pineda e Silva, 2024). Em decorrência dessa prática, estima-se que aproximadamente 95% das sacolas plásticas tenham como destino os aterros sanitários. Entretanto, quando não reutilizadas, esses materiais devem ser higienizados e encaminhados à coleta seletiva juntamente aos demais resíduos plásticos recicláveis, favorecendo seu reaproveitamento e reduzindo os impactos ambientais associados ao descarte irregular (Santos et al., 2012).

Quando analisamos a ocorrência de polímeros, a representatividade desse grupo de resíduos é ainda mais expressiva no município (26,3%). Esse resultado reforça sua relevância ambiental em Paranaguá, por ser uma cidade costeira e estuarina. O plástico é o principal componente do lixo marinho devido à sua alta durabilidade e resistência à biodegradação. Estudos realizados no litoral paranaense e em Angra dos Reis/RJ reforçam que o plástico é o material mais prevalente em áreas costeiras e estuarinas, evidenciando o alcance do transporte desses resíduos a partir de focos urbanos (Krelling et al., 2017; Rangel; Lopes Júnior; Roberti, 2021). A

permanência desses materiais no ambiente agrava o problema dos microplásticos. A fragmentação desses polímeros facilita a inserção de partículas na cadeia alimentar humana, com estimativas de ingestão anual por adultos entre 39 mil e 52 mil partículas, fator que tem sido correlacionado ao surgimento precoce de patologias (ONU, 2025). A ingestão de microplásticos pode provocar um desequilíbrio da microbiota intestinal, favorecendo bactérias da família *Dethiosulfovibrionaceae*, associada ao câncer colorretal, e da família *Enterobacteriaceae*, representadas por patógenos entéricos conhecidos como a *Escherichia coli* e *Salmonella sp.* (Ghosal et al., 2024). Desta forma, o monitoramento e a mitigação da dispersão de polímeros tornam-se de grande relevância não apenas para a conservação ambiental, mas como estratégia de manutenção da saúde pública local.

Para além dos impactos à saúde pública, a persistência de polímeros no ambiente representa uma severa ameaça à biota marinha. Chatterjee e Sharma (2019) destacam a letalidade desses materiais, visto que a ingestão acidental de microplásticos pela fauna, frequentemente confundidos com presas, pode acarretar asfixia ou perfurações gastrointestinais fatais. Dada a relevância ecológica desses impactos, as aves marinhas têm sido empregadas como bioindicadores estratégicos para o monitoramento da poluição por plásticos (Alimba; Faggio, 2019), evidenciando a urgência de políticas de gestão de resíduos sólidos mais eficazes em regiões costeiras como Paranaguá.

Ao comparar este cenário com outras realidades regionais, observa-se uma variação na tipologia dos plásticos descartados. Em Benjamin Constant/AM, Silva e Dias (2023) identificaram sete categorias de plásticos em locais inadequados, com destaque para o PET (15–28%). Diferentemente, a presente pesquisa não registrou a presença de garrafas PET nos focos amostrados.

Além do impacto direto sobre a fauna e a saúde pública, a prevalência de plásticos nos descartes revela falhas estruturais na cadeia de coleta e de reciclagem brasileira. Dados do Instituto Direito Coletivo (IDC, 2025) indicaram que 64% do rejeito de cooperativas no Rio de Janeiro/RJ consiste em plásticos com potencial comercial, mas que são destinados a aterros sanitários como lixo comum. Como alternativa a esse modelo, sistemas baseados na responsabilidade compartilhada, como o Ponto Verde

(*Der Grüne Punkt*) na Alemanha, oferecem soluções viáveis. O modelo alemão de logística reversa bonifica o consumidor com valores entre € 0,08 e € 0,25 por unidade devolvida (Igñi, 2022). A implementação de mecanismos semelhantes de incentivo econômico poderia mitigar a ocorrência de plásticos nos focos de descarte observados, transformando o resíduo em recurso financeiro direto para a população e para a cadeia produtiva.

5.4.2. Frequência e análise de Pareto das classes de resíduos identificadas

Para compreender a dinâmica de geração e manejo dos resíduos identificados, os itens encontrados foram agrupados em sete classes com base na PNRS (Tabela 7).

Tabela 7 - Número de ocorrência de descarte irregular por classe de resíduos sólidos em Paranaguá/PR.

Classe	Ocorrência	Frequência relativa (%)
RDO	47	29,4
RCC	37	23,1
RVD	34	21,3
RV	29	18,1
RSAN	8	5,0
RLR	4	2,5
RSS	1	0,6

Legenda: Resíduo domiciliar (RDO), resíduos de construção civil (RCC), resíduo verde (RVD), resíduo volumoso (RV), resíduo de saneamento (RSAN), resíduo de logística reversa (RLR) e resíduo de saúde (RSS).

Fonte: os autores, (2025).

A frequência relativa das classes de resíduos identificadas nos focos de descarte irregular evidenciou predominância dos RDO, que corresponderam a 29,4% do total de ocorrências registradas. Em seguida, destacaram-se os RCC, com 23,1%, RVD com 21,1% e os RV correspondendo a 18,0% das ocorrências. As demais classes apresentaram baixa representatividade, incluindo RSAN, com 5%, RLR, com 2,5%, e RSS, que corresponderam a apenas 0,6% das ocorrências.

A análise da Curva de Pareto demonstrou forte concentração das ocorrências nas quatro principais classes identificadas. Os resíduos domiciliares, resíduos da

construção civil, resíduos verdes domiciliares e volumosos atingiram 91,87% das ocorrências (

Figura 6).

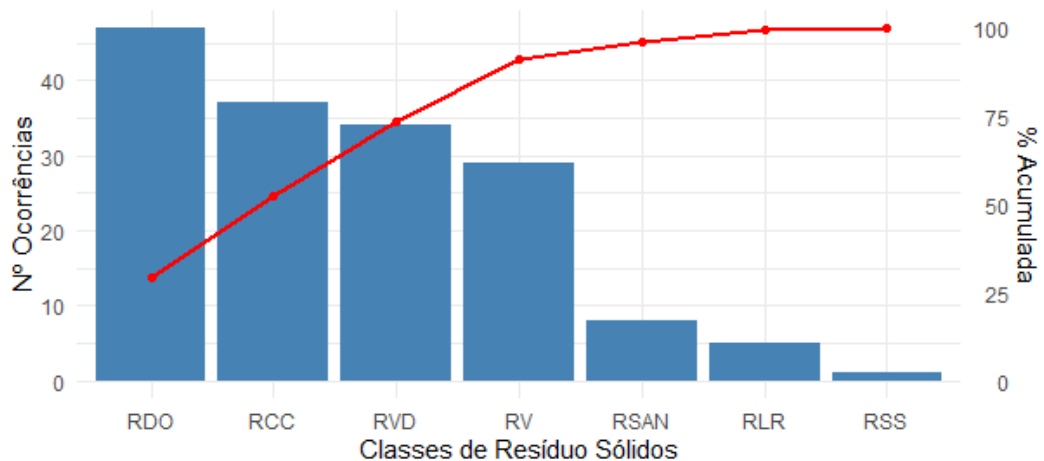


Figura 6 - Curva de Pareto das classes de resíduos identificadas nos focos de descarte irregular em Paranaguá/PR.

Conforme já evidenciado pela análise dos itens descartados, ao avaliar as classes, reforça que o padrão de descarte irregular neste estudo está predominantemente associado aos resíduos gerados pelas atividades cotidianas da população, especialmente resíduos domésticos, pequenas reformas residenciais e manutenção de áreas verdes urbanas. Em si tratando dos resíduos domésticos e resíduos verdes esse resultado torna-se particularmente relevante considerando que o município dispõe de coleta pública regular de RDO (convencional e seletiva), RVD e RV com cronograma semanal conforme os 11. Anexo 1, 12. Anexo 2 e 13. Anexo 3.

Os dados oficiais mais recentes (PMSB, 2021) informam que a cobertura estimada da coleta convencional e seletiva na área urbana regularizada atinge 100%, embora algumas áreas irregulares ainda permaneçam sem atendimento. Em relação aos RVD, apesar da Lei Complementar nº 166/2014 estabelecer que pequenos volumes provenientes de poda e manutenção de jardins de pequenos geradores podem ser destinados aos ecopontos municipais ou coletados pela Prefeitura, desde que atendam aos limites de volume, dimensões e acondicionamento definidos pela legislação (Paranaguá, 2014), na prática, a coleta desses resíduos vegetais está

operacionalmente incluída na coleta de resíduos volumosos (13. Anexo 3; Secretaria de Comunicação da Prefeitura de Paranaguá, 2026). Já para a coleta dos RV a lei acima determina que os objetos volumosos possuam duas opções. Estes resíduos poderão ser destinados aos ecopontos indicados pela Prefeitura que hoje é na SEMADESP ou recolhidos por esta nos locais geradores conforme definição da Administração. No entanto, no PMSB (2021) foi constatado que RV são coletados apenas nos casos de descarte irregular. Foi destacado ainda que as associações de catadores do município recebem alguns eletroeletrônicos, tais como fogões e geladeiras, dos quais fazem reaproveitamento.

De acordo com a UNEP (2024), a geração de RVD guarda relação direta com os índices de pluviosidade de uma região. Em Paranaguá, a classificação climática de Köppen caracteriza o município como Cfa (subtropical) com altos índices pluviométricos, especialmente no verão, ultrapassam 400 mm (IDR-Paraná, 2025). Essa condição climática favorece o rápido crescimento da biomassa vegetal em áreas urbanas e residenciais, intensificando a geração contínua de resíduos provenientes da manutenção de quintais e áreas verdes, conforme observado neste estudo. Embora o município disponha de cronograma semanal de coleta para esse tipo de resíduo, verificou-se elevada ocorrência de descarte irregular de RVD nos focos analisados, indicando fragilidades na efetividade do sistema de coleta e na adesão da população às formas adequadas de destinação.

Embora alguns autores sugiram que a deposição de RVD diretamente no solo possa ser benéfica devido à sua natureza orgânica (Cortez, 2011), tal prática em ambiente urbano apresenta fragilidades ambientais. O acúmulo desordenado e a decomposição desses materiais em focos de descarte irregular podem gerar chorume e a lixiviação de nutrientes, comprometendo a qualidade do solo e de lençóis freáticos superficiais (Almeida, 2017).

O descarte inadequado de RV não apenas acarreta riscos ambientais e à saúde pública, mas representa uma perda econômica e social significativa. Sob a ótica da sustentabilidade, móveis usados de MDF e MDP possuem elevado potencial de reaproveitamento, sendo comumente comercializados ou doados após triagem em PEV's/Ecopontos, desde que preservadas suas condições de uso (Araújo, 2012;

Mitsukura, 2017). Todavia, a realidade observada nos focos de descarte com móveis inviabiliza a reutilização. Ito e Colombo (2019) advertem que, quando os móveis são descartados de forma mista com outros resíduos (como RCC e RDO) e expostos ao tempo, sofrem danos estruturais e contaminações que os inutilizam permanentemente.

Além disso, a classificação desses resíduos é complexa e exige cautela. Embora comumente enquadrados como Classe II-A (não perigosos e não inertes) pela ABNT NBR 10.004, a depender dos tratamentos superficiais e adesivos utilizados, o MDF/MDP podem ser reclassificados como resíduos de Classe I (Perigosos). Isso ocorre devido à presença de tintas, colas, solventes e, primordialmente, resinas de ureia-formaldeído (Araújo, 2012; Ito e Colombo, 2019; Silva, 2022). A resina de ureia-formaldeído é amplamente utilizada pela indústria moveleira em razão de seu baixo custo e elevada eficiência de adesão. Contudo, seu impacto ambiental e sanitário é crítico: durante a degradação ou manuseio inadequado, há a liberação de vapores de formaldeído, substância reconhecida como cancerígena por agências de saúde internacionais (Araújo, 2012). Diante deste cenário, a gestão de resíduos volumosos exige estratégias específicas em várias etapas. O descarte ou destinação final inadequados desses materiais representa risco de contaminação química do solo e do lençol freático.

Já sobre os resíduos de pequenas reformas residenciais, o Código de Obras e Edificações de Paranaguá (Lei nº 67/2007), no § 1º do Art. 50º é proibida a disposição de RCC em vias públicas e calçadas, uma vez que esse tipo de resíduo não é contemplado pela coleta convencional do município. Como alternativa, a Prefeitura disponibiliza, na sede da SEMMADESP, um PEV para recebimento de até 1 m³ de RCC por munícipe, enquanto volumes superiores devem ser descartados por meio da contratação de caçambas pelo próprio gerador (Urbick, 2026). O cenário descrito neste estudo sugere fragilidades nas estratégias municipais de gerenciamento desses resíduos devido à inexistência de um sistema público integrado de coleta, triagem e destinação específica de RCC, condição que tende a favorecer o descarte clandestino.

Os impactos desse manejo inadequado são particularmente severos em ecossistemas sensíveis, como manguezal. No levantamento realizado por Vikou et al. (2023), foram identificados em Paranaguá 475 pontos de pressão antrópica nos

manguezais, dos quais 74 estavam associados à disposição irregular de RCC. Nesse contexto, Vikou et al. (2023) destaca, que o descarte irregular de resíduos sólidos incluindo RCC e RDO, contribui para o aterramento dessas áreas por meio da deposição contínua de materiais, comprometendo a dinâmica ecológica e a biodiversidade estuarina. Em Paranaguá, iniciativas como o projeto "Guardiões dos Manguezais" buscam mitigar esse quadro por meio de ações socioeducativas e limpezas periódicas, tendo já removido 5.350 kg de resíduos desses ambientes (Guardiões dos Manguezais, 2024).

Os impactos decorrentes do descarte inadequado de RCC excedem a degradação ambiental, configurando graves riscos à saúde pública devido à presença de metais pesados em sua composição, provenientes de materiais como tintas, revestimentos e ligas metálicas para a sua fabricação. Conforme Barbulescu e Hosen (2025), a exposição a esses elementos pode desencadear patologias severas: o Cádmio (Cd), classificado como carcinógeno do Grupo 1, associa-se à desmineralização óssea e ao câncer de próstata; o Cromo (Cr), por sua toxicidade aguda, induz estresse oxidativo e danos ao DNA, podendo causar câncer de pulmão via inalação; e o Níquel (Ni) relaciona-se a dermatoses e irritações no sistema digestório. Ademais, embora o Zinco (Zn) e o Cobre (Cu) sejam micronutrientes essenciais, em altas concentrações decorrentes da contaminação ambiental, podem provocar disfunções metabólicas, imunossupressão e quadros anêmicos.

Quando dispostos irregularmente no município, os RCC misturados a RVD, RV e RDO são recolhidos pelo serviço de limpeza urbana e encaminhados ao aterro sanitário municipal (Paranaguá, 2021). Entretanto, essa prática contraria a Resolução CONAMA nº 307/2002, que estabelece, em seu Art. 4º, § 1º, que os RCC não podem ser destinados a aterros de resíduos sólidos urbanos, devendo receber destinação ambientalmente adequada conforme sua classificação e potencial de reaproveitamento.

Além da desconformidade legal, a disposição de RCC no aterro compromete a eficiência operacional do sistema, reduzindo sua vida útil devido ao elevado volume e densidade desses materiais. Estudos indicam que edificações convencionais geram, em média, 96 kg de resíduos por m² construído (Agopyan, 1998; Pinto, 1999 *apud*

Angelis Neto, 2015). De forma complementar Oliveira et al., (2020) corroborando utilizando a modelagem *Building Information Modeling* (BIM) demonstraram que uma construção de pequeno porte (aprox. 55 m²) pode gerar um volume de até 7,67 m³ de resíduos sólidos. Esses dados evidenciam que mesmo pequenas reformas residenciais, como as identificadas nos focos desta pesquisa, possuem um potencial significativo de sobrecarregar o sistema de disposição final quando não submetidas à triagem e reciclagem adequadas.

Somado aos impactos mencionados, o acúmulo de RSU em locais inadequados em Paranaguá potencializa vulnerabilidades urbanas, como a ocorrência de alagamentos e a propagação da leptospirose. Segundo Souza et al. (2023), a obstrução dos canais de drenagem pluvial por resíduos sólidos é um fator determinante para as cheias no município, sendo este cenário agravado por fatores ambientais como o alto volume de precipitação e a variação da maré. Em Paranaguá, os episódios de alagamento coincidem com o aumento na taxa de incidência de leptospirose, uma vez que as inundações facilitam o contato da população com a bactéria *Leptospira*, veiculada pela urina de roedores (Souza et al., 2022).

Ao contrastar os resultados desta pesquisa com a literatura, observam-se variações significativas nas tipologias de descarte, motivadas por fatores socioeconômicos e ambientais. Araldi et al. (2021), em estudo realizado em São José do Herval (RS), identificaram o RDO (28,85%) como a classe predominante, seguida pelo RV (25%). Diferentemente de Paranaguá, onde o RCC foi a segunda categoria mais expressiva, no município gaúcho esta classe apresentou baixa representatividade (7,69%). Tal disparidade pode ser explicada pelo perfil econômico: enquanto Paranaguá possui uma dinâmica urbana, São José do Herval baseia sua economia na agricultura (IBGE, 2022). Assim como em Paranaguá, Hayden (2020) relata que a classe RVD foi expressiva em Belém (69,44%), o que reforça a influência do bioma (Amazônia) e dos altos índices pluviométricos na geração de biomassa (INMET, 2025).

Estes dados mostram que descarte inadequado de RSU constitui uma problemática recorrente em todo país, estando frequentemente associado à persistência histórica de pontos de descarte clandestino. Nesse contexto, a naturalização social dessa prática emerge como um fator crítico para a manutenção e

recorrência dos focos irregulares. Hayden (2020), em estudo realizado em Belém (PA), identificou que 62,5% dos depósitos clandestinos permaneciam ativos há mais de uma década, evidenciando um processo de aceitação social do acúmulo de resíduos em determinadas áreas urbanas. Tal permanência prolongada tende a reforçar comportamentos de descarte inadequado, integrando-os à percepção cotidiana como práticas normalizadas (Mucelin e Bellini, 2008).

A utilização de reportagens como fonte de dados quantitativos fundamenta-se na ausência de bases de dados oficiais públicos e na lacuna de produção científica sobre o descarte inadequado de RSU em Paranaguá.

5.4.3. Índice de dissimilaridade de Bray-Curtis

A análise de agrupamento hierárquico baseada no Índice de Dissimilaridade de Bray-Curtis evidenciou que a composição dos resíduos identificados nos focos de descarte irregular não ocorre de forma homogênea entre as regiões analisadas em Paranaguá (Figura 7).

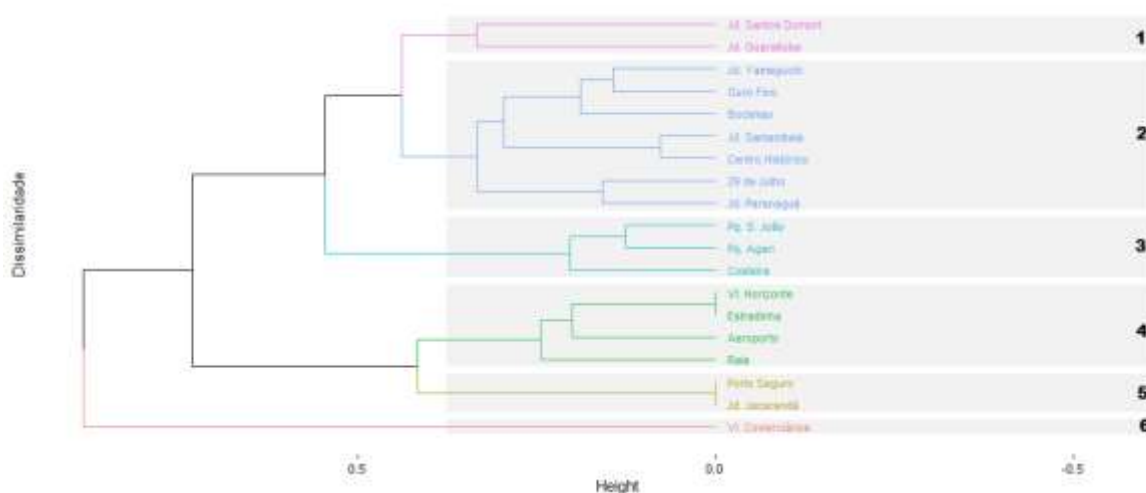


Figura 7 - Dendrograma de Bray-Curtis – Relação entre as classes e bairros registrado nos bairros de Paranaguá/Pr.

Observou-se que os agrupamentos 2 e 3 são os únicos formados por mais de um circuito (1 e 3), enquanto os demais agrupamentos são formados por focos de um mesmo circuito. Os grupos formados apresentaram diferenças principalmente

relacionadas à diversidade das classes de resíduos identificadas. No entanto, as características estão relacionadas a microlocais especificamente as vias públicas e não necessariamente a totalidade geoespacial dos bairros.

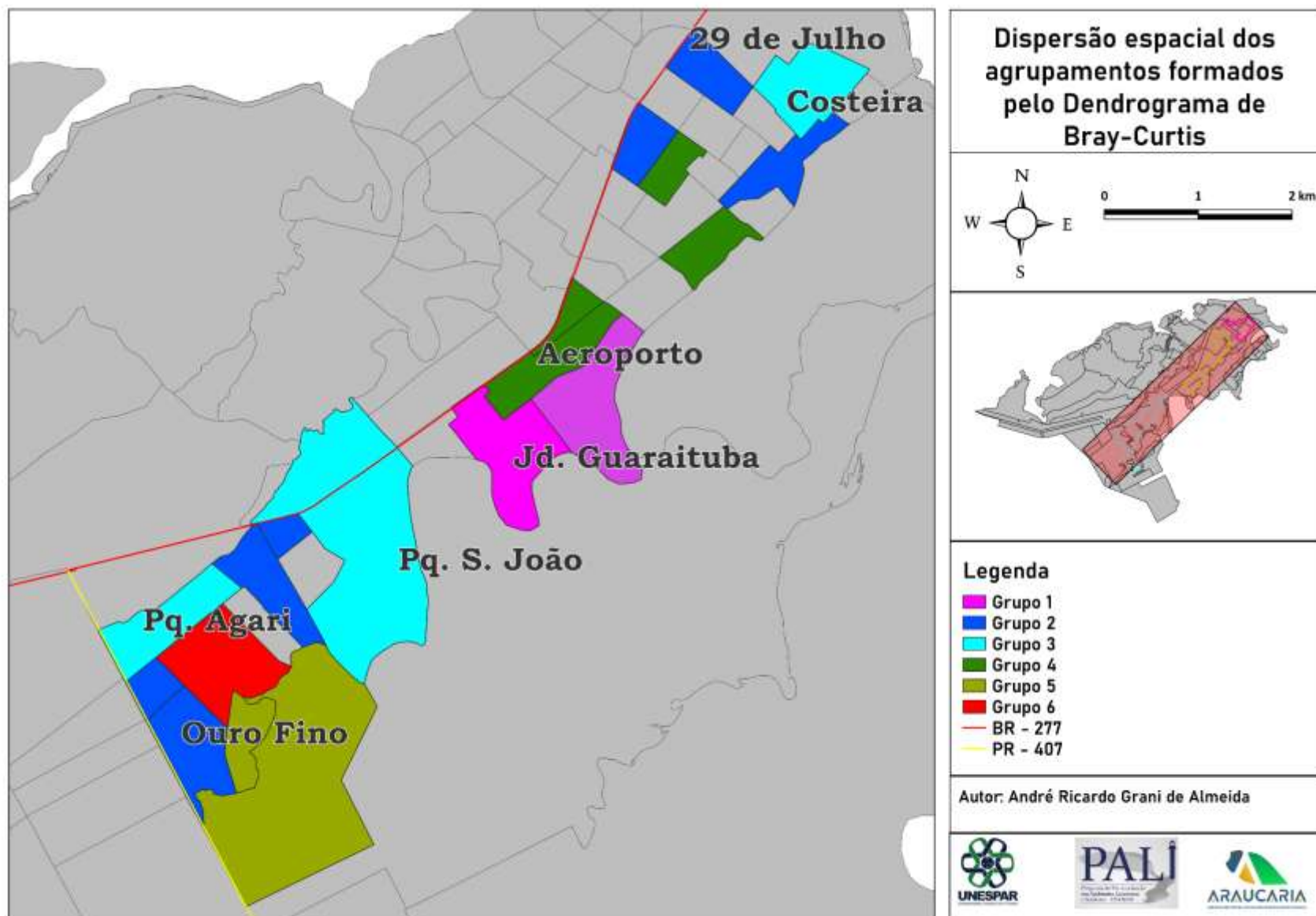
Os Grupos 5 (Jardim Jacarandá e Porto Seguro) e 6 (Vila dos Comerciários) destacaram-se pela baixa diversidade de classes (apenas RCC e RV, respectivamente). Geograficamente, esses focos (05, 06 e 07) apresentam continuidade espacial ao longo da Av. Belmiro Marques, sugerindo que o descarte nesses locais pode estar vinculado à facilidade de acesso.

Em contraste, o Grupo 3 formado pelos recortes espaciais dos bairros Costeira, Parque Agari e Parque São João apresentou maior diversidade de classes de resíduos sólidos além das quatro classes mais expressivas desta pesquisa, as classes RSAN, RLR e RSS também foram identificadas. A presença simultânea dessas classes sugere maior complexidade na dinâmica de descarte irregular nesses setores dos circuitos. Destacaram-se, pela maior riqueza de classes: a Rua Montevideu (Parque Agari) e a Avenida Etuzi Takayama (Parque São João), ambas com seis classes identificadas; seguidas pela Rua Visconde de Nácar (Costeira) e a Avenida Belmiro Marques (Parque São João), com cinco classes cada. A diversidade observada nessas vias principalmente RLR, indica que o descarte nesses pontos não advém apenas de fontes domiciliares, mas possivelmente de atividades comerciais circundantes.

Os agrupamentos 1, 2 e 4 representaram o padrão predominante observado nas ruas e avenidas percorridas, caracterizadas principalmente pela associação entre RDO, RCC, RVD e RV. Esse resultado reforça a recorrência dessas classes nos focos de descarte irregular identificados em Paranaguá e corrobora estudos realizados em outros municípios brasileiros, nos quais RCC, RDO, RVD e RV figuram entre os principais componentes dos depósitos clandestinos em áreas urbanas (Angelis Neto, 2015; Bohrer et al. 2019).

A distribuição espacial dos agrupamentos demonstrou que a proximidade geográfica não corresponde necessariamente à similaridade na composição dos resíduos descartados irregularmente. Com exceção do Grupo 1 e do Grupo 5, formado por vias que percorrem setores adjacentes, os demais agrupamentos apresentaram distribuição fragmentada na malha urbana (Mapa 3). Esse padrão sugere que fatores

relacionados à dinâmica de ocupação urbana, às características socioeconômicas e à disponibilidade dos serviços urbanos locais podem exercer maior influência sobre a composição dos resíduos do que a proximidade territorial entre as vias observadas.



Mapa 3 - Dispersão espacial dos grupos de bairros formados pelo Dendrograma de Bray-Curtis.
Fonte: o autor (2025).

Do ponto de vista da gestão pública, a identificação de agrupamentos segundo a composição semelhante apresenta importante potencial aplicado. A análise permite direcionar estratégias territorializadas de manejo dos resíduos sólidos, possibilitando a priorização de ações específicas de coleta, fiscalização e educação ambiental conforme as tipologias predominantes de resíduos em cada circuito ou conjunto de setores amostrados. Clarke e Warwick (2001) destacam que análises multivariadas de similaridade constituem ferramentas relevantes para subsidiar o planejamento ambiental e a tomada de decisão em sistemas urbanos complexos.

Embora o Índice de Dissimilaridade de Bray-Curtis tenha permitido identificar padrões de similaridade na composição dos resíduos entre os focos amostrados dos circuitos analisados, a análise não possibilita inferir relações causais diretas entre os agrupamentos observados e fatores socioeconômicos específicos da totalidade de cada bairro.

5.5. Protótipo de aplicativo móvel

O protótipo do aplicativo foi desenvolvido em parceria voluntária com o discente David Miranda Junior, do colegiado de Engenharia de Produção da UNESPAR – Campus Paranaguá.

A ferramenta foi denominada Geo Entulho, nome que remete à geolocalização de entulhos e outros RSU descartados irregularmente no território municipal. A interface do aplicativo foi estruturada de forma intuitiva, com navegação dividida em 5 telas principais: inicial, registro, mapa detalhado, programação de coletas, e "Sobre Nós". A tela inicial apresenta o logotipo "Geo Entulho Paranaguá" e exibe um mapa interativo com marcadores indicando os pontos já registrados. O botão de adição (+) permite ao usuário iniciar um novo registro de descarte inadequado, sendo as ocorrências sinalizadas com um ícone de alerta (!) no mapa e está presente em todas as telas (Figura 8). Ao acionar o comando para novo registro, o usuário é direcionado à tela de denúncia e registro fotográfico. Foram estabelecidos cinco campos obrigatórios: nome completo, contato (WhatsApp/telefone), localização (bairro, rua e



Figura 8 - Principais telas de interação do aplicativo Geo Entulho.

CEP), data/hora e descrição do resíduo. Ao final, o usuário deve anexar fotografias do descarte e clicar em "Submeter ocorrência". A terceira tela é referente ao mapa interativo que disponibiliza os detalhes de cada ponto, A quarta tela ao clicar você é redirecionado as redes sociais da SEMMADESP com as informações sobre a coleta de convencional e seletiva. E a quinta tela, "Sobre Nós", detalha a origem acadêmica do projeto no âmbito do Programa de Mestrado em Ambientes Litorâneos (PALI) da UNESPAR – Campus Paranaguá, reforçando o caráter colaborativo entre os colegiados de Meio Ambiente e Engenharia. Na tela principal, há ainda um link que redireciona o usuário às redes sociais da Prefeitura de Paranaguá e aos cronogramas de coleta domiciliar e resíduos volumosos.

Durante a fase de testes, o aplicativo registrou dois focos distintos (Figura 9). O Foco 1, localizado na Rua Waldemiro de Freitas (Bairro Cominese), foi detalhado como "esquina do Colégio Carmem Costa". O Foco 2 foi registrado no bairro Vale do Sol. Por meio das fotografias submetidas, foi possível identificar classes de resíduos como RCC, RV, RVD e RDO, além de evidências de retirada da camada superficial do solo e de proximidade com instituições de ensino.



Figura 9 - Testes realizados através do aplicativo Geo Entulho em Paranaguá/Pr. A) Registro no bairro Cominese. B) Registro no bairro Vale do Sol.

Buscando a integração entre o conhecimento científico e o poder público, realizaram-se duas reuniões estratégicas. A primeira, em 02/09/2025, ocorreu no gabinete do vereador Edilson Caetano. A segunda, em 04/09/2025, foi realizada na sede da SEMMADESP com a presença do secretário municipal, Sr. Márcio Luis Pedrero Vega. Nestes encontros, discutiram-se a aplicabilidade da ferramenta, riscos de duplicidade de dados, estratégias de divulgação e melhorias futuras. O secretário manifestou interesse na proposta, sugerindo sua apresentação ao prefeito Adriano Ramos e à concessionária Pavi Ambiental.

A eficácia do uso de aplicativos na gestão de resíduos vem sendo descrita na literatura. Costa (2020), ao analisar o município de Abaetetuba/PA, observou redução no tempo entre descarte e coleta RCC em um mês após a implementação de uma solução móvel, facilitando a logística das empresas responsáveis. Araldi et al. (2021), com o aplicativo "Eco-on", obtiveram 23 denúncias em um mês em São José do Herval/RS, enquanto Silva et al. (2020), por meio do "Vision Ambiental" em Soledade/RS, registraram 37 ocorrências em cinco meses. Tais autores salientam que a efetividade dessas ferramentas depende da sua integração direta com os órgãos responsáveis pela coleta e fiscalização.

Em suma, o Geo Entulho, embora em estágio de protótipo, demonstra ser um ponto de partida viável para uma gestão urbana mais ágil. Em uma sociedade cada vez mais conectada, o consumo de conteúdos socioeducativos e o uso de ferramentas digitais de cidadania podem elevar significativamente a qualidade de vida local e a eficiência dos serviços de limpeza pública.

6. Conclusão

A pesquisa revelou que, embora Paranaguá possua uma estrutura organizada de coleta e destinação final, o descarte irregular é disseminado e socialmente naturalizado. Persistem fragilidades institucionais, como a ineficiência na divulgação dos cronogramas de serviços de coleta, a inexistência de fluxos estruturados para RCC e RV, e uma lacuna na efetividade das ações de educação ambiental, apesar dos avanços no fortalecimento das associações de catadores.

O mapeamento e a caracterização dos resíduos evidenciaram uma elevada ocorrência de focos irregulares de descarte contendo predominantemente RDO e RCC, sendo a sacola plástica o item mais encontrado. Este último com alto potencial de impacto por microplástico nos ecossistemas estuarinos locais. A análise de similaridade da composição dos resíduos constatou que a composição dos descartes varia entre os bairros, o que demanda estratégias de gestão territorializadas e específicas, em vez de abordagens genéricas, para atender às particularidades de cada região.

O estudo destaca que é necessário tornar claro e sensibilizar a população sobre a responsabilidade sobre geração e descarte dos resíduos e mais, promover reflexões acerca da responsabilidade compartilhada, educação ambiental e incentivo à participação social caminhos para a construção de políticas públicas sustentáveis para gestão dos RSU.

A análise realizada neste estudo está alinhada aos ODS da ONU, reforçando a necessidade de preservação ambiental com o descarte de resíduos adequado, com vistas à promoção de cidades mais limpas, resilientes e saudáveis para as presentes e futuras gerações.

Conclui-se que o descarte irregular resulta de falhas na educação ambiental, fiscalização e dificuldade de acesso à informação. Nesse cenário, o protótipo Geo Entulho validou o potencial da tecnologia digital como ferramenta de gestão participativa. O uso de monitoramento colaborativo mostra-se promissor para aproximar o munícipe do poder público, fortalecendo a fiscalização e ampliando a capacidade de resposta frente à problemática dos RSU's.

7. Apoio financeiro

Esta pesquisa foi financiada através de bolsa de estudos da Fundação Araucária e SETI.

8. Referências Bibliográficas

ABREMA (Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2025**. São Paulo: ABREMA, 2025. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 13 mar. 2026.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 10004-2: Resíduos sólidos: classificação: parte 2: Sistema Geral de Classificação de Resíduos (SGCR)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

AEN/PR (Agência Estadual de Notícias do Paraná). **4,5 toneladas de resíduos são retiradas de manguezais no Litoral do Paraná. Curitiba, 14 jun. 2022**. Disponível em: [https://www.parana.pr.gov.br/aen/Noticia/45-toneladas-de-residuos-sao-retiradas-de-manguezais-no-Litoral-do-Parana#:~:text=O%20Instituto%20C3%81gua%20e%20Terra%20\(IAT\)%20contabilizou,recolher%20cerca%20de%202%2C4%20toneladas%20de%20res%20C3%ADduo](https://www.parana.pr.gov.br/aen/Noticia/45-toneladas-de-residuos-sao-retiradas-de-manguezais-no-Litoral-do-Parana#:~:text=O%20Instituto%20C3%81gua%20e%20Terra%20(IAT)%20contabilizou,recolher%20cerca%20de%202%2C4%20toneladas%20de%20res%20C3%ADduo)s. Acesso dia: 28 mai. 2025.

ALIMBA, C. G., FAGGIO, C. Microplastics in the marine environment: current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. **Environmental toxicology and pharmacology**, Amsterdã, 68, 61-74, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.03.001>.

ALMEIDA, N. C. **Estudo de possibilidades de tratamentos microbiológico e com adsorventes para chorume e influências ecotóxicas do seu descarte no ambiente**. 114f. 2017. Tese (doutorado em Microbiologia Aplicada) – Universidade Paulista – Rio Claro, 2017.

ALMEIDA, N. M.; CARNEIRO, V. A.; RUAS, K. S.; OLIVEIRA, A. L. R. de. Identificação de deposição clandestina de resíduos de construção civil e demolição na periferia de Goiânia (GO): os casos da Vila Viana e do Setor Negrão de Lima. **Revista Territorial**, Goiás, v. 9, n. 2, p. 13-36, 2020.

ALMEIDA, C. C.; VENTURA, K. S. Caracterização dos resíduos sólidos urbanos no município de Simão Dias (SE). **Fórum ambiental da Alta Paulista**, Tupã/SP ISSN 1980-0827 – Volume 18, número 3, 2022.

ALVEZ, J. B. **Problemática socioambiental da disposição irregular de resíduos sólidos em espaços abertos na cidade de Fazenda Rio Grande-Paraná**. 2013. 389f. Tese (doutorado em Meio Ambiente) – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba. 2013.

ANGELIS NETO, G. **Gestão de resíduos sólidos nas cidades litorâneas do estado do Paraná**. 2015. 366f. Tese (pós doutorado em Eng. de recursos hídricos e ambiental) – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba. 2015.

ARAUJO, G. M. G de. **Desafios para aplicação da metodologia do berço-ao-berço ao ciclo de vida de móveis de MDF e MDP**. 90f. Tese (mestrado em engenharia urbana e ambiental) PUC-Rio, 2012.

ARALDI, R.; LAGUE, G. M.; COSTA, C. M. da.; SCHWANTZ, P. I.; DE LARA, D. M. Inovação e desenvolvimento sustentável: Um estudo de caso sobre os efeitos do uso do aplicativo para gestão de resíduos sólidos em São José do Herval – RS. **DESENVOLVE: Revista de Gestão do Unilasalle**, Canoas, v. 10, n. 3, p. 01-14, nov. 2021. DOI: <https://doi.org/10.18316/desenv.v10i3.9018>. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/desenvolve/article/view/9018>. Acesso em: 24 out. 2025.

AVANZI, K. **Pequeno atlas do espaço-tempo: Cartografias sobre o campo, a cidade e o urbano na baía de Paranaguá-PR**. 2025. 195f. Tese (doutorado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo (Usp), 2025.

BANCO MUNDIAL. Perspectivas econômicas globais. Washington, D.C.: Banco Mundial, 2024.

Barbulescu, A.; Hosen, K. Cement Industry Pollution and Its Impact on the Environment and Population Health: A Review. **Toxics**, Basileia, 13, 587, 2025. <https://doi.org/10.3390/toxics13070587>.

BOHRER, R. E. G.; LANGNER, C. H.; DE LARA, D. M.; SOUZA, E. L.; BISOGNIN, R. P.; GUERRA, D.; SILVA, D. M. Avaliação da disposição irregular de resíduos sólidos no município de Santo Augusto/RS. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental (RG&SA)**, Florianópolis, v. 8, n. 2, p.175-197, abr/jun. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. [S. l.], 1999.

_____. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020). [S. l.], 2007.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 148, p. 3, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 24 out. 2025.

_____. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 [...]. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 135, p. 1, 16 jul. 2020.

BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. **Ecological Monographs**, [s.l.], v. 27, n. 4, p. 325-349, out. 1957.

CHATTERJEE, S.; SHARMA, S. Microplastics in our oceans and marine health. **Field Actions Science Reports**, Paris, n. 19, p. 54-61, 2019. Disponível em: Microplastics in our oceans and marine health. Acesso dia: 05/06/2026.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities**: an approach to statistical analysis and interpretation. 2. ed. Plymouth: PRIMER-E, 2001.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução CONAMA nº 307 de 05 DE JULHO DE 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. 2002.

CORTEZ, C. L. **Estudo do potencial de utilização de biomassa resultante da poda de árvores urbanas para a geração de energia: Estudo de caso: AES Eletropaulo**. 2011, 246f. Tese (doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, 2011.

COSTA, T. S. M. Desenvolvimento de aplicativo para uso na gestão de resíduos da construção civil: estudo de caso em Abaetetuba-PA. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.12, p. 98406-98426, dec. 2020. DOI:10.34117/bjdv6n12-362.

COSTA, G. J. M. da. **Análise e Comparação dos Impactos Ambientais, Econômicos e Energéticos entre Incineração e Co-Incineração na Gestão De Resíduos Sólidos**. 2023. 75f. TCC (bacharelado em Eng. Química) – Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte (UFRN), 2023.

DIAS, L. S.; LEAL, A. C.; MARQUES, M. D.. Saneamento ambiental e resíduos sólidos em unidade de conservação. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 79555-79579, out. 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n10-401.

DUARTE, L. A.; FAGUNDES, M. C. V.; MONTEIRO, R. R. **Planejando o território: aplicações de um banco de dados espaciais sobre Paranaguá-PR. Censo IBGE 2010**. Observatório do Litoral Paranaense, Universidade Federal do Paraná – Matinhos. Versão online: 2019. Disponível em: <https://litoral.ufpr.br/observatoriolitoral/wp-content/uploads/sites/20/2019/11/Planejando.pdf>. Acesso 04 abr. 2026.

FARIA, G. G. **Paisagem e crescimento urbano no contexto das bacias hidrográficas de Paranaguá-Paraná-Brasil**. Relatório (pós doutorado em Ciência e tecnologia) UNESP, 2025. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/59ef39f4-879c-40ca-a7ad-5411e50b9acf>. Acesso em: 02 abr. 2026.

FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. dos. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 689-696, maio/jun. 2001.

FIGUEIRA, L. **Descarte irregular de resíduos sólidos urbanos: análise socioambiental em município brasileiro**. 2020. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2020.

FUJIWARA, F. L. A.; PINEDA, F. J. C.; SILVA, V. A. O. Análise das emissões de GEE e comportamento pró-ambiental associado aos resíduos de sacolas plásticas. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 20, n. 61, p. 180-202, 2024. DOI:10.3895/rts.v20n61.17233

GHOSAL, S.; BAG, S.; RAO, S. R.; BHOWMIK, S. Exposure to polyethylene microplastics exacerbate inflammatory bowel disease tightly associated with intestinal gut microflora. **RSC advances**, Washington, 14 (35), 2024. 25130–25148. <https://doi.org/10.1039/d4ra04544k>.

GUARDIÕES DOS MANGUEZAIS. **Pagina Inicial**. [S. l.], [2024?]. Disponível em: <https://www.guardioesmanguezais.com.br>. Acesso em: 02 abr 2026.

HAYDEN, D. A. Distribuição Espacial de Depósitos Irregulares de Lixo em Belém: estudo de alguns trechos das margens de bacias urbanas. **Geografia**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 105–121, 2020. DOI: 10.5433/2447-1747.2020v29n2p105. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/37676>. Acesso em: 24 out. 2025.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística). **Introdução ao ambiente SIG QGIS**. Rio de Janeiro, 2ed. 2018. Disponível em: https://geofp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/outros_documentos_tecnicos/introducao_sig_qgis/Introducao_ao_ambiente_SIG_QGIS_2edicao.pdf. Acesso em: 16 jan. 2026.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística). Paranaguá: dados do censo 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=resultados>. Acesso em: 30 mar. 2026.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística). Paranaguá: dados do censo 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 17 mar. 2025.

IDC (Instituto Direito Coletivo). **Pesquisa sobre a não-reciclabilidade de plásticos e seu impacto ns cooperativas de reciclagem - Relatório Final**. 2025.

IDR-PARANÁ - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ. **IDR Clima: Informações meteorológicas**. Curitiba: IDR-Paraná, 2025.

IGNI, M. How Waste Management in Germany Is Changing the Game. **Earth.org**, Europa, 18 abr. 2022. Disponível em: <https://earth.org/waste-management-germany/#:~:text=Proibi%C3%A7%C3%A3o%20de%20pl%C3%A1sticos%20de%20uso,33%25%20nos%20%C3%BAltimos%2010%20anos>. Acesso dia: 24 out. 2025.

INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). **Prognóstico Climático 2025**. Brasília, DF: INMET, 2025. Disponível em: <portal.inmet.gov.br>.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos*. Brasília: IPEA, 2020.

ITO, M. H.; COLOMBO, R. Resíduos volumosos no município de São Paulo: Gerenciamento e valorização. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 11, 2019. DOI: 10.1590/2175-3369.011.e20180117. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/Jkm3gqhjQp6kQZDJrgH9hYF/?format=html&lang=pt>. Acesso dia: 24 out. 2025.

KRELLING, A. P. **Abordagem transfronteiriça do lixo marinho: a exportação de resíduos flutuantes ao longo de um gradiente estuarino e seus impactos socioeconômicos**. Tese (doutorado em Sistema Costeiros e Oceânicos) – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2017. p. 185.

KRELLING, A. P.; SOUZA, M. M. DE; WILLIAMS, A. T.; TURRA, A. Transboundary movement of marine litter in an estuarine gradient: Evaluating sources and sinks using hydrodynamic modelling and ground truthing estimates. **Marine Pollution Bulletin**, United Kingdom, Volume 119, Issue 1, 15, junho, Pages 48-63. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.034>.

MAQUART, P. O.; FROEHLICH, Y.; BOYER, S. Plastic pollution and infectious diseases. **The Lancet Planetary Health**, London, v. 6, n. 10, p. e842-e845, 2022.

MARTINS, D. C. I.; MALINOWSKI, C. E. Resíduos Sólidos: uma perspectiva sobre os desafios da aplicabilidade da Lei nº 12.305/10, seus avanços e a influência sociocultural na implantação da política no município de Naviraí. São Paulo: Editora Dialética, 2022.

MATHEUS, D. R.; VIEIRA, V. H. A. M.; The impact of socioeconomic factors on municipal solid waste generation in São Paulo, Brazil. **Waste Management & Research**, Roterdã, v. 36, n. 1, p. 79-85, 2018.

MITSUKURA, R. R. A utilização de pontos de entrega voluntária (PEVs) na gestão de resíduos da construção civil e resíduos volumosos no município de São José dos Campos/SP. **Jour**, [S.l.] São Paulo, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317643361_A_UTILIZACAO_DE_PONTOS_DE_ENTREGA_VOLUNTARIA_PEVs_NA_GESTAO_DE_RESIDUOS_DA_CONSTRUCAO_CIVIL_E_RESIDUOS_VOLUMOSOS_NO_MUNICIPIO_DE_SAO_JOSE_D_OS_CAMPOSSP. Acesso: 01 abr. 2026.

MMA (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima). **Plano Nacional do Resíduos Sólidos**. Secretária de Qualidade Ambiental. Brasília/DF, 2022. Disponível em: <https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf>. Acesso dia: 31 mar. 2026.

MMA (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima). **Resíduos Sólidos Urbanos – RSU**. Brasília/DF, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/residuos-solidos-urbanos>. Acesso dia: 13 mar. 2026.

MONTEIRO, D.; SKODOWSKI, T. Com mais de 100 pontos críticos, Paranaguá inicia força-tarefa contra descarte irregular de resíduos. **JB Litoral**, Paranaguá 15 jun. 2025. Disponível em: <https://jblitoral.com.br/cidades/com-mais-de-100-pontos-criticos-paranagua-inicia-forca-tarefa-contradescarte-irregular-de-residuos/>. Acesso dia: 13 mar. 2026.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 20 (1): 111-124, jun. 2008. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132008000100008>. Acesso dia: 26 mar. 2026.

OKSANEN J. et al. Vegan: community ecology package. R Package Version 2.7–2. 2025. Disponível em: <https://cran.rstudio.com>

OLIVEIRA, F. A.; MAUÉS, L. M. F.; ROSA, C. C. N.; SANTOS, D. G.; SEIXAS, R. M. Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio da modelagem BIM. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 157-176, out./dez. 2020. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000400465>

ONU (Organização das Nações Unidas). **Entenda como microplásticos representam riscos à saúde das pessoas e do planeta**. ONU News, 09 jun. 2025. 2025. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2025/06/1849181>. Acesso dia: 14 fev. 2026.

PARANÁ. Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Estadual dos Resíduos Sólidos do Paraná (PERS/PR) Produto 15**. Curitiba, PR: Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2018.

PARANÁ. Mutirões retiram quase duas toneladas de resíduos em manguezais de Paranaguá e Antonina. **Portos do Paraná**. Paranaguá, 19 set. 2025. Disponível em: <https://www.portosdoparana.pr.gov.br/Noticia/Mutiroes-retiram-quase-duas-toneladas-de-residuos-em-manguezais-de-Paranagua-e-Antonina>. Acesso dia: 13 mar. 2016.a

PARANAGUÁ. Lei complementar nº 68, de 27 de agosto de 2007. Dispõe sobre normas relativas ao código de posturas do município de Paranaguá, e dá outras providências. 2007.

_____. Lei Complementar nº 166, de 12 de junho de 2014. DISPÕE SOBRE A POLÍTICA MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO, CRIA O CONSELHO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E O FUNDO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. 2014.

_____. Secretária Municipal de Saúde. **Plano Municipal de Contingência de Doenças Transmissíveis por vetores tropicais: Zika, Febre Chikungunya, Febre Amarela e Dengue 2018-2021**. Paranaguá, PR: Secretária Municipal de Saúde, 2018.

_____. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Termo de homologação do Chamamento Público nº 004/2019**. Paranaguá, 19 mar. 2020. Processo administrativo nº 29467/2018. Disponível em: <https://www.paranagua.pr.gov.br/licitacoes/627/TERMO%20DE%20HOMOLOGA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 02/02/2026.

_____. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Plano Municipal do Saneamento Básico de Paranaguá-PR**. Paranaguá, PR: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2021. Disponível em: <https://www.paranagua.pr.gov.br/conteudo/secretarias-e-orgaos/meio-ambiente-desenvolvimento-rural-e-pesca/plano-municipal-de-saneamento-basico>. Acesso dia 20 fev. 2025.

_____. Lei nº 4.275, de 06 de março de 2023. Declara de utilidade pública municipal a associação de coletores e recicladores da Ilha dos Valadares - Nova Esperança. 2023

_____. a. Decreto nº 5.184, de 15 de abril de 2024. Declara de Utilidade Pública Municipal a Associação de Catadores de Material Reciclável da Vila Santa Maria. 2024a

_____. Secretária Municipal do Urbanismo. **Plano Paranaguá Sem Risco**. Paranaguá, PR: Secretária Municipal de Urbanismo, 2024b. Disponível em: <https://www.paranagua.pr.gov.br/conteudo/secretarias-e-orgaos/planejamento-e-gestao/paranagua-sem-risco>. Acesso dia 12 fev. 2026.

_____. Lei nº 4.572, de 17 de julho de 2025. Institui o Programa municipal permanente de ecopontos" no município de Paranaguá, integra-o à política ambiental municipal, e dá outras providências. 2025.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **Geographic Information System**. QGIS Association. 2024. Disponível em: <https://www.qgis.org>. Acesso em: 10 dez. 2025.

RAMPELOTTI, L. 20 anos de luta: catadores de Paranaguá conquistam título de utilidade pública e lutam por futuro mais digno. **JB Litoral**, Paranaguá, 15 de junho de 2024. 2024a. Disponível em: https://jblitoral.com.br/cidades/20-anos-de-luta-catadores-de-paranagua-conquistam-titulo-de-utilidade-publica-e-lutam-por-futuro-mais-digno/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 2 abr. 2026.

_____. Recuperação ambiental do antigo lixão do Embocuí e estratégias para resíduos sólidos são avaliadas durante visita técnica em Paranaguá. **JB Litoral**, Paranaguá, 19 de janeiro de 2024. 2024b. Disponível em: <https://jblitoral.com.br/cidades/recuperacao-ambiental-do-antigo-lixao-do-embocui-e-estrategias-para-residuos-solidos-sao-avaliadas-durante-visita-tecnica-em-paranagua/>. Acesso em: 02 abr. 2026

_____. Prefeitura de Paranaguá inicia projeto de educação ambiental para combater descarte irregular de resíduos. **Prefeitura de Paranaguá**, Paranaguá, 28 jan. 2026. Disponível em: https://www.paranagua.pr.gov.br/noticias/noticia5284.html?st_source=ai_mode. Acesso em: 2 abr. 2026.

RANGEL, C. M. A.; JÚNIOR LOPES, W. M.; ROBERTI, D. L. P. Poluição causada pela emissão de resíduos sólidos em alta temporada (verão) nas praias turísticas grande e da biscaia, angra dos Reis – RJ. **Revista da ANPEGE**, Dourados, v. 17. nº. 33, p. 230 - 250, e-ISSN: 1679-768X. DOI 10.5418/ra2021.v17i33.11670. Acesso dia: 29 mar. 2026.

ROCHA, E. N. S., PROTÁZIO, A. DOS S., LAUTON, D. C. R., MORAES, A. C. S., & PROTÁZIO, A. S. Resíduos sólidos urbanos no sertão baiano: um retrato do Município de Barra do Mendes, Estado da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, 6 (12), 197-208, 2019. <http://doi.org/10.21438/rbgas.061216>.

SANTOS, A. S. F.; FREIRA, F. H. O.; COSTA, BRENNO, L. N.; MANRICH, S. Sacolas plásticas: destinações sustentáveis e alternativas de substituição. **Polímeros**, São Carlos, v. 22, n. 3, p. 228-237, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282012005000036>.

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO DA PREFEITURA DE PARANAGUÁ. Paranaguá reforça coleta de resíduos volumosos e amplia rotas noturnas em 2026. **Folha do Litoral News**, Paranaguá, 3 mar. 2026. Disponível em: <https://folhadolitoral.com.br/editorias/meio-ambiente/paranagua-reforca-coleta-de-residuos-volumosos-e-amplia-rotas-noturnas-em-2026/>. Acesso em: 29 abr. 2026.

SILVA, C. R. da. **Análise da efetividade da política nacional de resíduos sólidos nos municípios do litoral do Paraná, considerando os aspectos socioambientais**. Dissertação (mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2018. p. 160.

SILVA, J.; LARA, D. M.; CONCATTO, M.; BOHRER, R.; COSTA, E.; LEMES, L.; PRESTES, M. Novas tecnologias aliadas ao desenvolvimento sustentável: criação de app para monitoramento de pontos inadequados de descartes de resíduos. **Revista de Gestão Sustentável Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 433-452, abr./jun. 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e22020433-452. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343095006_NOVAS_TECNOLOGIAS_ALIADAS_AO_DESENVOLVIMENTO_SUSTENTAVEL_CRIACAO_DE_APP_PARA_MONITORAMENTO_DE_PONTOS_INADEQUADOS_DE_DESCARTES_DE_RESIDUOS. Acesso em: 24 out. 2025.

SILVA, M. N. S. de. **Gerenciamento de Resíduos Volumosos: Ações de Valorização em Âmbito Municipal**. TCC (bacharelado em Eng. Civil) – Universidade Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró, 2022. p. 56.

SILVA, A. J. J.; DIAS, M. S. Avaliação da poluição por resíduos sólidos poliméricos em áreas de perímetro urbano em Benjamin Constant, Amazonas, Brasil. **Journal of Education Science and Health**, Teresina, v. 3, n. 1, p. 01–17, 2023. DOI: 10.52832/jesh.v3i1.160.

SINISA (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO EM SANEAMENTO BÁSICO). **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2024**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades, Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/resultados-sinisa-2025>. Acesso em: 30 mar. 2026.

SOUZA, F. X. D.; SILVA, L. E.; SOUZA, G. R.; CRUZ JÚNIOR, H. E.; LOPES, E. E. L.; CARMO, M. R.; BORGES JÚNIOR, V. Censo de roedores por consumo de alimentos no município de Paranaguá. In: ZUFFO, A.M.; AGUILERA, J. G. **Pesquisas agrárias e ambientais v. XI**. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2022. p. 141 – 157.

SOUZA, F. X. D.; SILVA, L. E.; SOUZA, G. R.; CRUZ JÚNIOR, H. E.; LOPES, E. E. L.; CARMO, M. R. Os condicionantes socioambientais das Inundações na unidade hidrográfica do Canal do correio velho – Paranaguá – BRASIL. In: BASQUEROTE, A. T. (Org.). **Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável v. III**. Piracanjuba-GO: Conhecimento Livre, 8 ed. 2023. p. 114 – 133.

UNEP (United Nations Environment Programme). **Beyond an age of waste. “Turning rubbish into a resource”. Global Waste Management Outlook 2024**. ISBN: 978-92-807-4129-2, 2024. DOI: <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/44939>. Disponível em: Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an Age of Waste – Turning Rubbish into a Resource. Acesso dia 14 fev. 2026.

URBICK, A. Paranaguá reforça coleta de resíduos volumosos e amplia rotas noturnas em 2026. **Prefeitura de Paranaguá**, Paranaguá, 3 mar. 2026. Disponível em: https://www.paranagua.pr.gov.br/noticias/noticia5407.html?st_source=ai_mode. Acesso em: 2 abr. 2026.

VALÊNCIO, B. Paranaguá decreta situação de emergência devido a chuva; Morretes deve seguir o mesmo caminho. **JB Litoral**, Paranaguá, n. 857, 9 de fevereiro de 2025.

VENANCIO, E. Paranaguá é representada em fórum sobre reciclagem. **Prefeitura Municipal.** Paranaguá, 27 mar. 2025. Disponível em: <https://www.paranagua.pr.gov.br/noticias/noticia3996.html>. Acesso em: 2 abr. 2026.

VIKOU, S. V. P.; PAZ, O. L. S.; PILATTI, D. M. PAULA, E. V. Análise da pressão antrópica sobre manguezais urbanos: subsídios à proteção ambiental e ao ordenamento territorial. **Sociedade & natureza**, v. 35, n. 1, 2023. DOI: 10.14393/SN-v35-2023-67515.

9. Apêndice 1

Quadro 6 - Quantidade de problemas relacionados com o descarte irregular e seus respectivos bairros.

Problemas relacionados	Bairro (foco)
Retirada da camada superficial do solo	Ouro Fino (8 e 11), Jardim Paranaguá (16), Parque Agari (19 e 20), Jardim Yamaguchi (27), Bockman (39 e 40), Jardim Santos Dumont (46), 29 de Julho (52 e 67).
Resquícios de incineração	Parque São João (3), Ouro Fino (8), Parque Agari (20 e 22), Jardim Yamaguchi (27), Jardim Samambaia (29 e 31), Bockman (40) e Jardim Guaraituba (45).
Proximidade com instituições educativas	Jardim Paranaguá (14 – 16), Jardim Yamaguchi (27), Jardim Samambaia (29 e 30) e 29 de Julho (52).
Próximo a corpo d'água	Vila dos Comerciantes (5) e Jardim Jacarandá (6).
Retirada da camada superficial do solo	Ouro Fino (8 e 11), Jardim Paranaguá (16), Parque Agari (19 e 20), Jardim Yamaguchi (27), Bockman (39 e 40), Jardim Santos Dumont (46), 29 de Julho (52 e 67).

Fonte: os autores (2025).

10. Apêndice 2

Quadro 7 - Detalhamento dos itens e suas respectivas classes identificadas nesta pesquisa.

Classe	Item	Nº de ocorrências
Resíduo Sólido De Construção Civil	Concreto	18
	Aterro	8
	Revestimento	8
	Telha	7
	Cascalho	7
	Tijolo	2
	Tábua	2
	Forro de madeira	2
	Paralelepípedo	1
	Palete	1
	Caibro	1
	Cano pvc	1
Resíduo Sólido Volumoso	Aglomerado	26
	Sofá	4

		Cadeira	3
		Cama	3
		Vaso sanitário	1
		Porta	1
		Mesa	1
		Colchão	1
		Televisor	1
Resíduos Sólido Verde		Poda de árvore	20
		Capina	18
		Tronco de árvore	2
Resíduo Sólido Domiciliar	Recicláveis	Sacola plástica	28
		Plástico	18
		Poliestireno	15
		Papelão	10
		Vidro	8
		Papel	8
		Metal	8
		Copo plástico	4
		Lona	2
		Espelho	1
		Caixa de ovo	1
		Corda de nylon	1
		Toalha de mesa sintética	1
		Saco de cimento	1
		Saco de argamassa	1
		Vassoura	1
		Caixa de leite	1
	Têxtil	Calçado	10
		Tecido	5
		Tapete	3
		Mochila	1
		Mala de viagem	1
		Almofada	1
		Roupa	1
		Saco de pancada	1
		Cobertor	1
	Orgânico	Madeira	6
		Resto de comida	1
	Rejeito	Fio de telefone	5
		Papel higiênico	2
		Lenço umedecido	1
		Esponja	1
		Quadro	1

Resíduo Sólido de Logística Reversa	Pneu	3
	Pastilha de freio	1
Resíduo Sólido de Saneamento	Lodo	6
Resíduo Sólido de Saúde	Embalagem com remédio	1

Fonte: os autores (2025).

11. Anexo 1

COLETA DIÁRIA PERÍODO NOTURNO 29 de Julho Costeira - João Gualberto - Oceania Ponta do - Caju - Alto São Sebastião - Campo Grande - Centro Histórico - Leblon Tuiuti - Alvorada Bockmann - Estradinha - Palmital Roia	SEGUNDA, QUARTA E SEXTA PERÍODO NOTURNO - Jardim Araçá - Porto dos Padres - Vila Paranaguá - Correio Velho - Jardim Eldorado - Vila Horizonte - Vila Itiberê - Valadares – Itiberê
TERÇA, QUINTA E SÁBADO - Casa da Família - Jardim Samambala - Parque Agari - Jardim Yamaguchi - Nilson Neves - Vila dos Comerciantes - Labra - Ouro Fino - Cominese - Porto Seguro - Jacarandá I - Jacarandá II - Jardim Esperança - Jardim Paraná - Vale do Sol - Vila Garcia - Valadares – Sete	SEGUNDA, QUARTA E SEXTA - Aeroporto - Asa Branca - Santos Dumont - São Vicente - Emboguaçu - Vila do Povo - Vila Primavera - Vila São Jorge - Jardim Iguaçu - Santa Helena - Vila Marinho - Jardim Guaraituba - Jardim América - Parque São João - Divinéia - Valadares – Rocio e Sete - Alexandra

Figura 10 - Detalhamento do cronograma utilizado para a coleta de resíduos domiciliares convencional no município de Paranaguá.

Fonte: Prefsparanagua, (2025 [Meio Ambiente]).

12. Anexo 2

SEGUNDA, QUARTA E SEXTA		TERÇA, QUINTA E SÁBADO	
- Jardim Yamaguchi - Nilson Neves - Parque Agari - Casa da Família - Jardim Samambaia - Aeroporto - Vila Horizonte - Jardim Eldorado - Palmital	- Raia - Jardim Alvorada - Bockmann - Jardim Araçá - Porto dos Padres - Vila Cruzeiro - Vila Ruth - Serraria do Rocha - Ilha dos Valadares	- Divinéia / Labra - Parque São João - Jardim América - Vila São Jorge - Estradinha - Ponta do Caju - Centro Histórico - Jardim Guaraituba	- Santos Dumont - Asa Branca - São Vicente - Vila Itiberê - Tuiuti - Campo Grande - Alto São Sebastião - Leblon
SEGUNDA E QUARTA		TERÇA E QUINTA	
- Jardim Jacarandá - Ouro Fino - Jardim Paranaguá - Porto Seguro - Vila dos Comerciantes - Cominense		- Vila Paranaguá - Emboguaçu - Vila Primavera - Vila do Povo - Jd. Iguazu - Vila Marinho - Vila Santa Helena - Ilha do Mel (balsa)	
SEGUNDA, QUARTA E SEXTA		QUARTA E SEXTA	
PERÍODO NOTURNO 29 de Julho - João Gualberto - Oceania - Costeira - Centro Histórico		- Padre Jackson - Beira Rio - Vila Guarani - Vila Portuária - Rocio - Vila Albeit - Bairro Industrial	
SEGUNDA E QUINTA		SEXTA-FEIRA	
- Alexandra - Embocui - Colônias		- Jardim Esperança - Vila Garcia - Vale do Sol - Jardim Paraná	

Figura 11 - Detalhamento do cronograma utilizado para a coleta de resíduos recicláveis no município de Paranaguá.

Fonte: Prefsparanagua, (2025 [Meio Ambiente]).



Figura 12 - Detalhamento do cronograma utilizado para a coleta de resíduos volumosos no município de Paranaguá.
Fonte: Prefsparanaguá, (2025 [Meio Ambiente]).