

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Pietra Maria Alcântara Pereira

**CONTRIBUIÇÃO DAS COOPERATIVAS DE RECICLAGEM NA GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DE MACEIÓ/AL**

Maceió

2023

Pietra Maria Alcântara Pereira

**CONTRIBUIÇÃO DAS COOPERATIVAS DE RECICLAGEM NA GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DE MACEIÓ/AL**

Relatório Final do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientadora: Professora Dra. Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira.

Coorientador: Professor Dr. Márcio Gomes Barboza.

Maceió

2023

Catálogo na Fonte Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

P436c Pereira, Pietra Maria Alcântara.

Contribuição das cooperativas de reciclagem na gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Maceió/AL / Pietra Maria Alcântara Pereira. – Maceió, 2023.

72 f. : il., grafs. e tabs. color.

Orientador: Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira.

Coorientador: Márcio Gomes Barboza.

Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 68-72.

1. Logística reversa. 2. Saneamento ambiental - Maceió (AL). 3. Economia circular. I. Título.

CDU: 628(813.5)

AGRADECIMENTOS

Aos meus avós, Gilvanete e José Pedro, por sempre serem o alicerce da nossa família.

À minha mãe, Jeanne, por me guiar e me incentivar a cada momento para que eu não desistisse. Também a agradeço por ser minha maior inspiração como pessoa, estudante e mulher.

Ao meu pai, Edmilson, que mesmo distante geograficamente sempre esteve tão próximo emocionalmente quanto é possível de se imaginar.

Às minhas tias, Nerya, Maria Fabiana e Aryanne, por serem como mães na minha vida e por acreditarem, apoiarem e comemorarem a realização dos meus sonhos.

Ao meu amor, Júlio, por apoiar e incentivar incondicionalmente as minhas escolhas e projetos.

À Mel e Pan, por serem meu apoio moral e emocional durante as várias madrugadas de estudos.

Aos meus amigos que cresceram comigo desde a escola, Farel, Vivi e Anny, pelo acolhimento, compreensão e suporte sempre que necessário.

Ao meu querido Peululutra (Pedro, Luiza e Luan), por me animarem quando eu mais precisei.

À todas as amizades que cultivei no decorrer desses anos e tornaram a graduação mais leve, em especial ao Marcos, Adauto e Mateus. Também agradeço aos amigos que os imprevistos do curso me trouxeram: João Paulo, Sarah, Pedro Henrique, Pedro Vinícius e Weberth.

À toda a equipe SUDES, em especial à Diretoria de Serviços Especiais e de Planejamento, por toda a oportunidade de experiência e conhecimento compartilhados comigo.

À equipe Rhama Analysis, em especial ao time de Gestão de Projetos, por todos os desafios e aprendizados diários nas áreas de projetos, processos e qualidade.

Aos professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária pelos ensinamentos que guiaram meu aprendizado no decorrer dos últimos anos. Em especial, agradeço aos professores Ivete Lopes e Márcio Barboza por aceitarem orientar e contribuir com a realização deste trabalho.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, com meu crescimento técnico e pessoal, cujos nomes e a gratidão dedicada a eles não caberiam nestas folhas.

À UFAL por prover um ensino superior público, gratuito e de qualidade mesmo com tanta adversidade e por me conceder o amadurecimento para buscar voos cada vez mais altos.

Por fim, agradeço à vida, ao universo e tudo mais!

*“Quando você tem medo e faz mesmo assim,
isso é coragem”*

- Coraline

RESUMO

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), sobretudo nos grandes centros, têm sido motivo de preocupação para a população e para os gestores públicos responsáveis pelo seu gerenciamento, pois envolvem custos e requerem ações para diminuir os impactos ambientais, econômicos e sociais, caso sejam negligenciados. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promulgada através da Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, a seguinte ordem de prioridade para a gestão e gerenciamento de resíduos deve ser observada: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. O reaproveitamento dos resíduos recicláveis secos se mostra uma oportunidade de recuperação e valorização, os quais podem ser absorvidos nos ciclos produtivos, sendo reintroduzidos para a confecção de novos produtos, em substituição à matéria-prima virgem obtida a partir da extração dos recursos naturais, diminuindo os custos de coleta, transporte e destinação final de RSU por parte da gestão municipal, além de prolongar a vida útil do aterro sanitário e gerar emprego e renda para as cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a contribuição e os impactos das 4 Cooperativas de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis contratadas pela Prefeitura de Maceió (Cooplum, Coopvila, Cooprel Benedito Bentes e Cooprel Antares, com sede nos bairros de Jacarecica, São Jorge, Benedito Bentes e Antares, respectivamente) para realizar a coleta seletiva, no que se refere à gestão de resíduos sólidos urbanos do município de Maceió, identificar os desafios e sugerir melhorias. Mesmo que Maceió tenha 100% de cobertura para a coleta, transporte e destinação final convencional dos RSU, quando analisada a abrangência da coleta seletiva porta a porta apenas 31% da área urbanizada da capital é atendida. É possível constatar que nem o Código Municipal de Limpeza Urbana (Lei nº 6.933, de 04 de setembro de 2019) nem o Plano Municipal de Saneamento Básico de Maceió (Lei nº 6.755, de maio de 2018) estão sendo atendidos pela atual quantidade de Ecopontos. Por fim, apesar de todos os benefícios da reciclagem em diversos aspectos da sociedade e do meio ambiente e com mais de 5 anos de atuação das cooperativas, a coleta seletiva ainda possui baixa adesão pela população e, conseqüentemente, baixo impacto no material destinado ao aterro sanitário e pouca redução nos custos municipais de gestão e manejo de RSU.

Palavras-chave: Logística reversa; Saneamento ambiental; Economia circular.

ABSTRACT

Municipal Solid Waste (MSW), especially in large urban centers, has been a matter of concern for the population and public workers responsible for its maintenance, as it involves costs and requires actions to reduce environmental, economic and social impacts, if neglected. According to the National Solid Waste Policy (PNRS), enacted through Brazilian Federal Law No. 12.305, of August 02, 2010, the following order of priority for waste management and maintenance must be observed: non-generation, reduction, reuse, recycling, treatment of solid waste and final disposal of waste in an environmentally appropriate manner. The reuse of dry recyclable waste is an opportunity for recovery and appreciation, which can be absorbed in production cycles, being reintroduced for the manufacture of new products, replacing the virgin raw material obtained from the extraction of natural resources, reducing the costs of collection, transport and final destination of MSW by the municipal management, in addition to extending the useful life of the sanitary landfill and generating employment and income for the cooperatives of recyclable material collectors. Thus, the present work aims to evaluate the contribution and impacts of 4 Cooperatives of Collectors of Reusable and Recyclable Materials hired by the Maceió City Hall (Cooplum, Coopvila, Cooprel Benedito Bentes and Cooprel Antares, in the districts of Jacarecica, São Jorge, Benedito Bentes e Antares, respectively) to conduct the selective collection, with regard to the management of urban solid waste in the municipality of Maceió, identify challenges and suggest improvements. Even though Maceió has 100% coverage for the collection, transport and conventional final destination of MSW, when analyzing the scope of door-to-door selective collection, only 31% of the urbanized area of the capital is served. Is possible to verify that neither the Municipal Urban Cleaning Code (Law No. 6.933, of september 04, 2019) nor the Municipal Plan for Basic Sanitation ((Law No. 6.755, of may 24, 2018) of Maceió are being met by the current amount of Ecopontos. Finally, despite all the benefits of recycling in various aspects of society and the environment, and with more than 5 years of operation by cooperatives, selective collection still has low adherence by the population and, consequently, low impact on the material destined for the sanitary landfill and little reduction in municipal costs of management and handling of MSW.

Keywords: Reverse logistics; Environmental sanitation; Circular economy.

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANCAT	Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis
CTR/MA	Central de Tratamento de Resíduos de Maceió
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
NBR	Norma Brasileira
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PLANARES	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Maceió
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RA	Região Administrativa
RCC	Resíduos da Construção Civil
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
SUDES	Superintendência Municipal de Desenvolvimento Sustentável

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Geração média de RSU <i>per capita</i> no Brasil (Kg/hab.dia) em 2021 e 2022.	15
Figura 2: Gravimetria dos RSU no Brasil.	16
Figura 3: Principais etapas do sistema de gerenciamento de RSU.....	18
Figura 4: Metas do Planares por tipo de destinação final de RSU (%).	20
Figura 5: Proporção da Quantidade de Resíduos Sólidos Comercializados por tipo de Material.....	21
Figura 6: Proporção do Faturamento com a Comercialização de Resíduos Sólidos por tipo de Material.....	22
Figura 7: Formas de recirculação de recursos.	23
Figura 8: Distribuição Territorial das Organizações de Catadores.....	26
Figura 9: Mapa de Localização do Município de Maceió.	28
Figura 10: Localização das Cooperativas em Maceió.	31
Figura 11: Imagens do Ecoparque Maceió. (a) Acesso; (b) Célula de resíduos Classe IIA em implantação; (c) Estação de Tratamento de lixiviados; (d) Célula de resíduos Classe IIA em operação.....	37
Figura 12: Localização do Ecoparque Maceió e Lotes de Coleta de RSU.....	38
Figura 13: Esquema da Gestão de RSU em Maceió/AL	40
Figura 14: Área de Atuação das Quatro Cooperativas de Catadores que Realizam a Coleta Seletiva.	41
Figura 15: Número de Habitantes por Região Administrativa	43
Figura 16: Número de Domicílios por Região Administrativa	44
Figura 17: Mapa de Localização dos PEVs em Maceió.....	45
Figura 18: Distribuição de PEVs por Região Administrativa.	45
Figura 19: PEVs Depredados na Cidade de Maceió.....	46
Figura 20: Resíduos Classe IIA Destinados ao Aterro Sanitário de Maceió ao Longo dos Anos (2010-2021).....	47
Figura 21: Resíduos Classe IIB Destinados ao Aterro Sanitário de Maceió (Ecopontos e Descarte irregular), ao Longo dos Anos (2010-2021).....	49
Figura 22: Cooperativas de Maceió (Cooplum, Cooprel, Cooprel Benedito Bentes e Coopvila).	50
Figura 23: Materiais Comercializados pelas Cooperativas entre os Anos de 2017 e 2021.....	51
Figura 24: Ecoponto do bairro Santa Lúcia.....	53

Figura 25: Distribuição Espacial dos Ecopontos e Pontos de Descarte Irregular de RCC na Cidade de Maceió.	54
Figura 26: Potencial de reciclagem de materiais (secos e orgânicos), segundo os bairros de Maceió	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composições Gravimétricas dos RSU de Maceió.....	29
Tabela 2: Regiões Administrativas de Maceió segundo o Plano Diretor Municipal.	30
Tabela 3: Frações dos RSU por RA de Maceió.....	30
Tabela 4: Relação das Cooperativas e sua Localização em Maceió.....	31
Tabela 5: Informações sobre Despesas e Receitas com Gestão de RSU.....	33
Tabela 6: Bairros Atendidos pela Coleta Seletiva em Maceió.	41
Tabela 7: Regiões Administrativas (RA) da Cidade de Maceió e Atendimento pela Coleta Seletiva Porta a Porta.....	42
Tabela 8: Evolução da Disposição de Resíduos Classe IIA no Aterro Sanitário de Maceió. ..	47
Tabela 9: Evolução da Disposição de Resíduos Classe IIB no Aterro Sanitário de Maceió (Ecopontos e Descarte Irregular) ao Longo dos Anos (2010-2021).....	48
Tabela 10: Materiais Comercializados pelas Cooperativas entre os anos de 2017 e 2021.	51
Tabela 11: Quantitativo Destinado ao Aterro Sanitário x Quantitativo Recuperado pelas Cooperativas entre os Anos de 2017 e 2021.	52
Tabela 12: Pontos de Descarte Irregular de RCC na Cidade de Maceió e Existência de Ecopontos, por Região Administrativa.....	53
Tabela 13: Custos Unitários dos Serviços de Coleta, Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Classe IIA da Cidade de Maceió.....	55
Tabela 14: Custos Unitários dos Serviços de Coleta Seletiva da Cidade de Maceió.	56
Tabela 15: Matriz para auxiliar a tomada de decisões sobre a coleta seletiva nas Regiões Administrativas de Maceió.....	57
Tabela 16: Dados socioeconômicos das Regiões Administrativas da cidade de Maceió.....	58
Tabela 17: Propostas para melhoria da coleta seletiva nas Regiões Administrativas da cidade de Maceió.	60

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1	ASPECTOS GERAIS SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	13
3.1.1	Definição e classificação dos resíduos sólidos	13
3.1.2	Geração e composição dos RSU	15
3.1.3	Serviços de RSU	17
3.1.4	Impactos ambientais, econômicos e sociais	18
3.2	COLETA SELETIVA E RECICLAGEM NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	19
3.2.1.	Reciclagem dos materiais secos	21
3.2.2.	Economia circular	22
3.2.3.	Logística reversa	24
3.2.4.	Papel das cooperativas na gestão dos RSU.....	25
3.3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	28
3.4	CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS URBANOS DE MACEIÓ.....	29
3.5	COOPERATIVAS DE RECICLAGEM DE MACEIÓ.....	31
3.6	ECOPONTOS	33
4	MÉTODOS	35
4.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	35
4.2	GEORREFERENCIAMENTO.....	35
4.3	AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS DESTINADOS AO ATERRO SANITÁRIO.....	35
4.4	AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS RECUPERADOS PELAS COOPERATIVAS	35
4.5	LEVANTAMENTO SOCIOECONÔMICO DA POPULAÇÃO	36
4.6	CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS	36
4.7	IMPACTO DAS COOPERATIVAS NA GESTÃO DOS RSU NO MUNICÍPIO ...	36
5	RESULTADOS	37
5.1	PANORAMA DA GESTÃO E MANEJO DOS RSU EM MACEIÓ/AL	37
5.2	COLETA SELETIVA PORTA A PORTA	41
5.3	PEVs	44
5.4	MATERIAL DESTINADO AO ATERRO SANITÁRIO.....	46
5.5	MATERIAL RECUPERADO PELAS COOPERATIVAS	49

5.6	ECOPONTOS E PONTOS CRÔNICOS DE DESCARTE.....	52
5.7	CUSTOS OPERACIONAIS.....	55
5.8	PERFIL DAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS	57
5.9	AÇÕES DE BOAS PRÁTICAS NA GESTÃO DE RSU NO BRASIL E NO MUNDO	61
6	CONCLUSÕES	66
	REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional associado às demandas de infraestrutura e às transformações nos padrões de produção e consumo em larga escala de produtos industrializados e descartáveis proporcionaram o aumento na geração de resíduos sólidos das mais variadas naturezas e, conseqüentemente, acarretaram um aumento na quantidade de materiais dispostos para coleta junto aos serviços de limpeza urbana (ROTH; GARCIA, 2008).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022, a geração de resíduos sólidos urbanos em 2022 foi de 81,8 milhões de toneladas, que perfazem o indicador médio de geração *per capita* brasileiro de 1,04 kg/hab.dia.

O conjunto de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é um dos quatro componentes do saneamento básico. Esse serviço é essencial para eliminar ambientes favoráveis à propagação de vetores de doenças, fontes poluidoras de águas superficiais e subterrâneas e obstrução de infraestruturas de drenagem das águas das chuvas. Com isso, promovem a melhoria da saúde pública, da qualidade de vida e da sustentabilidade ambiental, bem como a geração de emprego e renda (SNIS, 2021).

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promulgada através da Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, os resíduos sólidos urbanos (RSU) são os materiais originários de atividades domésticas em residências urbanas, varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, além de outros serviços de limpeza urbana, que são passíveis de aproveitamento.

Também para a PNRS, a seguinte ordem de prioridade para a gestão e gerenciamento de resíduos deve ser observada: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Ainda, a supracitada Lei define a reciclagem como o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos.

O município de Maceió, que possui uma população estimada para 2021 de 1.031.597 habitantes (IBGE, 2018), a coleta convencional é terceirizada e tem uma cobertura de 100% na área urbana (SUDES, 2022). Os resíduos, em sua maioria, são destinados à Central de Tratamento de Resíduos de Maceió (CTR/MA), implantada no ano de 2010, ano de encerramento do Antigo Vazadouro, onde são respeitadas as normas sanitárias e ambientais de instalação e manejo, conforme as Normas Técnicas Brasileiras, o que importa custos muito

elevados para operação e manutenção, além de possuir uma vida útil de apenas 20 anos, sendo necessário que os materiais dispostos no aterro sanitário sejam em sua maioria apenas rejeitos, isto é, materiais sem possibilidade de reaproveitamento.

A coleta seletiva se refere à coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição. Dentre os benefícios gerados pela atuação de cooperativas, é possível citar a diminuição da poluição, minimização dos custos com limpeza urbana; redução da disposição dos resíduos passíveis de aproveitamento nos aterros sanitários, prolongando a vida útil deles; reinserção da matéria-prima na cadeia produtiva, gerando emprego e renda pela comercialização para os catadores de materiais recicláveis; e promoção da educação e conscientização ambiental da comunidade.

A Prefeitura de Maceió, por meio do Edital de Chamamento Público nº 001/2017, contratou 4 cooperativas de catadores de materiais recicláveis para atender às diretrizes da PNRS. Tais cooperativas começaram a realizar as atividades em maio de 2017 e ficaram responsáveis por realizar a coleta seletiva na modalidade “porta a porta” de 16 mil residências e na modalidade Ponto de Entrega Voluntária (PEV) de, inicialmente, 17 equipamentos instalados pelo município (BARBOSA, 2021), com expansão para 32 atualmente. Cabe salientar que atualmente o município está com um novo edital de chamamento público para contratação de cooperativas, expandindo o número de residências atendidas de 16 mil para 50 mil, e com o aumento de 10 PEVs disponíveis ao ano para a população.

Os custos com a coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares no município de Maceió são elevados, sendo um dos maiores custos mensais demandados pela Prefeitura. Em contrapartida, há um elevado potencial para o reaproveitamento/reciclagem de uma expressiva parcela desses resíduos. Nesse sentido, uma das estratégias para minimização dos recursos com a limpeza urbana é a conscientização da população na mudança de comportamento de cada indivíduo ao reaproveitar e reciclar os resíduos por meio da coleta seletiva.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a contribuição e os impactos das Cooperativas de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis no que se refere à gestão de resíduos sólidos urbanos do município de Maceió, identificar os desafios e sugerir melhorias.

2 OBJETIVOS

Neste tópico serão abordados os objetivos gerais e específicos do presente estudo.

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em Maceió/AL, analisando se estão em concordância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e analisar o avanço e os benefícios da coleta seletiva na gestão dos RSU no município.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer o levantamento do panorama da coleta, transporte e destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) na capital alagoana;
- Avaliar o percentual quali-quantitativo de materiais recicláveis recuperados pelas cooperativas com o material disposto no Aterro Sanitário de Maceió/AL;
- Avaliar o gasto com Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) pela prefeitura;
- Verificar oportunidades e propor ações com base no perfil das Regiões Administrativas do município.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico serão abordados os aspectos teóricos inerentes à linha de pesquisa e a temática do presente estudo.

3.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS

3.1.1 Definição e classificação dos resíduos sólidos

Conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, o termo “resíduos sólidos” é definido como:

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

Os termos “resíduo” e “rejeito” foram definidos na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Assim, resíduo é o termo correto para designar os materiais gerados em âmbito domiciliar, comércio e serviços de pequeno porte e na limpeza urbana (varrição, limpeza de logradouros e vias públicas), divididos entre recicláveis (secos e orgânicos). Já o termo rejeito foi criado para designar algo que não pode ser reutilizado, reciclado ou compostado após esgotamento das possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, remanescendo apenas coleta, transporte e destinação final ambientalmente adequadas (BRASIL, 2010).

A classificação é uma etapa importante no gerenciamento dos resíduos sólidos uma vez que se trata de materiais bastante heterogêneos, com de diferentes características e origens, o que implica em diferentes formas de manejo. Os resíduos sólidos podem ser classificados por diferentes critérios.

Para a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), por meio da NBR 10.004/2004, resíduos sólidos são podem ser classificados quanto a sua periculosidade:

- Resíduos Classe I – Perigosos: resíduos que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podem apresentar risco à saúde pública e ao meio ambiente quando gerenciado de forma inadequada;

- Resíduos Classe II – Não-perigosos: resíduos que não se encaixam na Classe I, ou seja, resíduos que não apresentam em suas composições características consideradas como perigosas. A ABNT definiu duas subclassificações, cada uma com suas particularidades: os resíduos de Classe II A (não inertes) e os resíduos de Classe II B (inertes):
 - Resíduos classe II A – Não inertes: resíduos que podem apresentar propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;
 - Resíduos classe II B – Inertes: resíduos que ao serem submetidos ao teste de solubilização preconizado na NBR 10.004/2004 não apresentam nenhuma solubilização em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

A PNRS (BRASIL, 2010) classifica os resíduos de acordo com a periculosidade ou quanto à origem. Conforme a fonte geradora, a divisão pode ser feita da seguinte forma:

- Domiciliares: originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- Limpeza urbana: originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- Urbanos: originários de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (resíduos de limpeza urbana);
- Comerciais e de prestadores de serviços: resíduos gerados nos estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços;
- Serviços públicos de saneamento básico: todos aqueles originados no abastecimento de água potável, no esgotamento sanitário e na drenagem e manejo das águas pluviais;
- Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- Serviços de saúde: os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são definidos como os gerados nos serviços de saúde conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- Construção civil: os Resíduos da Construção Civil (RCC) são gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- Agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

- Serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- Mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

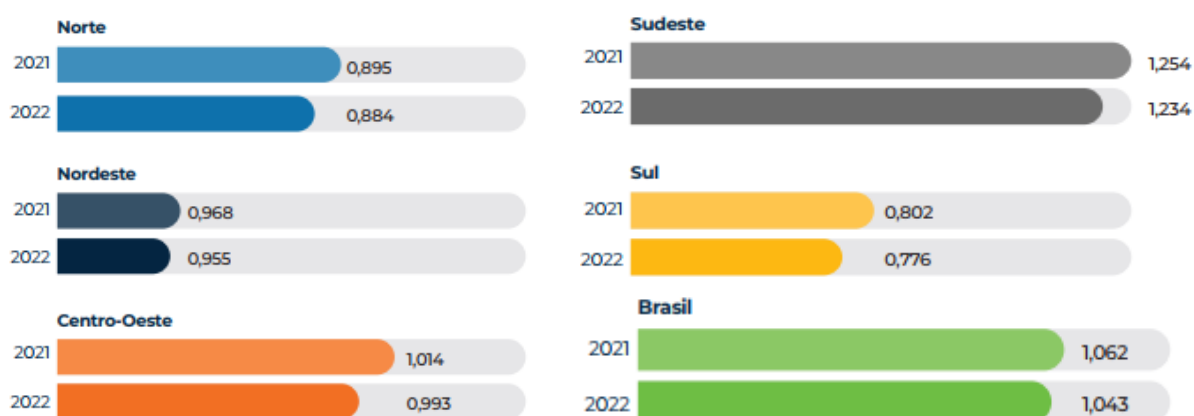
3.1.2 Geração e composição dos RSU

A geração de resíduos possui relação direta com o local onde se desenvolvem atividades humanas, tendo em vista que o descarte de resíduos é resultado direto do processo de aquisição e consumo de bens e produtos das mais diversas características (ABRELPE, 2021).

Segundo dados apurados pela ABRELPE em 2021, a geração de RSU no país sofreu influência direta da pandemia da COVID-19 durante o ano de 2020 com a maior concentração das pessoas em suas residências, observou-se uma concentração da geração de resíduos nesses locais, atendidos diretamente pelos serviços de limpeza urbana. A geração, antes feita de maneira descentralizada nas diferentes regiões da cidade para moradia, trabalho e lazer, foram quase que totalmente transferidas para as residências, visto que os demais descartes diários de resíduos passaram a acontecer nas residências.

Segundo dados da ABRELPE (2022), em 2022 foram geradas 81.811.506 toneladas, com uma média de 381 kg/hab.ano, ou seja, cada brasileiro gerou, em média, 1,043 kg de resíduo por dia. A geração *per capita* média no país e nas regiões em 2021 e 2022 está ilustrada na Figura 1.

Figura 1: Geração média de RSU *per capita* no Brasil (Kg/hab.dia) em 2021 e 2022.



Fonte: ABRELPE (2022).

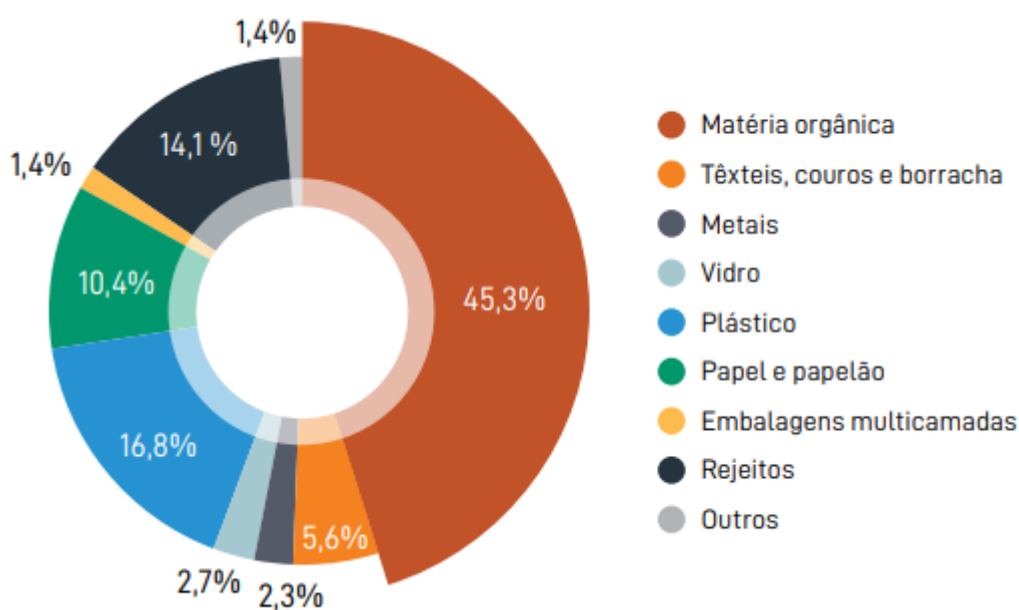
A composição gravimétrica dos resíduos é a categorização dos principais tipos de materiais descartados, e demonstra o percentual de cada componente de uma amostra de lixo em análise em relação ao peso total desta amostra. Os componentes mais comuns de ocorrerem são papéis, metais, vidros, plásticos e matéria orgânica. Conhecer o perfil dos resíduos gerados

pela população é uma ferramenta fundamental para uma gestão eficiente e integrada, além de nortear o planejamento e adoção de ações estratégicas relacionadas à reciclagem, reúso, redução e racionalização e a implantação de processos específicos que assegurem a destinação final adequada considerando as melhores alternativas disponíveis e a sua aplicação de acordo com os tipos e quantidades identificados (SINIR, 2021).

Para Naime (2005), a composição dos RSU é variável, de acordo com a época do ano e do mês, a cultura e o poder aquisitivo da população do município, entre outros fatores. Ainda, as populações mais desenvolvidas produzem grande quantidade de resíduos de embalagens e produtos industrializados, enquanto as populações mais pobres produzem resíduos com grande quantidade de matéria orgânica.

Na Figura 2 está indicada a composição gravimétrica dos resíduos sólidos no Brasil (ABRELPE, 2020).

Figura 2: Gravimetria dos RSU no Brasil.



Fonte: ABRELPE (2020).

A fração orgânica é a principal componente dos RSU, com 45,3%. Já os resíduos recicláveis secos somam 35%, sendo compostos principalmente pelos plásticos (16,8%), papel e papelão (10,4%), além dos vidros (2,7%), metais (2,3%), e embalagens multicamadas (1,4%). Os rejeitos, por sua vez, correspondem a 14,1% do total e das demais frações são observados resíduos têxteis, couros e borrachas, com 5,6%, e outros resíduos, também com 1,4%, os quais contemplam diversos materiais teoricamente objetos de logística reversa (ABRELPE, 2020).

Quanto menor a geração de resíduos e de rejeitos, maior a sustentabilidade dos sistemas de manejo de RSU.

Nota-se que praticamente metade da massa de RSU coletada no país é composta de matéria orgânica, sendo a outra metade composta por resíduos recicláveis secos e rejeitos, ou seja, há uma grande oportunidade de adoção de políticas públicas focadas no fortalecimento da gestão dos resíduos sólidos recicláveis secos e orgânicos ao adotar práticas e medidas de valorização dessas duas frações, auxiliando na minimização da problemáticas dos RSU no país (SINIR, 2021).

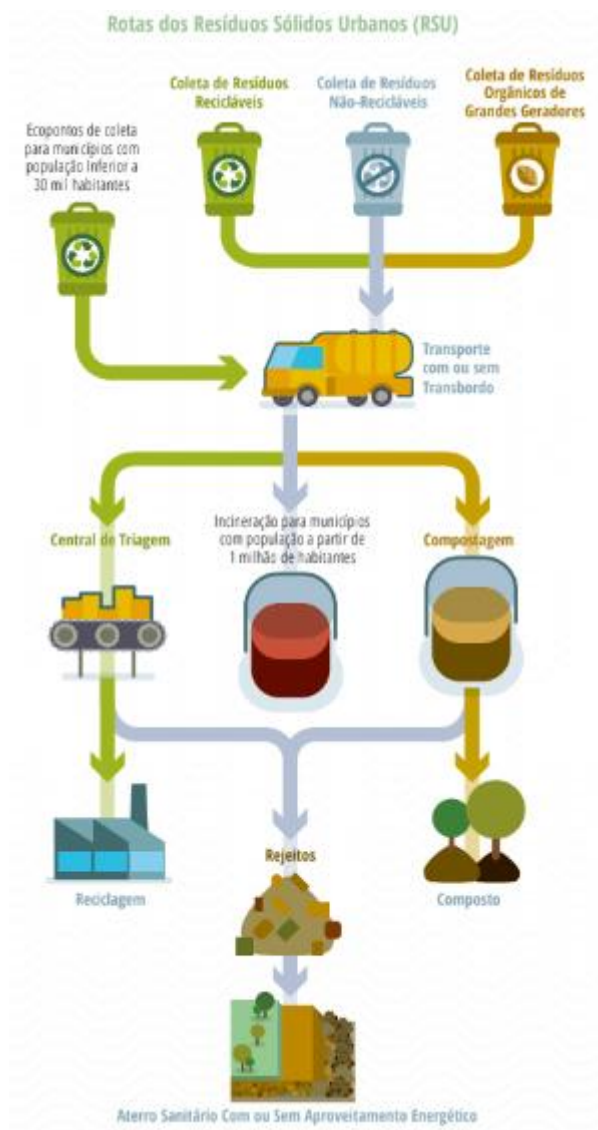
3.1.3 Serviços de RSU

Conforme citado anteriormente, a soma dos resíduos domiciliares e dos resíduos sólidos públicos é denominada resíduos sólidos urbanos. O processo de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequado dos RSU (Figura 3) é responsabilidade das prefeituras municipais, podendo ocorrer concessão da prestação dos serviços para empresas privadas. Entretanto, cada município deve possuir o seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e ainda cabe ao poder público realizar a gestão dos recursos e serviços, bem como a fiscalização da execução.

De forma sucinta, as principais etapas do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, descritas conforme o Manual do Saneamento (FUNASA, 2019) são:

- Coleta: geralmente, a coleta ocorre na modalidade “porta a porta”, entretanto, quando o acesso aos domicílios é difícil, é utilizada a coleta “ponto a ponto”. Ainda, a coleta pode ser dividida em dois tipos: convencional, na qual a fonte geradora disponibiliza os resíduos para coleta sem segregação prévia, gerando perdas na recuperação dos resíduos sólidos; e coleta seletiva, quando há separação dos materiais (rejeitos, resíduos orgânicos e resíduos secos) na fonte;
- Transporte: os RSU precisam ser transportados em veículos pelas infraestruturas viárias até chegarem aos seus locais de destinos, sejam locais provisórios ou permanentes. Demanda um grande planejamento para que os veículos realizem as rotas de coleta nos dias e horários estabelecidos pelo órgão gestor;
- Destinação final: esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação pelos processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis para os RSU, os rejeitos devem ser encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada.

Figura 3: Principais etapas do sistema de gerenciamento de RSU.



Fonte: SNIS (2021).

3.1.4 Impactos ambientais, econômicos e sociais

Os resíduos sólidos urbanos (RSU), sobretudo nos grandes centros, têm sido motivo de preocupação para a população e para os gestores públicos responsáveis pelo seu gerenciamento, pois envolvem custos e necessitam de ações para diminuir os impactos ambientais, econômicos e sociais, caso sejam negligenciados.

De acordo com a FUNASA (2019), a produção exagerada de resíduos sólidos e a sua disposição irregular pode contribuir para riscos nos âmbitos:

- Ambiental: poluição do ar, das águas, do solo, estética, bem como promover impactos negativos sobre a fauna e flora dos ecossistemas locais;
- Sanitário: proliferação de vetores e, conseqüentemente, ocorrência de doenças;

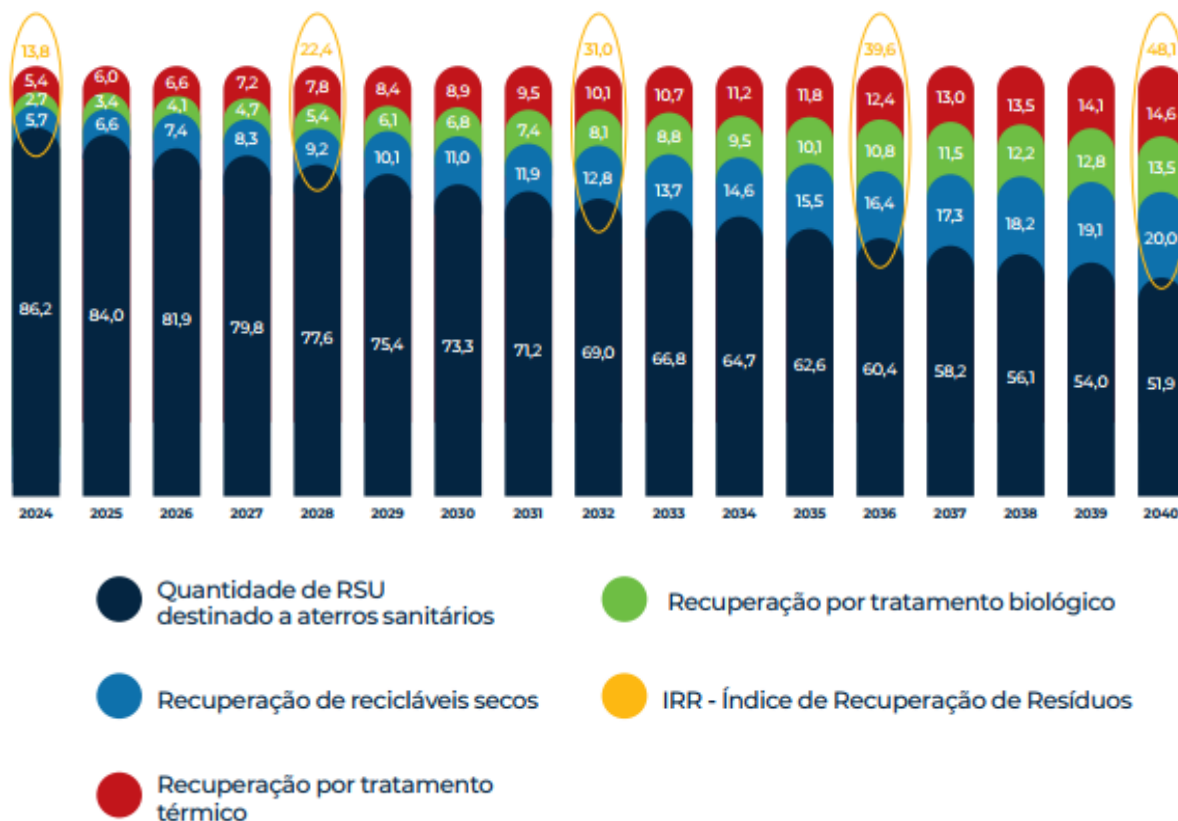
- Social: riscos de acidentes com materiais perfurocortantes e de contato direto com infectantes perigosos, além de ter maior impacto nas comunidades em situação de vulnerabilidade;
- Econômico: desperdício de recursos naturais, custos de tratamento, armazenamento e disposição.

Para o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007, com a nova redação trazida pela Lei nº 14.026/2020), o conjunto de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é um dos quatro componentes do saneamento básico, sendo constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana. Esse serviço é essencial para eliminar ambientes favoráveis à propagação de vetores de doenças, fontes poluidoras de águas superficiais e subterrâneas e obstrução de infraestruturas de drenagem das águas das chuvas. Com isso, promovem a melhoria da saúde pública, da qualidade de vida e da sustentabilidade ambiental, bem como a geração de emprego e renda.

3.2 COLETA SELETIVA E RECICLAGEM NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), instituído por meio do Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022, é um importante instrumento da PNRS pois apresenta diretrizes, estratégias, ações e metas para melhorar a gestão de resíduos sólidos no Brasil. Além do encerramento de todos os lixões, é previsto o aumento da recuperação de resíduos para cerca de 50% em 20 anos. Assim, metade do lixo gerado deverá deixar de ser aterrado e passará a ser reaproveitado por meio da reciclagem, compostagem, biodigestão e recuperação energética, conforme ilustrado na Figura 4. Atualmente, de acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), cerca de 3,5% dos RSU são reciclados no país, o que é um índice muito baixo comparado a países desenvolvidos como Alemanha (56,1%), Áustria (53,8%), Coreia do Sul (53,7%), País de Gales (52,2%) e Suíça (49,7%) de seus resíduos municipais (World Economic Forum, 2017).

Figura 4: Metas do Planares por tipo de destinação final de RSU (%).



Fonte: ABRELPE (2022).

A coleta seletiva, por sua vez, pode acontecer com a separação entre resíduos secos e úmidos ou, de forma mais complexa, separando-se os secos, os orgânicos e os rejeitos, tal qual preconizado pela legislação, mas que ainda está longe de ser realidade na maior parte do país.

Segundo dados da ABRELPE (2022), em 2021, o número de municípios que apresentaram alguma iniciativa de coleta seletiva foi de 75,1% do total do país. Importante destacar, porém, que em muitos municípios as atividades de coleta seletiva ainda não abrangem a totalidade da população, podendo ser iniciativas pontuais.

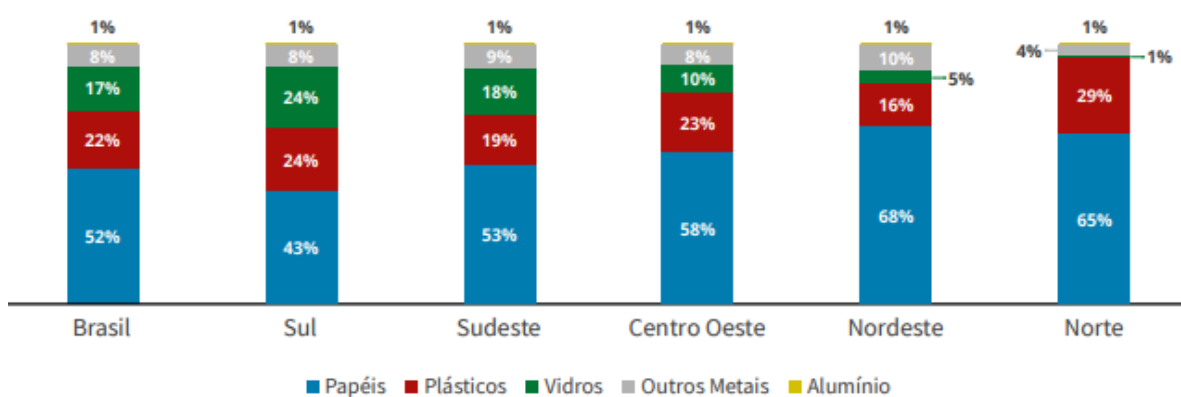
A implantação da coleta seletiva (porta a porta, pontos de entrega voluntária (PEV) ou outra modalidade) de resíduos sólidos urbanos é de responsabilidade dos municípios, titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (PNRS, art. 36, inciso II), que deverão estabelecer nos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos as metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final.

3.2.1. Reciclagem dos materiais secos

O resíduo reciclável seco é todo tipo de material que não esteja contaminado ou sujo por outras substâncias orgânicas ou não. Em outras palavras, são todos os materiais que podem ser em que podem ser absorvidos como matéria-prima nos ciclos produtivos, sendo reintroduzidos para a confecção de novos produtos, em substituição à matéria-prima virgem obtida a partir da extração dos recursos naturais.

Em geral os resíduos separados nessa categoria são compostos pelo conjunto de materiais: papel e celulose, petroquímica (plásticos), metalmecânica (metais) e minerais não metálicos (vidro). No entanto, no dia a dia dos catadores durante o serviço de triagem desses materiais, uma subdivisão que alcança mais de 40 grupos de materiais separados para a comercialização (SNIS, 2021).

Figura 5: Proporção da Quantidade de Resíduos Sólidos Comercializados por tipo de Material.

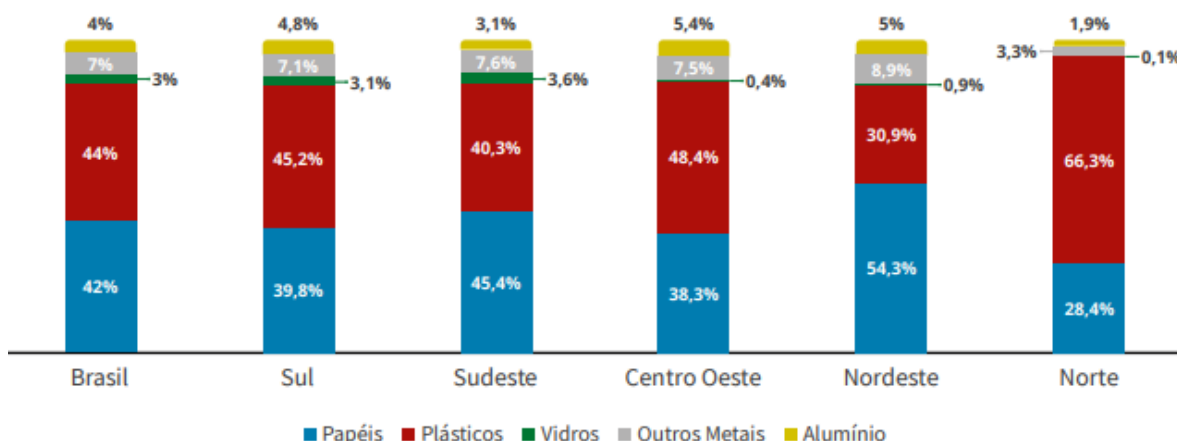


Fonte: ANCAT (2021).

O Anuário da Reciclagem 2021 elaborado pela Associação Nacional de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT), levando em consideração os dados de quantidades comercializadas por tipo de material reciclável, em ordem, os resíduos sólidos mais recuperados pelas organizações de catadores no Brasil são: papel (52%), plástico (22%), vidro (17%), outros metais (8%) e alumínio (1%), conforme ilustra a Figura 5.

Entretanto, na proporção do faturamento por material vendido ilustrado na Figura 6, há um destaque para a comercialização de plásticos, a qual possui a maior participação do Brasil, equivalente a 44%. Já o papel representa 42% do total faturado com a venda dos materiais. O vidro é o material com a menor representatividade, alcançando 3% do total. A média nacional dos preços, por quilo, dos materiais reciclados são: papel R\$ 0,40/kg; plástico R\$ 1,04/kg; vidro R\$ 0,15/kg; outros metais R\$ 3,04/kg e alumínio R\$ 3,87/kg (ANCAT, 2021).

Figura 6: Proporção do Faturamento com a Comercialização de Resíduos Sólidos por tipo de Material.



Fonte: ANCAT (2021).

Os índices de recuperação de materiais recicláveis no Brasil são influenciados por um conjunto de fatores, dentre os quais a sazonalidade do mercado, a situação econômica do país, a distribuição geográfica da indústria e a existência de mercado consumidor (PLANARES, 2022). A média *per capita* de massa coletada em qualquer modalidade de coleta seletiva no Brasil foi de 15,3 kg/hab.ano (SNIS, 2020).

De acordo com os estudos da ABRELPE (2021), há uma mudança no perfil de geração de resíduos, com uma redução no percentual de resíduos orgânicos descartados e um aumento no percentual dos resíduos recicláveis das embalagens dos descartáveis. Com este crescimento e principalmente com essa mudança no perfil de geração de resíduos sólidos, há um maior volume de recicláveis que podem ser aproveitados, que podem ser encaminhados para processos de recuperação e valorização, demandando mais infraestrutura para sua coleta para sua separação, de forma a viabilizar esse seu aproveitamento.

3.2.2. Economia circular

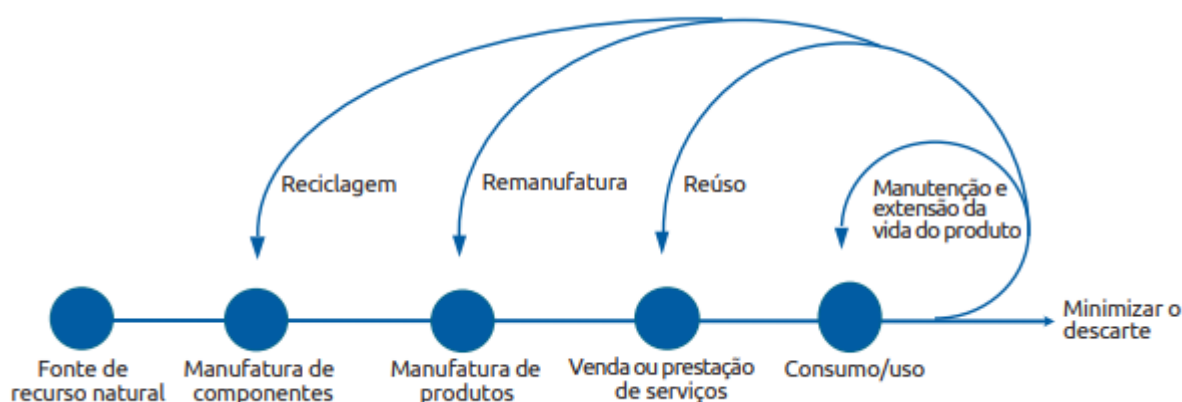
A economia circular é um conceito que associa desenvolvimento econômico a um melhor uso de recursos naturais, por meio de novos modelos de negócios e da otimização nos processos de fabricação com menor dependência de matéria-prima, priorizando insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis (CNI, 2019). No Brasil, a PNRS é a que está mais associada aos conceitos de circularidade, estimulando a redução da geração de resíduos, a logística reversa e a reciclagem, compartilhando as responsabilidades pela gestão e destinação de resíduos

Cada vez torna-se mais relevante e necessário a incorporação de novas dinâmicas para que se alcance uma efetiva proteção do meio ambiente, com o encerramento das práticas inadequadas, e se viabilize a transição rumo a um modelo econômico circular. O padrão atual

de produção no mundo é linear, baseado na extração de matéria prima, transformação, uso e descarte de resíduos, o que trouxe um crescimento econômico sem precedentes. Se o consumo de recursos naturais se mantiver nesse modelo, as reservas disponíveis para alguns materiais se esgotarão em algumas décadas (PLANARES, 2022).

Um modelo de economia circular ideal é aquele no qual se prioriza a redução, a reutilização e a reintrodução dos materiais ao longo da cadeia produtiva de forma eficiente (Figura 7), reduzindo a pressão sobre os recursos naturais, as emissões de GEE (gases de efeito estufa), o desperdício, a geração de rejeitos e a poluição.

Figura 7: Formas de recirculação de recursos.



Fonte: CNI (2019).

Dentre as diretrizes do PLANARES, estão algumas estratégias visando romper o modelo econômico linear, baseado na dinâmica extrair, transformar e descartar. É possível destacar as seguintes estratégias:

- Estratégia 3: Incentivar estudos técnicos e científicos de mapeamento e identificação de materiais resultantes do processo produtivo que possam ser utilizados como insumos e matérias-primas em outros processos produtivos, substituindo o uso de matérias-primas virgens e estimulando a economia circular;
- Estratégia 21: Estimular a incorporação dos princípios de economia circular nos processos de design, produção e comércio.

Tal conceito também está nas diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) para a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) com o ODS 12 – Consumo e Produção Sustentáveis, com ênfase à meta 12.5: até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização (IPEA, 2022).

É notório que a adoção da economia circular para o desenvolvimento do país está em consonância com as diretrizes da legislação de RSU e sustentabilidade, de modo a promover um meio ambiente mais saudável, com novas oportunidades de trabalho, reduzindo os desperdícios e demandando maiores investimento em ciência e tecnologia.

3.2.3. Logística reversa

Com a vigência da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), a logística reversa foi estabelecida como um dos instrumentos de implementação do princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Dentre os produtos, os principais são:

- Defensivos agrícolas, seus resíduos e embalagens;
- Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- Pneus inservíveis;
- Lâmpadas fluorescentes;
- Medicamentos;
- Equipamentos eletroeletrônicos e seus componentes;
- Pilhas e baterias.

De acordo com a PNRS, a responsabilidade compartilhada deve ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. Estes são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos. Tem como objetivo:

- Compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis;
- Promover o aproveitamento de resíduos sólidos, dentro da mesma cadeia produtiva ou de outras;
- Reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais;
- Incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade;

- Estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis;
- Propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade;
- Incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental.

Trata-se de um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada, ou seja, inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (FIEP, 2014).

Apesar da Logística Reversa já ser responsabilidade (imposta pela Lei 12.305/10) de todos os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, apenas algumas empresas possuem um sistema de logística reversa estruturado, que atenda de modo efetivo os consumidores.

3.2.4. Papel das cooperativas na gestão dos RSU

Uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis é uma sociedade autônoma, com características de microempresa de seleção e comercialização de materiais recicláveis, sem fins lucrativos e de natureza civil (FUNASA, 2019).

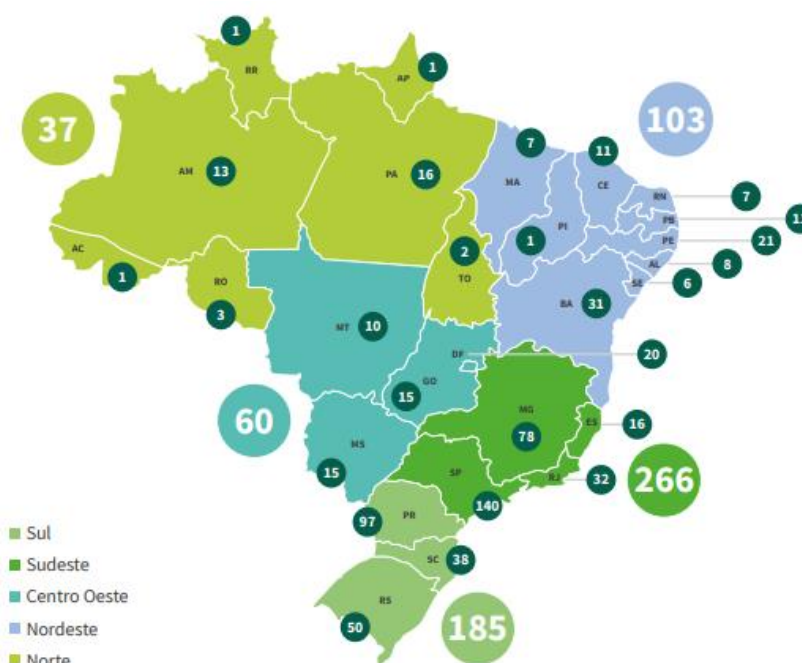
A PNRS em seu Art. 8º prevê, dentre seus instrumentos, o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (BRASIL, 2010). Ainda, no Art. 18, que dispõe sobre a elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, estabelece que serão priorizados no acesso aos recursos da União os Municípios que implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda (BRASIL, 2010, Art. 18. § 1º, II).

As organizações de catadores trabalham, normalmente, com materiais oriundos da coleta seletiva municipal, de roteiros próprios de coleta seletiva domiciliar, de grandes geradores e pontos de entrega voluntária (PEVs). A importância do trabalho ambiental das

organizações de catadores reside no fato de que as cooperativas recebem e fazem a triagem de diversos materiais recicláveis, de modo a possibilitar que sejam absorvidos pela indústria (PLANARES, 2022).

Verifica-se, porém, um conjunto de fatores inter-relacionados que influenciam a viabilidade econômica da atividade e afetam os índices de reciclagem no país. Dentre esses fatores, vale ressaltar a dispersão territorial das organizações de catadores e a distribuição territorial da indústria da reciclagem (ANCAT, 2021). A Figura 8 destaca a distribuição das organizações de catadores no país, com destaque para as regiões Sudeste e Sul, como as que apresentam o maior número de unidades.

Figura 8: Distribuição Territorial das Organizações de Catadores.



Fonte: ANCAT (2021).

A diferença da distribuição de organizações entre as unidades federativas e municípios pode ser consequência de diversas características, como o número de habitantes, grau de urbanização e nível e tipo de atividade econômica (ANCAT, 2021).

Dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) apontam que os catadores são responsáveis por quase 90% do lixo reciclado no Brasil. No entanto, a catação de materiais recicláveis é uma atividade desprotegida, exercida em grande medida em condições de precariedade e insalubridade extremas envolvidas por riscos sanitários, ergonômicos, acidentes, violência física e moral, além do desgaste psicológico pelo forte estigma relacionado com a figura do catador (COSTA, 2018).

No último Censo Demográfico, feito em 2010 pelo IBGE, 387.910 pessoas declararam ter como atividade econômica principal a coleta e comercialização de materiais recicláveis. Estima-se a existência de 1.175 cooperativas e associações no Brasil. Todavia, o IPEA (2012) argumenta que esse quantitativo poderia ser superior ao total registrado, pois muitos catadores e catadoras, por não possuir domicílios fixos, acabam não fazendo parte dos registros oficiais.

Também para a PNRS, a seguinte ordem de prioridade para a gestão e gerenciamento de resíduos deve ser observada: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Dessa forma, a reciclagem, ou seja, o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, é uma forma de atendimento às diretrizes da PNRS, que pode ser viabilizada e alcançada com a atuação das cooperativas de materiais recicláveis no país.

Com isso, a criação e atuação das cooperativas promovem a melhoria da saúde pública, da qualidade de vida e da sustentabilidade ambiental, bem como a geração de emprego e renda. A importância do trabalho ambiental das organizações de catadores reside no fato de que as cooperativas recebem e fazem a triagem de diversos materiais recicláveis, de modo a possibilitar que sejam absorvidos pela indústria, além de gerarem emprego e renda (ANCAT, 2021). O mercado de reciclagem vem ganhando cada vez mais importância no Brasil a partir da sanção e vigência da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei 12 305, de 2010, que trouxe uma série de princípios e diretrizes para um melhor aproveitamento de resíduos e utilização como um recurso.

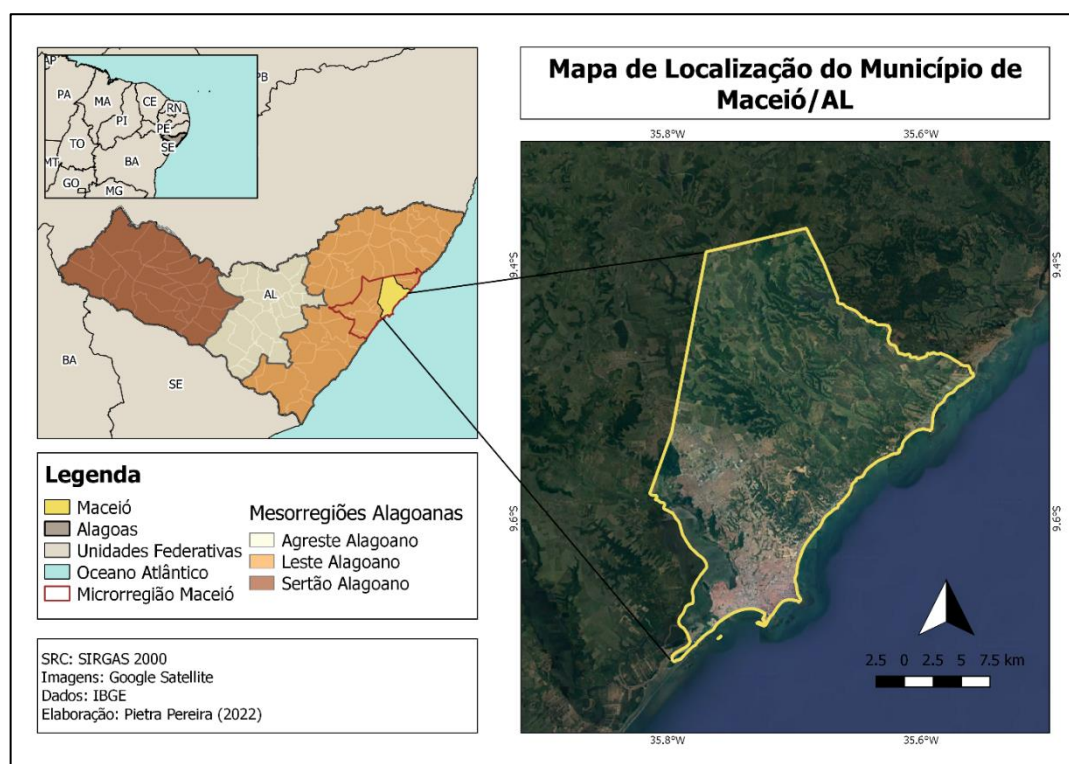
O Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) pontua a importância da organização de mais associações ou cooperativas nos municípios brasileiros (PERS, 2015). Além da criação de novas associações, é fundamental que estas organizações se articulem com outras associações de catadores atuantes em uma mesma cidade ou região, a fim de adquirir maior capacidade competitiva e poder de influência no mercado de reciclagem, inclusive com possibilidade de participação na regulação dos preços de venda dos materiais e pelo estabelecimento de contatos diretos com as indústrias recicladoras.

Mesmo que as iniciativas de coleta seletiva estejam presentes na maioria dos municípios brasileiros, estas ocorrem de forma incipiente em muitos locais, o que reflete na sobrecarga do sistema de destinação final e na extração de recursos naturais, muitos já próximos do esgotamento.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Maceió, capital do estado de Alagoas, limita-se ao Norte com os municípios de Paripueira e São Luís do Quitunde, ao Sul com Marechal Deodoro e Barra de São Miguel, ao Leste com o Oceano Atlântico e ao Oeste com os municípios de Rio Largo, Satuba, Santa Luzia do Norte e Coqueiro Seco. Está situado na mesorregião do Leste Alagoano, na microrregião de Maceió, com uma área de 509,32 km² (Figura 9).

Figura 9: Mapa de Localização do Município de Maceió.



Fonte: Autora (2022).

Segundo o Perfil Socioeconômico de Alagoas realizado pelo Banco do Nordeste em 2015, Maceió é o principal centro econômico e um dos principais polos turísticos no estado. É um dos maiores produtores brasileiros de sal-gema e possui estrutura produtiva diversificada, com indústrias químicas, de açúcar e álcool, de cimento e alimentícias, além de grande potencial turístico por suas belezas naturais, como as praias, e grande diversidade cultural e de artesanato.

Segundo dados fornecidos pelo último Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, Maceió possuía 932.748 habitantes e densidade demográfica de 1.854,10 hab/km², com uma população estimada para 2021 de 1.031.597 habitantes.

A geração *per capita* no município, de acordo com os dados do SNIS para o ano de 2020, é de 1,03 kg de resíduos por habitante, superior às médias de geração do estado e do país (0,77 e 0,88 kg/hab./dia, respectivamente). Ainda, o custo *per capita* com despesas referentes aos RSU em 2019 foi de R\$ 130,77.

O estudo realizado por Silva *et al.* (2021) traz um comparativo da composição e geração *per capita* dos RSU de Maceió no decorrer do tempo e é possível observar uma variação tanto no quantitativo gerado pelos maceioenses quanto nos percentuais das frações que compõem o RSU (orgânico, reciclável e rejeito) na Tabela 1.

Tabela 1: Composições Gravimétricas dos RSU de Maceió.

Autores e ano de publicação	Geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	Rejeito (%)	Reciclável (%)	Orgânico (%)
Farias e Souza (1996)	0,86	23,50	29,90	52,60
Jucá (2002)	1,35	16,00	34,0	50,00
Cunha (2005)	0,84	113,00	37,70	51,00
Tavares (2008)	0,90	17,90	25,5	56,60
Silva <i>et. al</i> (2021)	0,98	12,23	20,32	67,45

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2021).

3.4 CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS URBANOS DE MACEIÓ

Tavares (2007) observou em seu estudo que a composição gravimétrica do resíduo da cidade de Maceió parece acompanhar os aspectos da variação socioeconômica e épocas festivas, além de que as regiões mais favorecidas economicamente apresentaram maior potencial de reciclagem e menor potencial de compostagem, enquanto as menos favorecidas economicamente apresentaram comportamento contrário. O estudo mais recente de Silva *et al.* (2021) também corrobora tais informações.

Segundo o Plano Diretor de Maceió, o município possui cinquenta bairros agrupados em oito Regiões Administrativas (RA) como unidades de gestão urbana. Para fins de planejamento, controle, fiscalização e monitoramento do desenvolvimento urbano e ambiental, ficam estabelecidas as divisões de acordo com a Tabela 2. Essa divisão dos bairros com características similares permite a adoção de práticas mais estratégicas no município.

Tabela 2: Regiões Administrativas de Maceió segundo o Plano Diretor Municipal.

Região Administrativa	Bairros
1	Poço, Ponta Verde, Jaraguá, Jatiúca, Ponta da Terra, Mangabeiras e Pajuçara
2	Centro, Vergel do Lago, Pontal da Barra, Ponta Grossa, Trapiche da Barra, Levada e Prado
3	Farol, Pitanguinha, Pinheiro, Gruta de Lourdes, Canaã, Santo Amaro, Jardim Petrópolis e Ouro Preto
4	Mutange, Bebedouro, Petrópolis, Santa Amélia, Bom Parto, Chã de Bebedouro, Fernão Velho, Rio Novo e Chã de Jaqueira
5	Jacintinho, Barro Duro, Serraria, São Jorge e Feitosa
6	Benedito Bentes e Antares
7	Santos Dumont, Cidade Universitária, Santa Lúcia, Clima Bom e Tabuleiro dos Martins
8	Jacarecica, Guaxuma, Garça Torta, Cruz das Almas, Riacho Doce, Pescaria e Ipioca

Fonte: Prefeitura de Maceió (2005).

Cada RA (Região Administrativa) terá sua peculiaridade no perfil de geração de resíduos tendo em vista fatores climáticos, demográficos, culturais, socioeconômicos e sazonais, também comprovado pelo estudo de Silva *et al.* (2021). De forma resumida, os resultados obtidos no estudo de Silva *et al.* (2021) estão na Tabela 3.

Tabela 3: Frações dos RSU por RA de Maceió.

Região Administrativa	Orgânico (%)	Reciclável (%)	Rejeito (%)	Geração <i>per capita</i> (kg/dia)
1	72,27	19,50	8,23	0,87
2	70,52	16,60	12,87	0,68
3	58,20	24,15	17,65	0,68
4	66,15	22,37	11,47	0,53
5	68,90	20,55	10,55	0,58
6	62,20	19,10	18,70	0,55
7	68,00	23,35	8,65	0,44
8	73,55	16,93	9,72	0,41
Média	67,45	20,32	12,23	0,59

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2021).

A ABRELPE destaca a importância dos municípios em conduzir periodicamente estudos sobre a composição dos resíduos, de forma a conhecer e acompanhar as mudanças ao longo dos anos, bem como para orientar as melhores ações e processos a serem desenvolvidos no âmbito das administrações municipais (ABRELPE, 2020).

3.5 COOPERATIVAS DE RECICLAGEM DE MACEIÓ

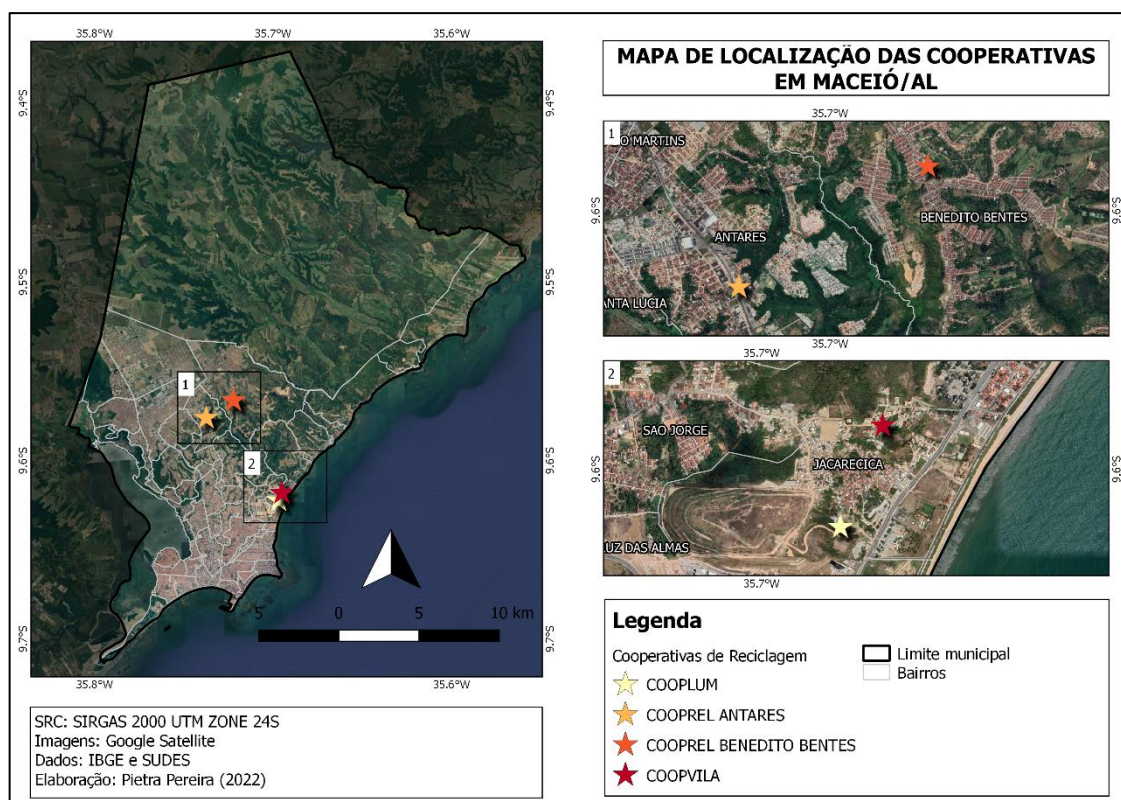
A coleta dos resíduos recicláveis em Maceió é feita através das quatro cooperativas de catadores de reciclagem de resíduos sólidos, sendo estas descritas na Tabela 4 e na Figura 10.

Tabela 4: Relação das Cooperativas e sua Localização em Maceió.

Cooperativa	Endereço
Cooperativa de Recicladores de Lixo Urbano de Maceió (Cooplum)	Av. Comendador Gustavo Paiva, s/n, Jacarecica
Cooperativa dos Catadores da Vila Emater (Coopvila)	Rua do Livramento, s/n, Vila Emater II, São Jorge
Cooperativa dos Recicladores de Alagoas (Cooprel Antares)	Rua em Projeto A, nº 05, Antares
Cooperativa dos Recicladores de Alagoas (Cooprel Benedito Bentes)	Rua Antônio Correia Lins, Conj. Moacir Andrade, nº 54, Benedito Bentes II

Fonte: SUDES (2022).

Figura 10: Localização das Cooperativas em Maceió.



Fonte: Autora (2022).

Elucida-se que a prestação de serviços de coleta seletiva, bem como triagem, classificação, armazenamento e comercialização dos resíduos recicláveis, ações de educação ambiental e destinação adequada dos resíduos, a serem efetuados por associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis foi regida sob o Edital de Chamamento Público Nº 01/2017, que possibilitou contratar as cooperativas de recicladores supracitadas (MACEIÓ, 2017).

As cooperativas realizam a coleta, triagem e comercialização dos quatro principais produtos: papel, papelão, plástico, metais e vidros. Atualmente, também está ocorrendo o recebimento de óleo de cozinha usado e de dispositivos eletrônicos. Após o encerramento do lixão na capital em 2010, muitos catadores foram exercer a atividade informalmente nas ruas, ou seja, trabalhando sem vínculo com cooperativas ou associações de catadores e outra parte foi absorvida pelo mercado da construção civil ou por empresas prestadoras de serviço de gestão de resíduos sólidos (PERS, 2015).

O município de Maceió conta atualmente com duas formas de coleta seletiva: a coleta seletiva “porta a porta”, na qual as cooperativas realizam suas rotas de coleta dos materiais recicláveis em suas respectivas áreas de atuação, e por meio dos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), nos quais os geradores entregam voluntariamente os resíduos próprios à reciclagem. Ainda, os Ecopontos fazem o recebimento dos materiais recicláveis, que posteriormente são recolhidos para reaproveitamento por parte das cooperativas.

A coleta seletiva demanda um custo mensal para a Prefeitura de Maceió por meio da Superintendência Municipal de Desenvolvimento Sustentável (SUDES) correspondente ao serviço de coleta seletiva de resíduos sólidos recicláveis, bem como triagem, classificação, armazenamento e comercialização destes resíduos coletados, destinação correta e ações de educação ambiental.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Maceió (PMGIRS) retrata que a receita com cobrança de taxas e tarifas no município é insuficiente para cobrir todas as despesas com serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos. A Tabela 5 mostra a relação entre as despesas e receitas de RSU, chegando a um valor arrecadado que custeia somente 15,6% das despesas em 2014.

Tabela 5: Informações sobre Despesas e Receitas com Gestão de RSU.

	2011	2012	2013	2014
População	942.484 hab.	952.760 hab.	996.072 hab.	999.628 hab.
Despesa total com serviços de manejo de RSU	R\$ 129.445.952,63	R\$ 113.067.746,50	R\$ 111.176.029,40	R\$ 97.797.000,00
Receita orçada com cobrança de taxas e tarifas	R\$ 12.305.332,00	R\$ 14.370.492,00	R\$ 18.309.989,00	R\$ 12.604.176,00
Receita arrecadada com cobrança de taxas e tarifas	R\$ 10.257.121,06	R\$ 10;350.491,80	R\$ 12.745.388,07	R\$ 15.250.292,23
Déficit de arrecadação	92,1%	90,8%	88,5%	84,4%

Fonte: Adaptado do PMGIRS (2017).

Barbosa (2021) em seu estudo destacou a necessidade de realizar ações para conscientizar e intensificar a participação da população maceioense na coleta seletiva, gerando um aumento no percentual reaproveitado pelas cooperativas, minimizando o material destinado à CTR/MA e, conseqüentemente, os custos municipais com manejo de RSU.

3.6 ECOPONTOS

Já resíduos de construção civil, poda, materiais recicláveis e resíduos volumosos de até 1 m³ podem ser destinados aos Ecopontos, que são instalações localizadas na zona urbana para receber os RCCs de pequenos geradores considerando cargas de no máximo 1 m³ para que a prefeitura municipal realize a coleta destes gratuitamente, evitando que sejam criados espaços de destinação inadequada destes resíduos (PERS, 2015). É vetado o recebimento de resíduos de outra natureza, evitando geração de mau cheiro e de proliferação de vetores de doenças.

Possuem acesso controlado e disponibilizam de segurança integral. A infraestrutura do local é composta por uma rampa que dá acesso ao local de descarte que é feito nos equipamentos para acondicionamento correto dos materiais, sendo segregados internamente em compartimentos para cada tipo de resíduo sólido disposto, posteriormente, é realizada a coleta destes materiais e transportados pelas empresas terceirizadas para seu destino, para tratamento conforme as características de cada tipo de material.

É de suma importância que tal equipamento seja bem-localizado, de fácil acesso pela população, e amplamente divulgado de modo a alertar e despertar a conscientização dos usuários sobre a importância e necessidade da destinação correta dos resíduos. Também é

desejável que sua instalação seja feita em pontos com ocorrência frequente de descarte irregular dos resíduos citados acima.

Segundo o Art. 18º, § 2º do Código Municipal de Limpeza Urbana de Maceió, instituído pela Lei nº 6.933, de 04 de setembro de 2019, o órgão responsável pela limpeza urbana de Maceió deverá dispor de, no mínimo, uma área para recebimento de resíduos da construção civil, denominada Ecoponto, por Região Administrativa (MACEIÓ, 2019). Já a Lei nº 6.755, de 24 de maio de 2018, que estabelece a Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Maceió (PMSB), prevê a instalação de 40 Ecopontos para atender às demandas da população maceioense (MACEIÓ, 2018).

Atualmente, existem 5 Ecopontos distribuídos nos bairros de Pajuçara, Tabuleiro, Santa Lúcia, Cidade Universitária e Vergel do Lago.

4 MÉTODOS

Para a elaboração do presente estudo sobre a contribuição das cooperativas na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) de Maceió/AL será feito um levantamento sobre o serviço de coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos no município, bem como a geração da população maceioense tendo em vista o perfil socioeconômico.

4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Será realizado um levantamento bibliográfico de artigos publicados por pesquisadores da área de resíduos sólidos no âmbito da cidade de Maceió, assim como outras cidades no país que sirvam como modelo para adoção de políticas públicas para fomento da coleta seletiva e reaproveitamento dos resíduos gerados.

Também será feita uma revisão quanto à legislação vigente no que tange à temática de resíduos sólidos e coleta seletiva, seja no âmbito federal, estadual e/ou municipal.

4.2 GEORREFERENCIAMENTO

Para gerar mapas para especializar e auxiliar na visualização dos dados obtidos no estudo, além de dar suporte às análises realizadas, serão gerados mapas com o auxílio do *QGIS*, um *software* livre com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica (SIG).

4.3 AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS DESTINADOS AO ATERRO SANITÁRIO

Com os dados fornecidos pelo órgão gestor municipal (SUDES) e pela concessionária V2 Ambiental SPE, será possível analisar e comparar o quantitativo destinado ao aterro sanitário dos resíduos IIA e IIB ao crescimento da população maceioense. Também será feita uma análise dos custos demandados pela Prefeitura de Maceió no que diz respeito à coleta, transporte e destinação final destes resíduos, a partir de dados fornecidos pela SUDES.

4.4 AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS RECUPERADOS PELAS COOPERATIVAS

Analisar a abrangência das Cooperativas de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis no município de Maceió bem como analisar o crescimento da recuperação dos principais materiais (papel, plástico, metal e vidro) pelas cooperativas durante o período de

contratação pela Prefeitura de Maceió com os dados fornecidos pelo órgão gestor municipal (SUDES) e as quatro cooperativas contratadas (Coopvila, Cooprel Antares, Cooprel Benedito Bentes e Cooplum). Também será feita uma análise dos custos demandados pela Prefeitura de Maceió no que diz respeito à coleta seletiva destes resíduos.

4.5 LEVANTAMENTO SOCIOECONÔMICO DA POPULAÇÃO

Tendo em vista a influência dos aspectos socioeconômicos e culturais da população na quantidade e tipo de resíduos gerados, serão obtidos dados através do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) e do último Censo Demográfico de 2010 dos 50 bairros de Maceió informações que agreguem à análise de geração *per capita* e perfil dos resíduos gerados, tais como número de domicílios, número de moradores, renda mensal, entre outros.

4.6 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

Serão obtidos dados referentes à dados de gravimetria dos resíduos sólidos de Maceió mediante à disponibilização pela concessionária do aterro sanitário e pela SUDES. Também serão analisadas informações já existentes na literatura para o município e suas Regiões Administrativas.

4.7 IMPACTO DAS COOPERATIVAS NA GESTÃO DOS RSU NO MUNICÍPIO

Após coleta e análise dos dados citados anteriormente, avaliar os impactos das cooperativas nos resíduos destinados à Central de Tratamento de Resíduos de Maceió (CTR/MA) do ponto de vista de composição gravimétrica dos resíduos, assim como nos custos operacionais na gestão dos RSU.

Por fim, serão feitas sugestões de ações e alternativas para melhoria na gestão de RSU no município, sobretudo da coleta seletiva, a partir da elaboração de uma matriz de decisões com base no perfil socioeconômico e, conseqüentemente, de geração da população nas RA de Maceió, número de PEVs, número de Ecopontos, percentual de atendimento pela coleta seletiva porta a porta e número de pontos de descarte irregular.

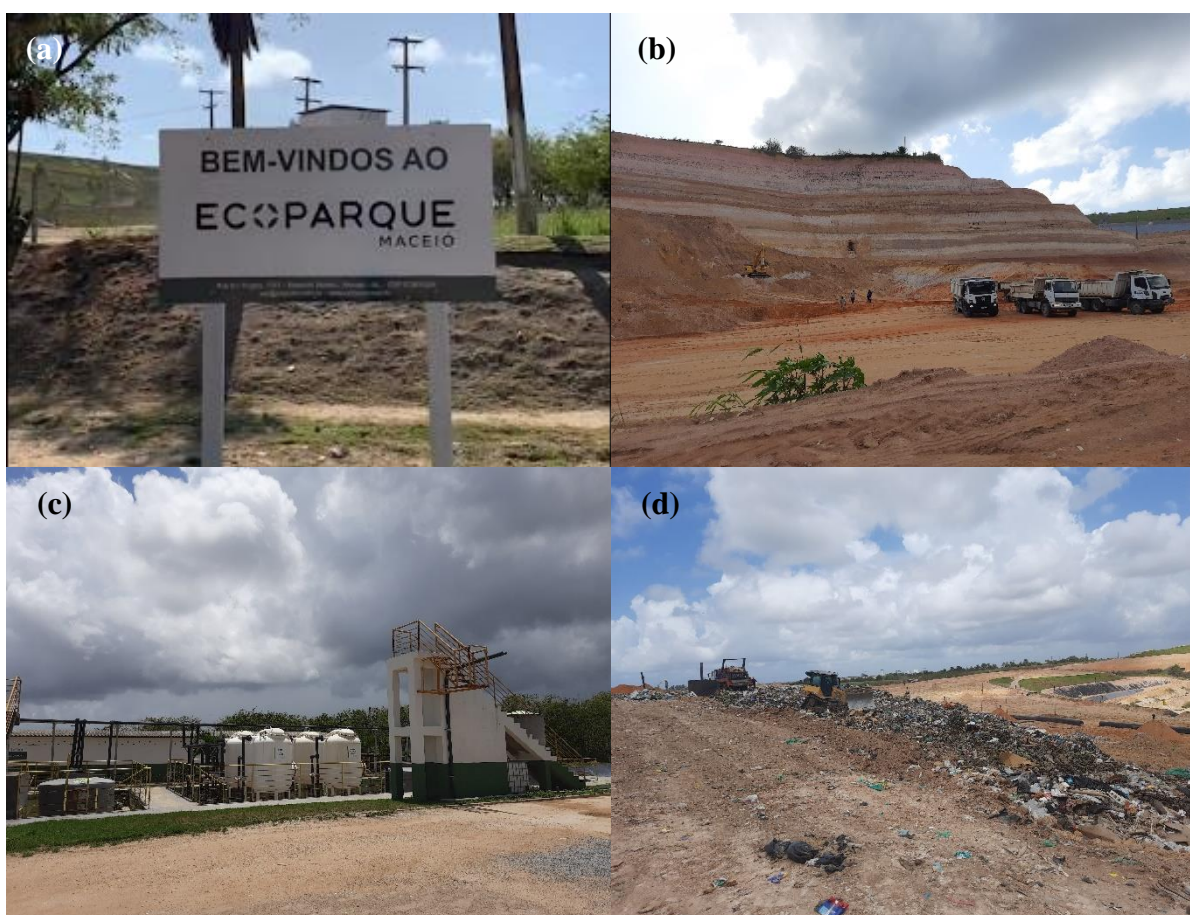
5 RESULTADOS

5.1 PANORAMA DA GESTÃO E MANEJO DOS RSU EM MACEIÓ/AL

Segundo a Superintendência Municipal de Desenvolvimento Sustentável (SUDES), os resíduos do tipo Classe IIA e Classe IIB (não perigosos não-inertes e inertes, respectivamente) do município de Maceió/AL são dispostos no Ecoparque Maceió (anteriormente chamado de Central de Tratamento de Resíduos de Maceió CTR/MA) (

Figura 11).

Figura 11: Imagens do Ecoparque Maceió. (a) Acesso; (b) Célula de resíduos Classe IIA em implantação; (c) Estação de Tratamento de lixiviados; (d) Célula de resíduos Classe IIA em operação.



Fonte: Autora (2023).

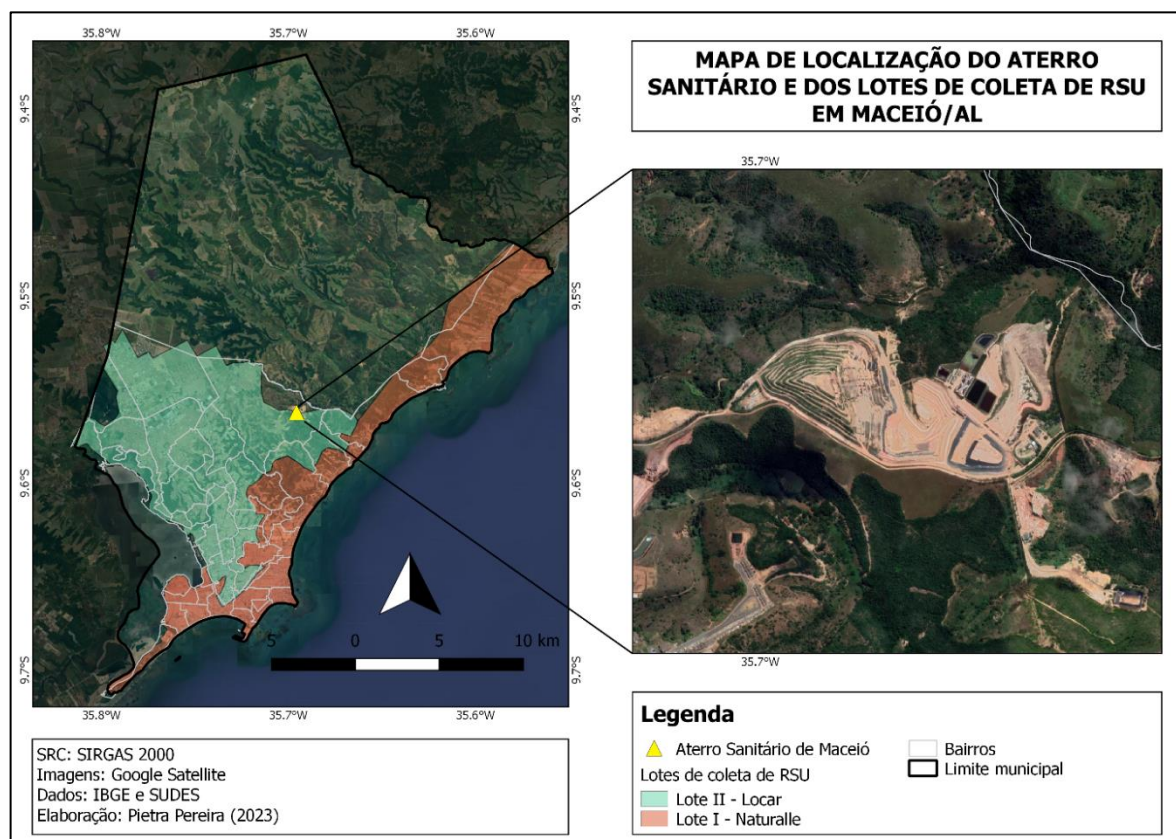
Até maio de 2010 os RSU eram dispostos no Antigo Vazadouro de Maceió, situado no bairro de Cruz das Almas, e não possuía nenhum tipo de impermeabilização, sistema de drenagem de lixiviados e gases e cobertura diária do lixo, sendo um local ambientalmente inadequado para a disposição dos materiais. Destaca-se que Alagoas foi o primeiro estado do nordeste a encerrar as atividades de todos os lixões em seu território, ato preconizado no Marco Legal do Saneamento. Atualmente, o local está sob processo de recuperação da área degradada,

com drenagem e tratamento do chorume gerado, delimitação e cercamento da área, cobertura dos resíduos e retaludamento.

O aterro sanitário, que teve sua operação iniciada em junho de 2010 após o encerramento do lixão, foi operado inicialmente pela empresa V2 Ambiental SPE S/A e é atualmente pela empresa Orizon Meio Ambiente S.A., e recebe os resíduos domiciliares, entulho, podaço e supressão destinados pela Prefeitura de Maceió por meio de duas empresas terceirizadas: Naturalle Tratamento de Resíduos LTDA, responsável pelo Lote I, e pela Locar Saneamento Ambiental LTDA em substituição à Via Ambiental Engenharia e Serviços LTDA, responsável pelo Lote II, além de resíduos oriundos de outras empresas privadas que operam na capital.

A Figura 12 indica a localização do Ecoparque Maceió, bem como os lotes de atendimento de coleta do município (100% da área urbana). Também se ressalta que o aterro sanitário de Maceió é um aterro sanitário do tipo Aterro Classe II, ou seja, local onde são destinados resíduos urbanos provenientes do serviço de coleta municipal, resíduo não-perigoso classe IIA e IIB, e que recebe apenas os resíduos gerados no município de Maceió, não possuindo permissão para receber material de outras localidades, com dimensionamento de 20 anos de vida útil de operação.

Figura 12: Localização do Ecoparque Maceió e Lotes de Coleta de RSU.



Fonte: Autora (2023).

Destaca-se que o Ecoparque Maceió possui células para os resíduos Classe IIA e Classe IIB, além de uma célula de compostagem para os resíduos de poda e uma usina de reaproveitamento de Resíduos da Construção Civil (RCC). Anteriormente, havia a operação de uma célula exclusiva para animais mortos, a qual foi desativada em comum acordo entre Prefeitura e empresa prestadora de serviços.

Por fim, há um Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) para tratamento do lixiviado gerado e coletado pelas estruturas projetadas, que conta com um sistema de lagoas de estabilização (anaeróbia, aeróbia e de polimento) com aplicação de processos físico-químico, filtração (zeólita e carvão ativado), osmose reversa e nanofiltração com altos níveis de eficiência de remoção de DBO, DQO, amônia e sedimentos. No ano de 2021, houve uma geração de 178.882,98 m³ de lixiviado, uma média mensal de 14.906,92m³.

Ainda, destaca-se que os períodos de maior geração de chorume ocorrem na quadra chuvosa de Alagoas, período no qual ocorre um aumento dos índices pluviométricos no estado, entre os meses de abril e julho. Deste modo, a cidade de Maceió apresenta elevação da precipitação pluviométrica durante os meses supracitados e com chuvas convectivas durante a estação do verão, com ênfase no final de janeiro, aumentando o volume de lixiviado gerado.

O efluente tratado na ETE possui 4 destinos:

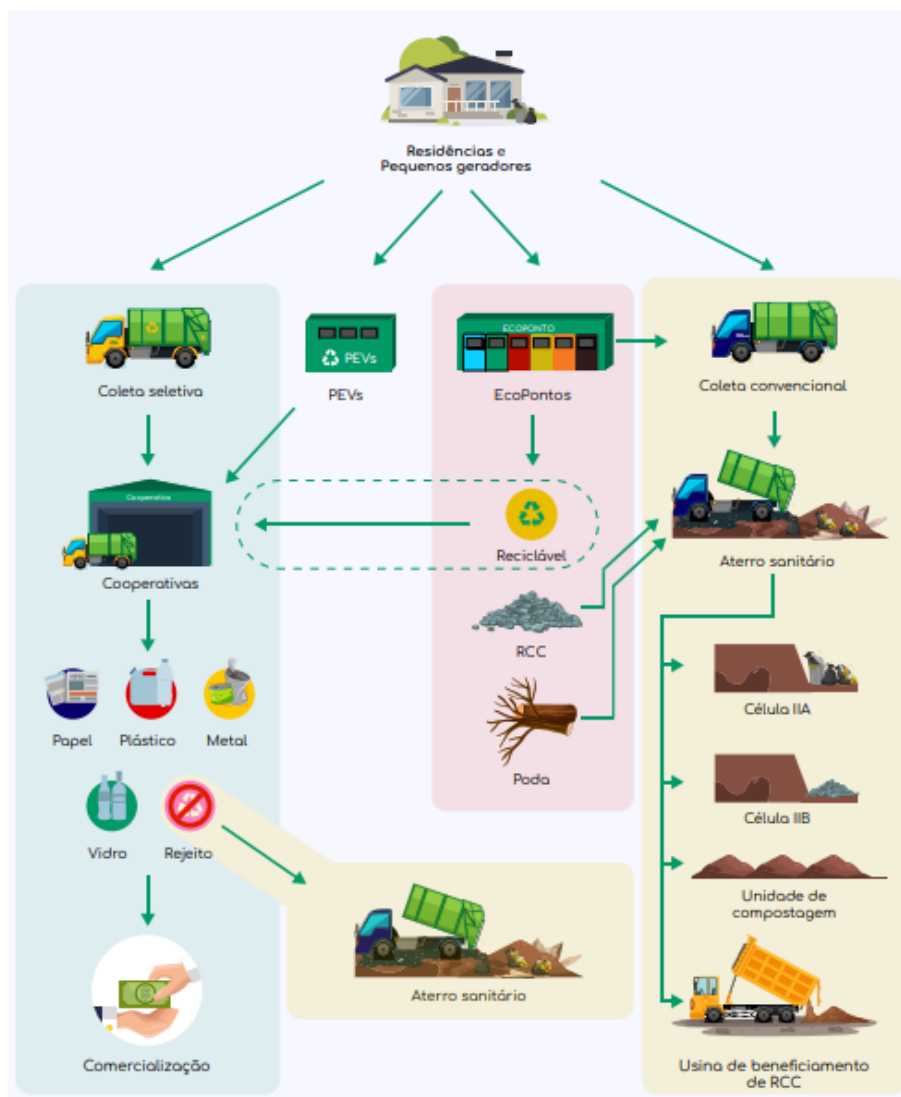
- Reúso no aterro sanitário para irrigação e para lavagem de pátios e similares;
- Emissário submarino de Maceió;
- Corpo d'água nas proximidades do aterro sanitário (conhecido como riacho Grota da Alegria, na bacia hidrográfica do rio Pratagy);
- Emissários externos à Alagoas quando há geração de volumes elevados (como Bahia e Pernambuco, por exemplo).

Segundo a Lei nº 6.933 de 04 de setembro 2019, a qual institui o Código Municipal de Limpeza Urbana no Município de Maceió, os geradores de resíduos podem ser classificados em dois tipos: os que geram até 100 L/dia ou 20 kg/dia de resíduo domiciliar (pequenos geradores), e os que geram excedam 100 L/dia ou 20 kg/dia de resíduo domiciliar ou que gerem resíduos sólidos especiais (grandes geradores). As empresas classificadas como grandes geradoras poderão usufruir de descontos percentuais na Taxa de Coleta, Transporte e/ou Destinação de Resíduos Sólidos cobrado juntamente ao Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) ao comprovarem que mantêm contrato com empresas particulares e especializadas na coleta integral dos resíduos sólidos por ele gerados e tendo como destinação final o aterro

sanitário de Maceió, processo que é validado por meio da emissão dos Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR) emitidos pelo Instituto de Meio Ambiente de Alagoas (IMA/AL).

O esquema exibido na Figura 13 mostra as etapas do processo de coleta, transporte e destinação final dos RSU no município desde a geração nas residências, com as possibilidades das rotas convencionais e das rotas de reciclagem.

Figura 13: Esquema da Gestão de RSU em Maceió/AL.



Fonte: Autora (2023).

O município viabiliza a coleta e destinação final dos resíduos comuns gerados pelos pequenos geradores por meio da coleta na modalidade “porta a porta”, a qual utiliza caminhões compactadores para realizar o processo. Quando isso não é possível, como em situações de difícil acesso, utilizam-se caixas estacionárias e contêineres distribuídos pela cidade para armazenar resíduos domiciliares da comunidade em grandes quantidades, além de papeleiras alocadas estrategicamente visando o acondicionamento de pequenos resíduos e refugos descartados por pedestres em trânsito nos locais.

Destaca-se que o município não possui unidades de transbordo dos resíduos, unidades de tratamento ou central de triagem no aterro sanitário, sendo o material que chega ao aterro sanitário destinado para a disposição no solo seguindo as diretrizes ambientais adequadas.

5.2 COLETA SELETIVA PORTA A PORTA

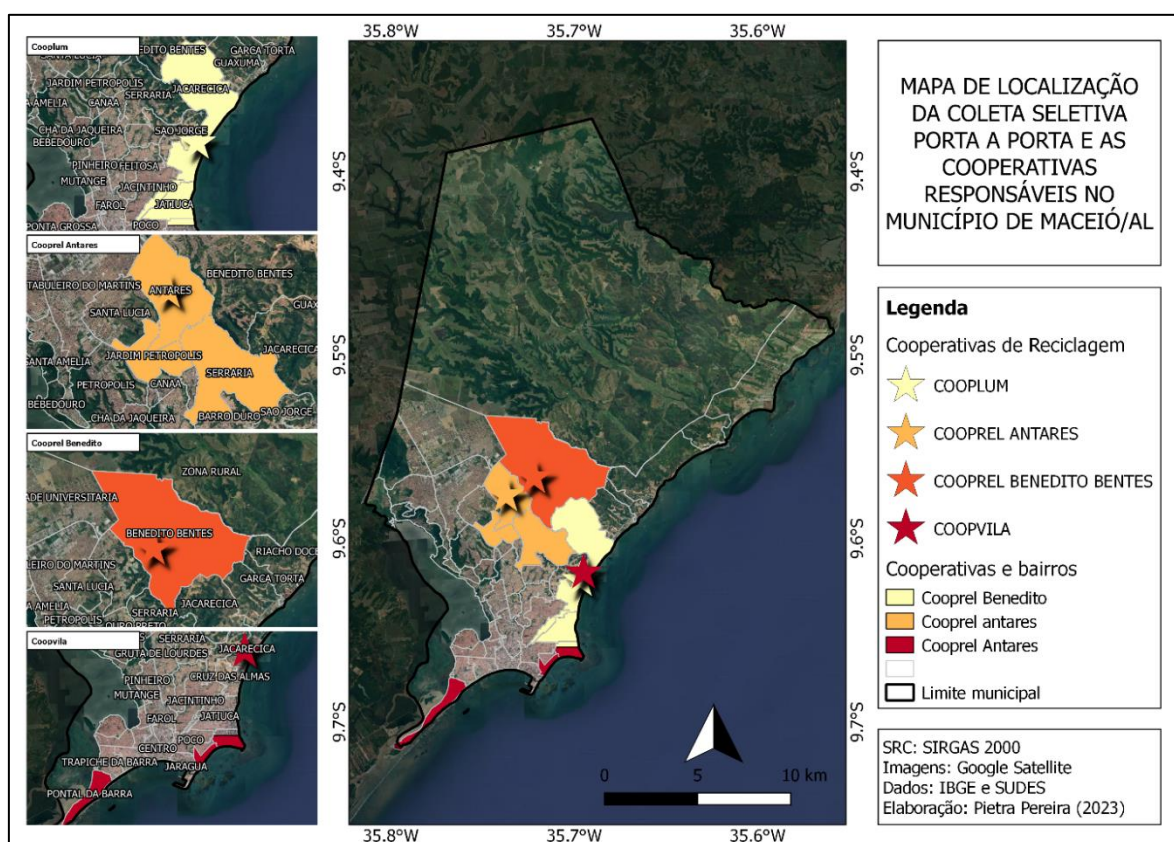
Como um projeto piloto, a coleta seletiva porta a porta atende 11 bairros do município com a distribuição descrita na Tabela 6. A Figura 14 ilustra a área de atuação das quatro cooperativas em Maceió.

Tabela 6: Bairros Atendidos pela Coleta Seletiva em Maceió.

Cooperativa	Cooprel Benedito Bentes	Cooplum	Cooprel Antares	Coopvila
Bairros atendidos	Benedito Bentes I e II	Jacarecica, Cruz das Almas, Jatiúca, Mangabeiras, Ponta Verde	Antares, Serraria e Jardim Petrópolis	Pajuçara, Pontal da Barra e Ponta Verde

Fonte: SUDES (2022).

Figura 14: Área de Atuação das Quatro Cooperativas de Catadores que Realizam a Coleta Seletiva.



Fonte: Autora (2023).

Tabela 7: Regiões Administrativas (RA) da Cidade de Maceió e Atendimento pela Coleta Seletiva Porta a Porta.

RA	Bairros	Área total (km²)	Bairros atendidos	Área atendida (km²)	Porcentagem de cobertura
01	Poço, Ponta Verde, Jaraguá, Jatiúca, Ponta da Terra, Mangabeiras e Pajuçara	9,46	Ponta Verde, Jatiúca, Mangabeiras e Pajuçara	5,80	61%
02	Centro, Vergel do Lago, Pontal da Barra, Ponta Grossa, Trapiche da Barra, Levada e Prado	11,10	Pontal da Barra	2,70	24%
03	Farol, Pitanguinha, Pinheiro, Gruta de Lourdes, Canaã, Santo Amaro, Jardim Petrópolis e Ouro Preto	13,24	Jardim Petrópolis	2,68	20%
04	Mutange, Bebedouro, Petrópolis, Santa Amélia, Bom Parto, Chã de Bebedouro, Fernão Velho, Rio Novo e Chã de Jaqueira	17,84	Nenhum	0,00	0%
05	Jacintinho, Barro Duro, Serraria, São Jorge e Feitosa	18,41	Serraria	7,54	41%
06	Benedito Bentes e Antares	30,61	Benedito Bentes e Antares	30,61	100%
07	Santos Dumont, Cidade Universitária, Santa Lúcia, Clima Bom e Tabuleiro dos Martins	44,42	Nenhum	0,00	0%
08	Jacarecica, Guaxuma, Garça Torta, Cruz das Almas, Riacho Doce, Pescaria e Ipioca	52,51	Jacarecica e Cruz das Almas	12,29	23%
Área urbana total (km²)		197,59	Área total atendida (km²)	61,62	31%

Fonte: Adaptado de IBGE (2020).

Cada cooperativa atende 4 mil unidades habitacionais, no serviço de coleta seletiva porta a porta, totalizando atendimento em 16 mil domicílios no município, conforme estabelecido em contrato.

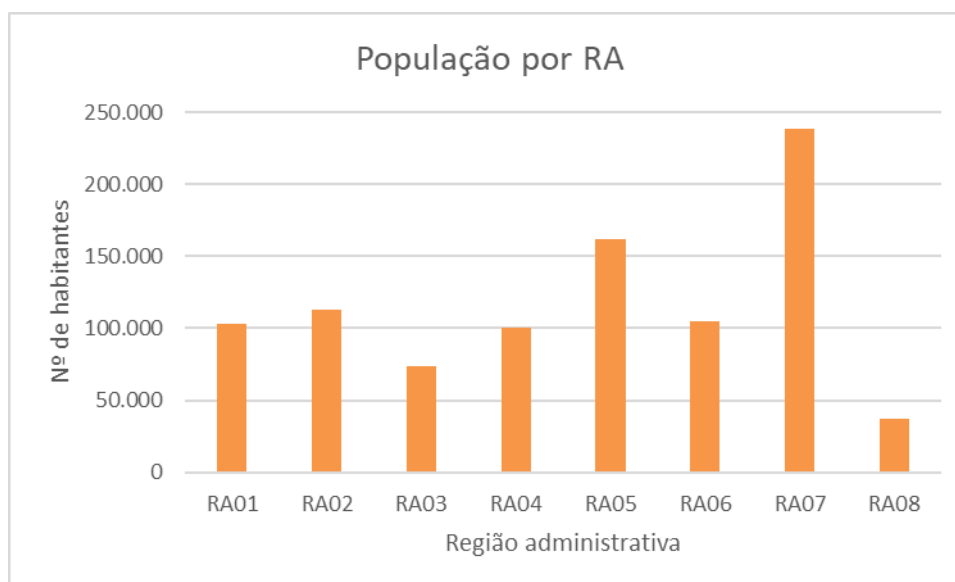
Considerando a área urbanizada do município, apenas 31% da capital é atendida pela coleta seletiva porta a porta. Analisando os dados dispostos na Tabela 7, enquanto a RA06 possui 100% de atendimento pela coleta porta a porta, as regiões RA04 e RA07 não são atendidas em nenhum bairro que compõe a região.

Ainda, os bairros que compõem a RA06 (Antares e Benedito Bentes) são os bairros em que se situam duas cooperativas: a Cooprel Antares e a Cooprel Benedito Bentes.

Destaca-se que, segundo o Censo de 2010 do IBGE, os bairros que compõem a RA07 totalizam a região com maior população e maior número de domicílios em Maceió, mostrando-se uma oportunidade para implantação de coleta seletiva na modalidade porta a porta, a qual está sendo desperdiçada, conforme indicado nas Figura 15 e Figura 16.

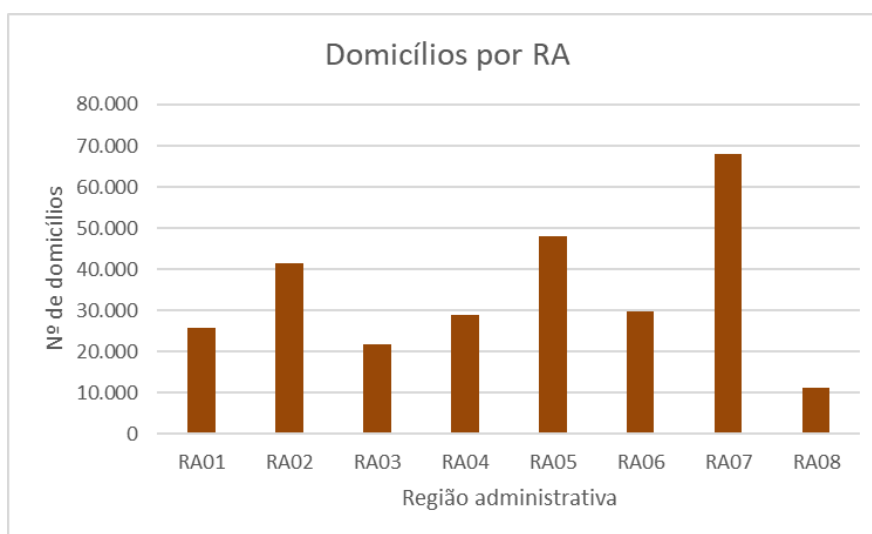
Seguindo a mesma premissa, a RA05 também se mostra como uma oportunidade de expansão do serviço, pois é a segunda maior região em número de habitantes e domicílios, com apenas 41% de taxa de cobertura de coleta seletiva porta a porta.

Figura 15: Número de Habitantes por Região Administrativa



Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

Figura 16: Número de Domicílios por Região Administrativa



Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

5.3 PEVs

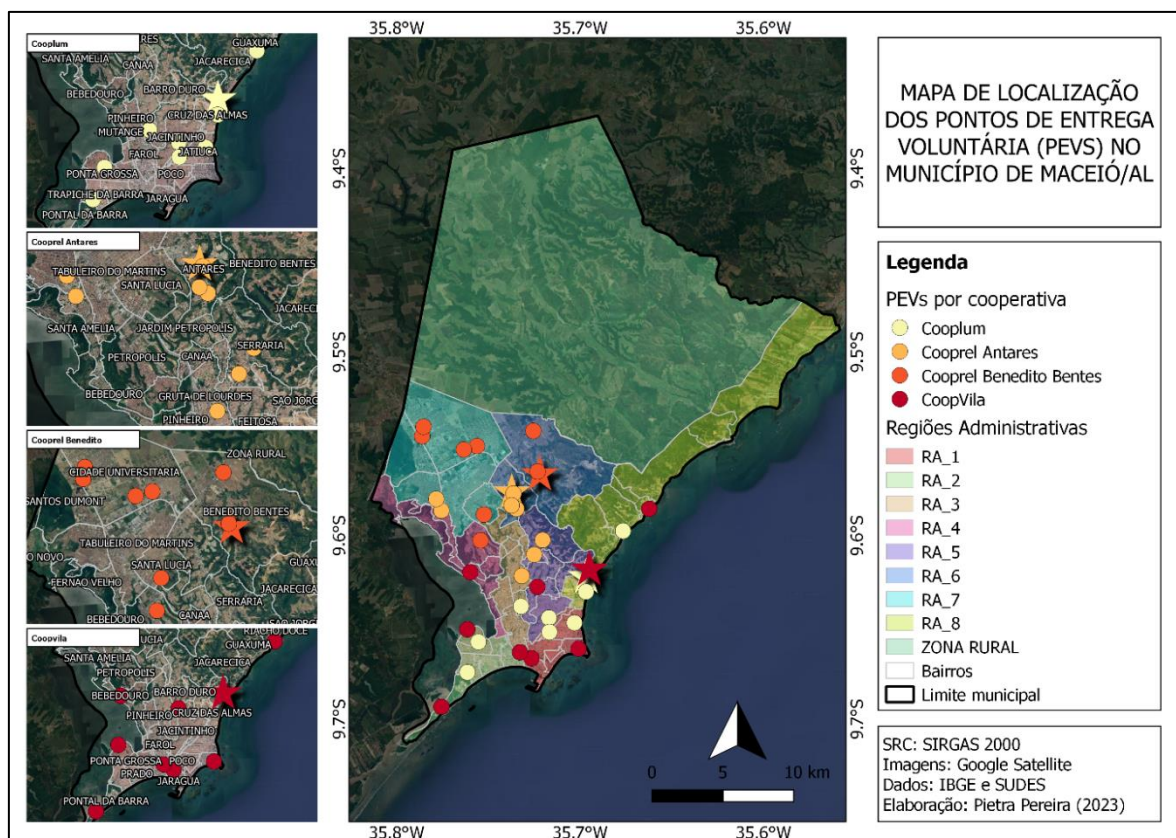
Os PEVs são coletores instalados preferencialmente em pontos públicos estrategicamente localizados para armazenar materiais recicláveis secos a serem coletados pelas cooperativas de recicladores. Cada cooperativa possui atualmente 8 PEVs sob responsabilidade de coleta, com sua própria rota e frequência semanal de coleta dos resíduos.

A capital alagoana possui 32 Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) distribuídos em 26 bairros, e a localização deles é mutável pois varia de acordo com o planejamento da SUDES em função das demandas analisadas (Figura 17).

Do quantitativo dos PEVs, a RA que mais possui é a RA07 com 6 PEVs no total, sob zelo da Cooprel Benedito Bentes (5) e da Cooprel Antares (1). As RA com menor quantitativo de PEVs são a RA03, RA04 e RA08 e, conforme mostrado no tópico anterior, são as regiões com menor população no município (Figura 18).

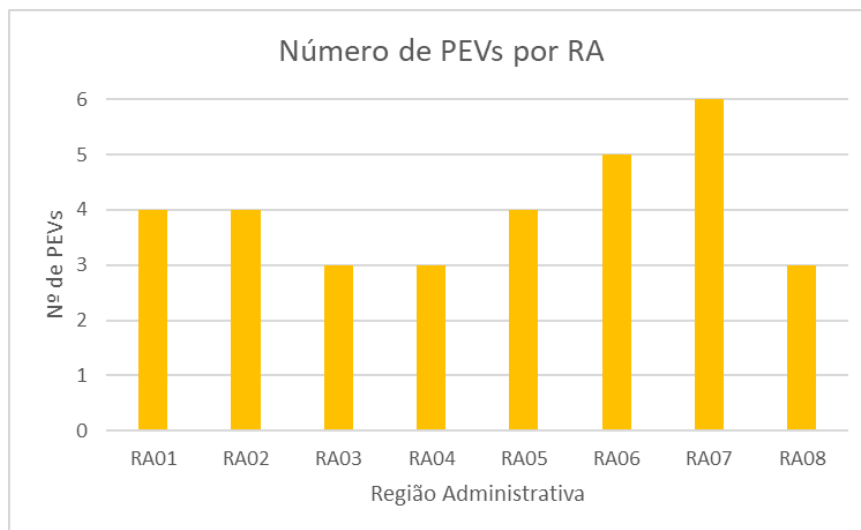
Cabe destacar que essa quantidade é mutável pois frequentemente os equipamentos são depredados e vandalizados pela comunidade, sendo necessária sua retirada para manutenção, conforme exibido nas imagens a seguir (Figura 19). No último levantamento realizado pela SUDES em janeiro de 2023, apenas 16 PEVs estavam em operação, ou seja, 50% dos equipamentos foram removidos para realização de reparos nas estruturas, reduzindo as possibilidades de destinação de materiais recicláveis por parte da população.

Figura 17: Mapa de Localização dos PEVs em Maceió.



Fonte: Autora (2023).

Figura 18: Distribuição de PEVs por Região Administrativa.



Fonte: Autora (2023).

Mesmo após 5 anos da implantação da coleta seletiva no município ainda é possível observar a dificuldade da população em realizar a separação adequada dos recicláveis secos dos demais materiais domiciliares, gerando uma contaminação dos recicláveis com compostos

orgânicos, alterando o propósito do PEV e podendo acarretar mau cheiro e espaço para proliferação de vetores de doenças.

Figura 19: PEVs Depredados na Cidade de Maceió.



Fonte: Autora (2023).

5.4 MATERIAL DESTINADO AO ATERRO SANITÁRIO

Após o encerramento das atividades do Antigo Vazadouro de Maceió, localizado no bairro de Cruz das Almas, em maio de 2010, o Aterro Sanitário de Maceió teve suas operações iniciadas em junho de 2010, recebendo exclusivamente os resíduos gerados no município.

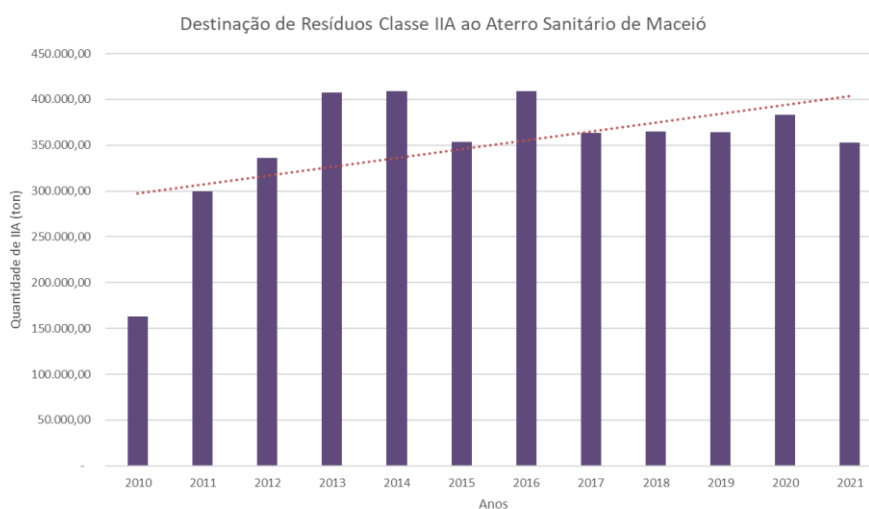
A média mensal e anual de geração de resíduos Classe IIA é de 29.817,7 t. e 350.577,3 t, respectivamente, conforme indicado na Tabela 8 e ilustrado na Figura 20, e diz respeito a resíduos oriundos de domicílios, comércio e varrição.

Tabela 8: Evolução da Disposição de Resíduos Classe IIA no Aterro Sanitário de Maceió.

Ano	Média mensal IIA (t)	Total anual (t)
2010	23.282,8	162.979,8
2011	24.942,9	299.314,8
2012	28.013,6	336.163,9
2013	33.971,6	407.660,0
2014	34.076,0	408.912,1
2015	29.492,6	353.911,6
2016	31.613,0	408.953,0
2017	30.288,2	363.457,9
2018	30.426,3	365.115,8
2019	30.365,7	364.388,1
2020	31.937,1	383.244,7
2021	29.402,2	352.825,8
Média	29.817,7	350.577,3

Fonte: SUDES (2022).

Figura 20: Resíduos Classe IIA Destinados ao Aterro Sanitário de Maceió ao Longo dos Anos (2010-2021).



Fonte: Adaptado de SUDES (2022).

Para o ano de 2021, a média mensal de resíduos Classe IIA destinados ao aterro sanitário foi de 29.402,2 toneladas de materiais. Considerando que a população estimada para 2021 é de 1.031.597 habitantes (IBGE, 2018), a geração *per capita* foi de 28,5 kg/hab, ou seja, 0,95 kg/hab.dia, valor que se aproxima ao valor obtido de 0,98 kg/hab.dia no estudo realizado por Silva *et al.* (2021).

Segundo dados da ABRELPE (2022), em 2021 a quantidade gerada por brasileiro foi de cerca de 381 kg/hab.ano. Em Maceió a geração anual *per capita* foi de 342 kg/hab.ano, ou seja, abaixo da média nacional.

Já para os resíduos Classe IIB, o material destinado diz respeito aos RCC coletados nos ecopontos ou em pontos de descarte irregular no município. A média mensal e anual de geração de resíduos Classe IIB é de 19.884,5 t e 226.250,9 t, respectivamente, conforme apresentado na Tabela 9 e ilustrado na Figura 21.

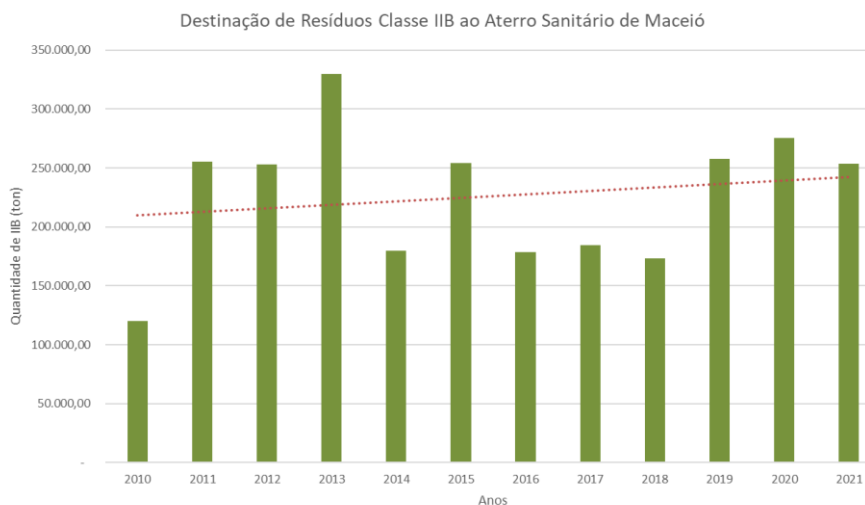
Para os resíduos Classe IIB destinados ao aterro sanitário, para o ano de 2021, a média mensal de foi de 21.152,2 toneladas de materiais. Considerando que a população estimada para 2021 de 1.031.597 habitantes (IBGE, 2018), a geração *per capita* foi de 20,5 kg/hab, ou seja, 0,68 kg/hab.dia.

Tabela 9: Evolução da Disposição de Resíduos Classe IIB no Aterro Sanitário de Maceió (Ecopontos e Descarte Irregular) ao Longo dos Anos (2010-2021).

Ano	Média mensal IIB (ton)	Total anual (ton)
2010	17.153,7	120.075,9
2011	23.221,4	255.435,8
2012	21.104,9	253.258,4
2013	27.467,9	329.615,4
2014	14.956,3	179.475,3
2015	23.105,3	254.158,6
2016	16.257,2	178.829,1
2017	15.360,3	184.323,7
2018	14.421,7	173.060,5
2019	21.481,3	257.775,2
2020	22.931,4	275.176,5
2021	21.152,2	253.826,1
Média	19.884,5	226.250,9

Fonte: SUDES (2022).

Figura 21: Resíduos Classe IIB Destinados ao Aterro Sanitário de Maceió (Ecopontos e Descarte irregular), ao Longo dos Anos (2010-2021).



Fonte: Adaptado de SUDES (2022).

No estudo da estimativa de geração de RCC em Maceió realizado por Ribeiro *et al.* (2021), dos RCC gerados no município 68% são oriundos de descarte irregular, 26% de novas edificações e 7% de reformas e/ou demolições, com uma geração *per capita* de aproximadamente 0,8 kg/hab.dia.

Segundo dados da ABRELPE (2022) informam que em 2021, a quantidade coletada por brasileiro de RCC foi de cerca de 227 kg por ano. Em Maceió a geração anual *per capita* foi de 246 kg/hab.ano, ou seja, acima da média nacional.

5.5 MATERIAL RECUPERADO PELAS COOPERATIVAS

As cooperativas operam em galpões onde ocorrem as atividades de triagem manual dos materiais encaminhados, seja pela coleta porta a porta, PEV ou ecoponto. Os resíduos são separados pelos cooperados e posteriormente, com auxílio dos maquinários, são prensados para serem armazenados até chegar no quantitativo necessário para comercializar.

Salienta-se que o galpão possui condições adequadas para o trabalho dos cooperados, como normas de saúde e segurança do trabalho, Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), além de infraestrutura como cozinha, banheiros e armários.

Atualmente, a média é de 33 contratados por cooperativa entre cooperados, motoristas, equipe técnica e administrativo. Comparado ao estudo de Barbosa (2021), houve um aumento de mais de 30% no quadro de funcionários.

Também é destacado que todos possuem um salário-base mensal, e em alguns casos há um rendimento extra distribuído oriundo de maiores faturamentos mensais. Isso reflete numa maior segurança financeira para a população direta e indiretamente empregada com a criação e expansão das cooperativas, dando uma vida digna para aqueles que antes executavam as atividades dentro de lixões. A Figura 22 ilustra a sede de quatro cooperativas de Maceió.

Figura 22: Cooperativas de Maceió (Cooplum, Cooprel, Cooprel Benedito Bentes e Coopvila).



Fonte: Autora (2023).

Segundo Barbosa (2021), o índice de rejeito na triagem é considerável, sendo cerca de 20% do total de material coletado pelas cooperativas, o qual é posteriormente encaminhado para o aterro sanitário de Maceió. Isso mostra que a separação correta dos materiais ainda é fonte de dúvida por parte da população, contaminando os materiais recicláveis secos e diminuindo sua qualidade para comercialização.

Analisando o gráfico da Figura 23 e os dados da

Tabela 10, é notório que o papel/papelão é o grupo de materiais mais recolhido pelas cooperativas. Em seguida, estão o vidro e o plástico e por fim os metais. Destaca-se que os

metais são os materiais com o maior valor médio de venda por kg, sendo mais benéfico para as cooperativas arrecadar produtos desse tipo.

Os principais resíduos sólidos recicláveis coletados são: plásticos, metais, papéis, livros, papelão, latinhas de alumínio, garrafas, vidros, óleo de cozinha usado, pregos, panelas, jornais, sacolas plásticas, latas em geral, eletroeletrônicos (tv, geladeiras, ventiladores, micro-ondas, fogão, computadores, impressoras) e outros materiais recicláveis que estejam em desuso.

Entre os meses de junho de 2017 a dezembro de 2021 foram comercializados 6.502,77 t de materiais recicláveis, quantidade que deixou de ser destinada ao aterro sanitário e/ou descartada em vias públicas, evitando transtornos ao bem-estar da população no geral, além de gerar renda para as dezenas de cooperados.

Figura 23: Materiais Comercializados pelas Cooperativas entre os Anos de 2017 e 2021.



Fonte: Adaptado de SUDES (2022).

Tabela 10: Materiais Comercializados pelas Cooperativas entre os anos de 2017 e 2021.

Materiais comercializados pelas cooperativas (t)					
Ano	PAPEL/ PAPELÃO	PLÁSTICO	METAIS	VIDROS	Total anual
2017	407,12	94,28	100,51	209,45	811,36
2018	876,33	231,69	141,23	227,93	1.477,18
2019	777,66	207,39	139,32	98,93	1.223,30
2020	669,46	196,61	105,86	271,72	1.243,66
2021	858,31	405,86	138,29	344,82	1.747,28
Total	3.588,87	1.135,83	625,21	1.152,85	6.502,77

Fonte: Adaptado de SUDES (2022).

Destaca-se que os anos de 2020 e 2021 foram anos com maior restrição de atuação da coleta seletiva devido à pandemia ocasionada pelo Coronavírus, a qual forçou a suspensão temporária das atividades.

Mesmo com a atuação das cooperativas e realização de ações de educação e conscientização ambiental, é possível observar que o material que as cooperativas conseguem recuperar anualmente não chega a 1% do quantitativo IIA disposto no solo no ano, como mostra a Tabela 11, também constatado por Barbosa (2021). De modo genérico, anualmente as cooperativas conseguem recuperar pouco mais de um dia da quantidade aterrada, gerando uma preocupação quanto à vida útil restante do aterro sanitário e efetividade da coleta seletiva na cidade.

Tabela 11: Quantitativo Destinado ao Aterro Sanitário x Quantitativo Recuperado pelas Cooperativas entre os Anos de 2017 e 2021.

Ano	IIA anual (t)	IIA diário (t)	Recuperado cooperativas anual (t)	Porcentagem recuperada anual em relação ao disposto no aterro anual (%)
2017	363.457,90	1.009,61	811,36	0,2
2018	365.115,80	1.014,21	1.477,18	0,4
2019	364.388,10	1.012,19	1.223,30	0,3
2020	383.244,70	1.064,57	1.243,66	0,3
2021	352.825,80	980,07	1.747,28	0,5

Fonte: Adaptado de SUDES (2022).

5.6 ECOPONTOS E PONTOS CRÔNICOS DE DESCARTE

Existem 5 Ecopontos distribuídos nos bairros de Pajuçara, Tabuleiro, Santa Lúcia, Cidade Universitária e Vergel do Lago (também conhecido por Ecoponto Dique Estrada) que recebem os resíduos de construção civil, podaço, materiais recicláveis e resíduos volumosos de até 1 m³ gerados pelos munícipes. (Figura 24).

Segundo o Art. 18º, § 2º do Código Municipal de Limpeza Urbana de Maceió (MACEIÓ, 2019), o órgão responsável pela limpeza urbana de Maceió deverá dispor de, no mínimo, uma área para recebimento de resíduos da construção civil, denominada Ecoponto, por Região Administrativa. Já a Lei nº 6.755, de maio de 2018, que estabelece a Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Maceió, prevê a instalação de 40 Ecopontos para atender às demandas da população maceioense (MACEIÓ, 2018).

Figura 24: Eco ponto do bairro Santa Lúcia.



Fonte: Autora (2023).

Segundo dados da SUDES, em 2021 o município de Maceió possuía cerca de 200 pontos de descarte irregular de resíduos (Tabela 12), ou seja, pontos recorrentes em vias e logradouros públicos de acúmulo de materiais como resíduos de construção civil e de demolição, podaço, resíduos domiciliares e resíduos volumosos.

Tabela 12: Pontos de Descarte Irregular de RCC na Cidade de Maceió e Existência de Ecopontos, por Região Administrativa.

RA	Bairros	Nº de pontos de descarte (2021)	Ecoponto
01	Poço, Jaraguá, Ponta da Terra, Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Mangabeiras	12	Pajuçara
02	Centro, Pontal da Barra, Trapiche da Barra, Prado, Ponta Grossa, Levada e Vergel do Lago	18	Vergel do Lago
03	Farol, Pitanguinha, Pinheiro, Gruta de Lourdes, Canaã, Santo Amaro, Jardim Petrópolis e Ouro Preto	25	Nenhum
04	Bebedouro, Chã de Bebedouro, Chã da Jaqueira, Bom Parto, Petrópolis, Santa Amélia, Fernão Velho, Rio Novo e Mutange	18	Nenhum
05	Jacintinho, Feitosa, Barro Duro, Serraria e São Jorge	38	Nenhum
06	Benedito Bentes e Antares	31	Nenhum
07	Santos Dumont, Clima Bom, Cidade Universitária, Santa Lúcia e Tabuleiro dos Martins	55	Cidade Universitária, Santa Lúcia e Tabuleiro
08	Jacarecica, Garça Torta, Cruz das Almas, Riacho Doce, Pescaria e Ipioca	2	Nenhum
Total		199	5

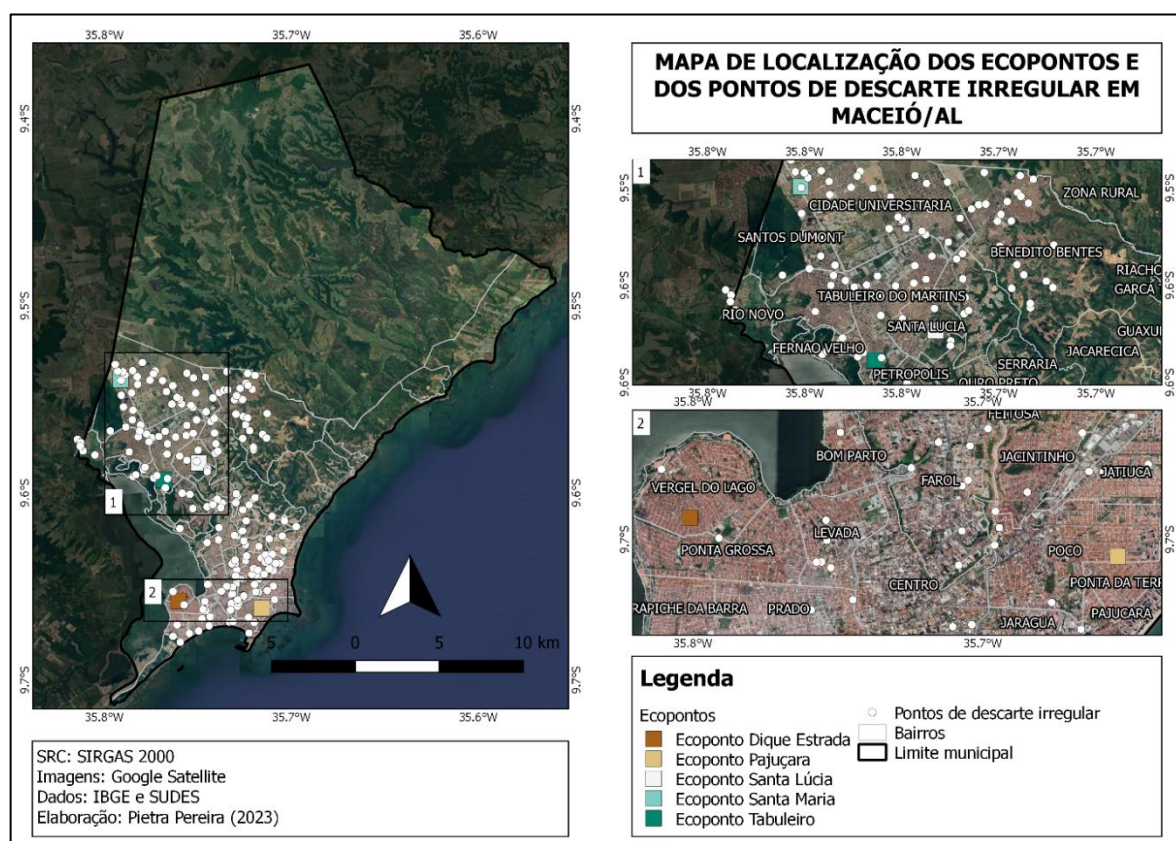
Fonte: SUDES (2021).

Os ecopontos foram criados para mitigar esses descartes irregulares ao fornecer locais na cidade para recebimento dos resíduos, sem custo ao gerador de até 1 m³. Porém, é possível observar que até nas proximidades dos ecopontos os descartes ainda ocorrem fortemente. Para Ribeiro *et al.* (2021), esses pontos de descarte irregular correspondem 68% dos RCC gerados no município.

É possível constatar que nem o Código Municipal de Limpeza Urbana nem o PMSB de Maceió estão sendo atendidos pela atual quantidade de Ecopontos. Faz-se necessário instalar 1 ecoponto em cada uma das regiões RA03, RA04, RA05, RA06 e RA08 para atender o Código Municipal e mais 35 ecopontos distribuídos pela capital para atender ao PMSB de Maceió, ou seja, cada RA deve ter em média 5 ecopontos para atender a população maceioense.

A Figura 25 indica a distribuição espacial dos referidos pontos de descarte irregular de RCC e dos ecopontos disponibilizados pela prefeitura municipal.

Figura 25: Distribuição Espacial dos Ecopontos e Pontos de Descarte Irregular de RCC na Cidade de Maceió.



Fonte: Autora (2023).

Ao analisar a distribuição destes pontos crônicos, é possível observar que a RA07 composta pelos bairros Santos Dumont, Clima Bom, Cidade Universitária, Santa Lúcia e Tabuleiro dos Martins, detém a maior quantidade de locais com disposição inadequada,

totalizando 55 pontos. Em segundo lugar temos a RA05, com 38 pontos, e em terceiro a RA06, com 31 pontos.

Ressalta-se que nas regiões RA05 e RA06, regiões entre as três com maior incidência de descartes irregulares, não existem ecopontos nos bairros que as compõem para que a população destine os materiais, gerando os descartes em locais inapropriados ambientalmente.

Algumas dificuldades encontradas para a implantação de ecopontos por parte da gestão municipal são:

- Disponibilidade de área municipal suficiente para a construção das estruturas necessárias;
- Local de fácil acesso pela população e pelos carroceiros;
- Ausência de materiais de divulgação e orientação nas proximidades, como placas, *outdoors* ou *banners*;
- Desconhecimento do objetivo e estrutura do ecoponto e seus benefícios, pela população, gerando rejeição e boicote para a instalação.

5.7 CUSTOS OPERACIONAIS

Dentre os diversos serviços abrangidos pela limpeza urbana, os maiores custos são provenientes da coleta, transporte e destinação final dos resíduos domiciliares. De forma resumida, os custos unitários das principais atividades praticadas pelas prestadoras de serviço para a gestão municipal de Maceió no ano de 2022 foram (Tabela 13):

Tabela 13: Custos Unitários dos Serviços de Coleta, Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Classe IIA da Cidade de Maceió.

Serviço	Custo unitário R\$/t	Média mensal t	Valor médio mensal R\$
Coleta dos resíduos Classe IIA	119,96	29.817,7	3.576.931,30
Tratamento e destinação dos resíduos Classe IIA	84,00	29.817,7	2.504.686,80
Custo total mensal			6.081.618,10

Fonte: Adaptado de SUDES (2022).

Destaca-se que esses valores ainda não abrangem outros serviços executados dentro da gestão de RSU, como:

- Transporte dos resíduos coletados (valor por quilometragem percorrida);
- Coleta manual de RSU em locais de difícil acesso;
- Coleta (manual, mecanizada ou poliguindaste) e destinação de entulhos e diversificados;
- Coleta (manual ou mecanizada) e destinação de volumosos e inservíveis;
- Coleta (manual ou mecanizada) e limpeza de rios e canais;
- Capinação e roçagem manual;
- Pintura de meio-fio;
- Limpeza e varrição de sarjetas, passeios e logradouros públicos;
- Fornecimento e instalação de contenedores públicos (contêineres, papeliras etc.)
- Varrição, lavagem e desinfecção de pátios, mercados públicos e feiras livres;
- Entre outros.

Observando a Tabela 13, percebe-se o quanto que a gestão dos resíduos domiciliares no município impacta na receita mensal da prefeitura, com tendência de aumento devido ao crescimento populacional e, conseqüentemente, elevação nos quantitativos dispostos para a coleta pública caso não sejam adotadas medidas e estratégicas para redução na geração de materiais e/ou reaproveitamento de resíduos, sejam eles secos ou orgânicos.

Em contrapartida, os custos atrelados à coleta seletiva no município são pela prestação dos serviços, e não por quantitativo medido (Tabela 14). De todo modo, quanto mais material for recuperado pelas cooperativas, maior será o rendimento para os cooperados em função da comercialização dos materiais.

Tabela 14: Custos Unitários dos Serviços de Coleta Seletiva da Cidade de Maceió.

Serviço	Custo unitário	Quantitativo	Valor médio mensal
	R\$		R\$
Coleta seletiva porta a porta (por cooperativa)	42.080,00	4 cooperativas	168.320,00
Coleta seletiva (por PEV)	2.103,91	32 PEVs	67.325,12

Fonte: Adaptado de SUDES (2022).

Conforme abordado anteriormente, há uma grande oportunidade e potencial de reaproveitamento e reciclagem dos RSU tais como papel/papelão, vidro, metal e plásticos. Nesse sentido, uma das estratégias para minimização dos recursos com a limpeza urbana é a conscientização da população na mudança de comportamento de cada indivíduo: priorizar a

redução do consumo e o reaproveitamento e reciclagem dos resíduos por meio da coleta seletiva.

Pelo estudo mais recente de Silva *et al.* (2021), cerca de 20,32% do RSU de Maceió diz respeito à parcela reciclável seca (em que cerca de 42,5% são de papel, 43% de plástico, 10% de metal e 4% de vidro). Já para a ABRELPE (2020), a média nacional pode chegar a cerca de 35%. Dessa forma, há possibilidade de uma redução mensal de custos relacionados aos RSU de R\$ 1.216.323,62 a R\$ 2.128.566,34 valores que poderiam ser investidos em outros setores, como saúde e educação.

5.8 PERFIL DAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS

Com as informações elencadas sobre a coleta seletiva e os RSU de Maceió nas RAs (Tabela 12), uma matriz de decisão foi elaborada atribuindo pontos de forma qualitativa (positivos e/ou negativos a depender da avaliação de cada tópico na RA) e no final foi feita uma pontuação geral das áreas. Dessa forma, é possível avaliar a situação das áreas de forma consolidada e gerar prioridades de ações a curto, médio e longo prazo.

A Tabela 15 a seguir concentra as informações avaliadas bem como o *ranking* obtido entre as oito RAs de Maceió.

Tabela 15: Matriz para auxiliar a tomada de decisões sobre a coleta seletiva nas Regiões Administrativas de Maceió.

Crítérios e pontuações					
Nº de PEVs (+)	Nº de Ecopontos (+)	% de coleta porta a porta (+)	Nº de pontos de descarte irregular (-)	Total	
0 = -1	0 = -1	0 = -1	0 = 1		
1-3 = 0	1 - 2 = 0	1-30 = 0	1 - 15 = 0		
> 4 = 1	> 3 = 1	31 - 60 = 1	16 - 30 = -1		
		61 - 90 = 2	31 - 45 = -2		
		> 90 = 3	> 45 = -3		
RA01	1	0	2	0	3
RA02	1	0	0	-1	0
RA03	0	-1	0	-1	-2
RA04	0	-1	-1	-1	-3
RA05	1	-1	1	-2	-1
RA06	1	-1	3	-2	1
RA07	1	1	-1	-3	-2
RA08	0	-1	0	0	-1

Fonte: Autora (2023).

Visando complementar os dados obtidos acima, com auxílio da ferramenta SIDRA do IBGE, foram levantados dados referentes à população maceioense por RA no aspecto socioeconômico da população, conforme a Tabela 16:

Tabela 16: Dados socioeconômicos das Regiões Administrativas da cidade de Maceió.

RA	Área (km²)	Área coleta seletiva (%)	População (hab.)	Domicílios (unid.)	Renda média domiciliar (R\$)	Alfabetização (%)
RA01	9,46	61%	80.772	25.607	3.414	94,8
RA02	11,10	24%	134.502	41.305	2.838	90,1
RA03	13,24	20%	73.250	21.622	3.733	91,5
RA04	17,84	0%	100.120	28.810	1.285	85,1
RA05	18,41	41%	162.401	47.891	2.134	89,8
RA06	30,61	100%	105.249	29.614	1.780	87,6
RA07	44,42	0%	238.680	67.926	1.294	88,2
RA08	52,51	23%	37.148	11.118	1.785	85,0

Fonte: Autora (2023).

A RA01, com cerca de 80 mil habitantes e menor área entre as demais regiões, possui o maior poder aquisitivo no município e maior taxa de alfabetização. No que diz respeito à gestão de RSU, possui 1 ecoponto e apenas 12 pontos de descarte irregular, mais de 50% de sua área com coleta seletiva porta a porta e 4 PEVs. É a região com maior atrativo turístico e população de maior interesse e influência socioeconômica.

O trabalho de Silva *et al.* (2021) conclui que a RA02 é a unidade administrativa com menor oportunidade de reciclagem de materiais secos (cerca de 16%). Sua população é assistida por 4 PEVs e 1 ecoponto, mas possui uma baixa coleta seletiva porta a porta.

Enquanto isso, a RA03 guarda o menor quantitativo de PEVs, mesmo o trabalho de Silva *et al.* (2021) apontando como unidade administrativa com maior oportunidade de reciclagem de materiais secos (cerca de 24%).

A RA04, com pouco mais de 100 mil habitantes, não possui coleta seletiva porta a porta, não possui ecoponto (mesmo com 18 pontos de descarte irregular mapeados) e possui apenas 3 PEVs para atender toda a comunidade. Possui a menor renda domiciliar do município e a segunda menor taxa de alfabetização da população. O trabalho de Silva *et al.* (2021) aponta que é a terceira unidade administrativa com maior oportunidade de reciclagem de materiais secos (cerca de 22%).

Dando sequência, a RA05, sede da Coopvila, não possui ecoponto mesmo com 38 pontos de descarte irregular. Possui 4 PEVs para a comunidade destinar seus materiais

recicláveis. Nos parâmetros analisados, é uma das regiões mais medianas de habitantes, residências, renda e alfabetização da população.

Diferente das demais, a RA06 é a única região que sedia duas cooperativas: a Cooprel Antares e a Cooprel Benedito Bentes. Isso reflete em uma coleta seletiva na totalidade dos bairros que compõem a região. Detém o segundo maior quantitativo de PEVs (5 unidades), porém não possui ecoponto para minimizar os seus 31 pontos de descarte irregular.

Já a RA07, com maior quantidade de habitantes e domicílios, não possui coleta seletiva porta a porta, poucos PEVs e maior quantitativo de pontos de descarte irregular, mesmo com 3 ecopontos distribuídos nos bairros que a compõem. Possui a segunda menor renda domiciliar, entretanto, o trabalho de Silva *et al.* (2021) conclui que é a segunda unidade administrativa com maior oportunidade de reciclagem de materiais secos (cerca de 23%) e dispõe do maior número de PEVs.

Por fim, a RA08, sede da Cooplum, detém a maior extensão territorial. Dispõe do menor quantitativo de residência e habitantes, entretanto, com o menor índice de alfabetização. Possui apenas 2 pontos de descarte irregular mapeados e nenhum ecoponto, além de ser uma das RAs com menor quantitativo de PEVs. Observando o estudo de Silva *et al.* (2021), é a região com maior oportunidade de reciclagem de resíduos orgânicos.

Com as observações descritas anteriormente, elaborou-se a Tabela 17 a seguir que contém algumas melhorias e ações propostas tendo em vista as problemáticas observadas em cada região. Ainda, a matriz de decisão elaborada permitiu atribuir um grau de prioridade, auxiliando em futuras tomadas de decisão.

É notório que mesmo com os esforços por parte da gestão municipal, as ações ainda não estão sendo efetivas, pois uma parcela de cerca de 87% de resíduo poderia ser recuperada e reaproveitada, sendo 67% de orgânicos e 20% de recicláveis secos. O rejeito, único objeto que deveria ser aterrado, é uma fração de apenas 13% do montante. Dessa maneira, a magnitude da parcela de materiais orgânicos traz um alerta e uma preocupação, e pode nortear adoção de medidas focadas na reciclagem desse tipo de material. Maceió não possui políticas voltadas para resíduos orgânicos para a população, pois a composteira do aterro sanitário é focada apenas em resíduos de poda e supressão destinados pela Prefeitura.

Tabela 17: Propostas para melhoria da coleta seletiva nas Regiões Administrativas da cidade de Maceió.

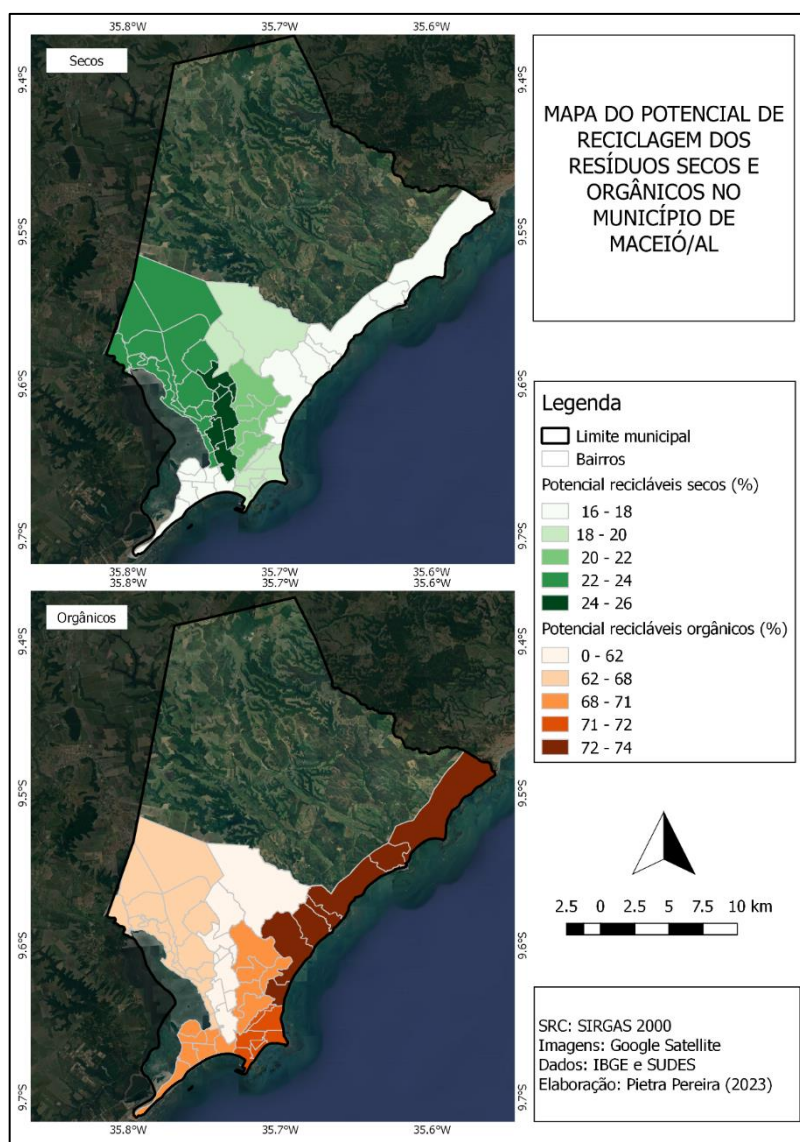
RA	Melhorias propostas	Ações propostas	Prioridade
RA01	Reformar os PEVs disponíveis	Iniciar projetos no âmbito de resíduos orgânicos	Muito baixa
RA02	Fortalecer a coleta seletiva porta a porta; reformar os PEVs disponíveis	Iniciar projetos no âmbito de resíduos orgânicos	Baixa
RA03	Fortalecer a coleta seletiva porta a porta; reformar os PEVs disponíveis	Instalar pelo menos um ecoponto; aumentar o quantitativo de PEVs	Alta
RA04	Intensificar a educação e conscientização ambiental para a população; reformar os PEVs disponíveis	Implantar coleta seletiva porta a porta; instalar pelo menos um ecoponto; aumentar o quantitativo de PEVs	Muito alta
RA05	Reformar os PEVs disponíveis; reforçar as fiscalizações nos pontos de descarte irregular	Instalar pelo menos um ecoponto	Média
RA06	Reformar os PEVs disponíveis; reforçar as fiscalizações nos pontos de descarte irregular	Instalar pelo menos um ecoponto	Baixa
RA07	Reformar os PEVs disponíveis; intensificar a educação e conscientização ambiental para a população; reforçar as fiscalizações nos pontos de descarte irregular	Implantar coleta seletiva porta a porta	Alta
RA08	Fortalecer a coleta seletiva porta a porta; intensificar a educação e conscientização ambiental para a população; reformar os PEVs disponíveis	Instalar pelo menos um ecoponto; aumentar o quantitativo de PEVs	Média

Fonte: Autora (2023).

Um ponto de atenção no estudo de Silva *et al.* (2021) é que a composição dos RSU dos municípios é em sua maioria de recicláveis secos e orgânicos, tendo o rejeito uma baixa porcentagem em todas as RAs (vide Tabela 3).

A Figura 26 foi elaborada a partir dos resultados obtidos por Silva *et al.* (2021) e ilustra as RAs de Maceió e seus respectivos potenciais de reciclagem de materiais secos e de materiais orgânicos. Tal informação mapeia as áreas que possuem focos diferentes no aspecto de ações de gestão de RSU devido ao perfil de material disposto para a coleta municipal.

Figura 26: Potencial de reciclagem de materiais (secos e orgânicos), segundo os bairros de Maceió



Fonte: Autora (2023).

Também é destacado que a tecnologia e o *marketing* podem ser ferramentas extremamente úteis para criação de campanhas de conscientização e divulgação para a população, mostrando-se fortes aliadas à gestão de RSU. O uso de mídias sociais para divulgação dos serviços e ações no âmbito de limpeza urbana vem sendo intensificado.

5.9 AÇÕES DE BOAS PRÁTICAS NA GESTÃO DE RSU NO BRASIL E NO MUNDO

Quase 1.400 municípios brasileiros ainda não possuem iniciativas voltadas para a coleta seletiva, representando 25% das cidades do país. Ou seja, 1 a cada 4 cidades do Brasil ainda não possui a problemáticas da gestão dos RSU como pauta nas políticas públicas voltadas para o meio ambiente e sociedade. Entretanto, destaca-se que muitos dos municípios que apresentam

alguma política voltada para as atividades de coleta seletiva ainda não abrangem uma margem significativa da população, dizendo respeito apenas a iniciativas pontuais. As regiões Sul e Sudeste são as que apresentam os maiores percentuais de municípios com iniciativa de coleta seletiva, com mais de 90% dos municípios com alguma iniciativa nesse sentido. No Nordeste, a porcentagem é de cerca de 58%, sendo o segundo menor quantitativo dentre as regiões do Brasil (ABRELPE, 2023).

Portanto, as práticas de sustentabilidade devem ser focadas nos três eixos: meio ambiente, sociedade e economia, tendo em vista que são indissociáveis, além de ocorrerem de forma descentralizada e visando maior adesão e autonomia da população para a sua disseminação e conscientização, observando os benefícios que podem ser alcançados em prol da comunidade. As iniciativas devem engajar o público e testar diferentes abordagens visando a aceitação da população.

Em Maceió, há a iniciativa do projeto “Carroceiro Legal”, no qual os carroceiros que são cadastrados e realizarem 50 descartes regulares nos ecopontos (materiais recicláveis, resíduos volumosos, poda e RCC) no mês são beneficiados com uma cesta básica. Ainda, os animais que atuam no trabalho recebem medicações (vermífugos e polivitamínicos). Tal iniciativa visa incentivar o descarte correto dos resíduos, evitando que sejam descartados nos pontos irregulares causando transtornos na cidade, e promove o cuidado com os animais envolvidos (MACEIÓ, 2021).

Ainda em Maceió, o Instituto Mandaver no bairro Vergel do Lago lançou o “Sururote”, uma moeda social focada nos moradores do bairro em situação de vulnerabilidade social e que vivem da comercialização do molusco conhecido como sururu, muito presente na cultura local. A moeda é obtida através da entrega das cascas do mexilhão que tradicionalmente é tratada como lixo e descartada de forma irregular na região lagunar. O crédito pode ser trocado em comércios locais cadastrados, colaborando com a limpeza e o meio ambiente e contribuindo com o desenvolvimento local e economia circular (ALAGOAS, 2023).

Já em Curitiba, capital paranaense, há o projeto “Câmbio Verde”, em que nos dias e horários estabelecidos a cada 4 kg de material reciclável (papel, papelão, vidro, sucata ferrosa e não ferrosa) apresentados no posto de troca são revertidos em 1 kg de frutas e verduras. Ademais, 2 L de óleos (vegetal ou animal) devidamente acondicionados em garrafas PET podem ser trocados por 1 kg de alimento. As ações visam promover os produtos hortifrutis dos pequenos produtores locais e instigar o hábito de separar o lixo reciclável, sensibilizando a comunidade (CURITIBA, 2023).

A capital cearense Fortaleza dispõe de um mecanismo para desconto no valor cobrado no IPTU referente à taxa de lixo: os cidadãos que participarem dos diversos programas de coleta seletiva podem ter abatimento na taxa. desconto de 5% no imposto nos casos de imóveis que instituam separação de resíduos sólidos e que destinem sua coleta para associações ou cooperativas de catadores de lixo (FORTALEZA, 2022).

Já a cidade mais populosa do Brasil, São Paulo, a coleta domiciliar seletiva está presente nos 96 distritos do município, cobrindo cerca de 76% das vias. Na prática, as duas empresas concessionárias recolhem os resíduos recicláveis nas residências e destinam prioritariamente para as 25 cooperativas de reciclagem habilitadas. O “Recicla Sampa” por meio de uma plataforma de comunicação digital busca informar a população e ampliar o volume da coleta de lixo reciclável na cidade (SÃO PAULO, 2022).

Sendo o país mais bem-sucedido na reciclagem mundial, a Alemanha aplica um imposto diretamente aos fabricantes em função do tipo de embalagem utilizada em seus produtos: quanto mais embalagens e camadas, mais impostos incidem sobre o produto. Isso forçou as indústrias a optarem por materiais mais simples e de fácil reciclagem e há a responsabilidade compartilhada pelo resíduo, similar ao preconizado na logística reversa brasileira: os fabricantes são responsáveis pela reciclagem dos seus produtos tanto quanto os consumidores. A coleta também extremamente rigorosa, com um calendário com dias e horários específicos para ocorrer e diretrizes para a separação dos materiais objetivando facilitar a reciclagem. Diversos contêineres de cores diferentes estão instalados pelas cidades para que a população faça a separação seletiva dos resíduos e o não cumprimento das regras gera multas individuais e nas organizações. A reciclagem é lei desde 1972, quando o descarte de resíduos foi regulamentado no país. A Alemanha também zerou o envio de resíduos destinados aos aterros sanitários, implicando em que todos os resíduos são ou compostados, ou reciclados, ou incinerados. Também há o incentivo para a população na forma de benefícios, onde garrafas plásticas e de vidro ao serem destinadas às máquinas automáticas específicas de coleta para reciclagem são trocadas por créditos de vale-compra em supermercados (IBIAPINA et. al, 2021).

Diante dos dados alarmantes de desperdício de alimentos e geração de resíduos orgânicos, o governo da Coreia do Sul decidiu tomar medidas instituindo em 2013 a reciclagem obrigatória de resíduos orgânicos, aplicando um sistema eficiente de coleta e cobrança dos resíduos gerados. Cada família apresenta o lixo orgânico em sacolas biodegradáveis específicas em máquinas automáticas equipadas com balanças e identificação por radiofrequência, as quais geram um valor mensal para o cidadão, a partir de um cartão de identificação. Essa taxa imposta ajuda a incentivar a compostagem doméstica e redução do desperdício, além dos benefícios ao

meio ambiente. Ainda em 2013, a prefeitura da capital sul-coreana, Seul, implementou mais de 100 estações de reciclagem espalhadas nos bairros, empregando moradores locais para cuidar das estações, ou seja, responsáveis em colocar e esvaziar os cestos de resíduos para reciclagem, e isso gerou um aumento no índice de recuperação dos resíduos recicláveis (TETRAPACK, 2016). Já em 2014, a prefeitura instalou lixeiras inteligentes espalhadas pela cidade, estrategicamente em áreas populosas, para evitar o acúmulo de resíduos nas ruas. Os contenedores possuem um sistema que indica o atual status de capacidade da lixeira com monitoramento a distância, aumentando a eficiência e planejamento da frequência de esvaziamento das lixeiras, evitando transbordamento, e acarretou no aumento de engajamento da população na coleta seletiva.

A Áustria se destaca por ser um país evoluído no sentido de políticas voltadas ao meio ambiente, principalmente no que diz respeito ao controle no setor produtivo contra o desperdício e conta ainda com o empenho da população que sugere soluções para melhoria da reciclagem. Existem decretos regulamentando a redução na produção de resíduos, estabelecendo a coleta seletiva e compras de produtos com geração mínima de resíduos, e as pautas sobre resíduos sólidos tiveram início ainda no século XVIII (DEMAJOROVIC, 1994). Em Viena, a coleta seletiva é organizada tanto de porta em porta como na rua. Existem diversos ecopontos distribuídos pela cidade, um de cada cor destinado a certo tipo de material (papel, plástico, vidro, orgânico, entre outros) e há um mapa interativo que mostra os pontos distribuídos pela cidade e qual é o mais próximo da residência para que cada morador destine corretamente seu material. Para a construção de residências, é necessário apresentar um plano expondo onde estarão localizadas as lixeiras do empreendimento, e depois as lixeiras devem ser solicitadas à prefeitura (WIEN, 2023).

Analogamente, o Japão tem sua gestão de RSU baseada nos 3Rs (Reduzir, Reciclar e Reutilizar) e está apoiada em leis, controle de dados, economia circular e respeito. A separação dos resíduos é feita nas próprias residências dos moradores e cada tipo de material possui um custo, isto é, cada pessoa paga pelo resíduo que gera em função do tipo de material. O conceito de responsabilidade compartilhada pelos resíduos também está presente, na qual cada tipo de resíduo tem uma responsabilidade específica do consumidor, do produtor e do governo local (SILVA et. al, 2018).

Ressalta-se que o Brasil se encontra entre as últimas colocações dos países que mais reciclam no mundo, em que a Alemanha se encontra no topo, seguida pela Coreia do Sul, Áustria, Eslovênia e Bélgica.

Frisa-se também o fato de que o Brasil possui um território de dimensões continentais, diferentemente dos países citados anteriormente. Ainda, há um grande contraste socioeconômico e cultural entre as regiões, tornando a gestão de RSU mais desafiadora devido às características locais do ambiente analisado.

6 CONCLUSÕES

Conforme dados levantados neste estudo, as cooperativas de material reciclável desempenham uma função essencial na gestão dos resíduos sólidos urbanos no município de Maceió e somam-se ao escopo do serviço de limpeza urbana. Entretanto, analisando a PNRS no tocante às políticas de logística reversa, é possível observar que tal instrumento ainda é enfraquecido na sociedade maceioense, sendo pouco mapeada, divulgada e aplicadas a postos de entrega.

Mesmo que o município de Maceió tenha 100% de cobertura para a coleta, transporte e destinação final convencional dos RSU, quando analisada a abrangência da coleta seletiva porta a porta, apenas 31% da área urbanizada da capital é atendida.

Analisando os dados obtidos por Região Administrativa com auxílio da matriz de decisão elaborada (Tabela 15), a RA04, com pouco mais de 100 mil habitantes, é a mais afastada das boas práticas na gestão dos RSU, pois não possui coleta seletiva porta a porta, não possui ecoponto (mesmo com 18 pontos de descarte irregular mapeados) e possui apenas 3 PEVs para atender toda a comunidade. Esta região foi apontada na matriz de tomada de decisões como de mais alta prioridade para ações do poder público como: implantação da seletiva porta a porta; instalação de pelo menos um ecoponto e aumento do número de PEVs.

Em contrapartida, a RA01, com aproximadamente 81 mil habitantes, possui 1 ecoponto e apenas 12 pontos de descarte irregular, mais de 50% de sua área com coleta seletiva porta a porta e 4 PEVs, sendo, no geral, a região com melhor desempenho na gestão de RSU. Tal situação pode ser atribuída ao fato de que esta região possui relevante importância turística para a cidade e, conseqüentemente, uma grande preocupação em ser mantida limpa.

Já a RA07, com maior quantidade de habitantes e domicílios, não possui coleta seletiva porta a porta, poucos PEVs e maior quantitativo de pontos de descarte irregular, mesmo com 3 ecopontos distribuídos nos bairros que a compõe, trazendo um alerta para a necessidade de intensificação de práticas de educação ambiental, bem como ampliação da coleta seletiva.

Apesar de todos os benefícios da reciclagem em diversos aspectos da sociedade e do meio ambiente e com mais de 5 anos de atuação das cooperativas, a coleta seletiva em Maceió ainda possui baixa adesão pela população e, conseqüentemente, baixo impacto no material destinado ao aterro sanitário e pouca redução nos custos municipais de gestão e manejo de RSU. Em termos quantitativos, o material que as cooperativas conseguem recuperar anualmente não chega a 1% dos resíduos Classe IIA disposto no aterro sanitário.

Ressalta-se que a nova empresa concessionária para operação do aterro sanitário municipal também vem com uma proposta de triagem manual do resíduo Classe IIA que é encaminhado ao aterro, separando a parcela passível de reciclagem seca, entretanto, tal prática resulta em materiais recicláveis de menor qualidade para venda e maior custo operacional, sendo a separação na fonte geradora o caminho mais sustentável a ser seguido e incentivado para os municípios.

Conforme apresentado, os aterros sanitários devem ser visados apenas para a destinação de rejeitos, e observa-se que a fração passível de reaproveitamento (tanto seco quanto orgânico) ainda é elevada em Maceió, trazendo uma preocupação quanto à vida útil do aterro. Ressalta-se que o atual aterro sanitário já ultrapassou metade da sua vida útil prevista inicialmente para 2028, com uma projeção de até 2031.

Analisando as alternativas em diferentes cidades e países, observa-se uma tendência em evoluir na disponibilização de pontos de entrega de resíduos recicláveis espalhados pela cidade, principalmente em locais de grande concentração populacional, e intensificar as fiscalizações e multas. Apesar de tudo, Maceió ainda apresenta deficiências nesse aspecto devido ao baixo percentual de ecopontos e PEVs disponíveis para atender a população, e com nenhum incentivo (descontos, créditos, trocas, entre outros) para o benfeitor que participe da coleta seletiva.

Sugere-se que sejam feitos estudos gravimétricos mais recentes para entender o comportamento atual da população maceioense, auxiliando na tomada de decisões mais assertivas no que tange à gestão de resíduos sólidos e, sobretudo, à melhor atuação das cooperativas na coleta seletiva. Ainda, sugere-se que o Município se espelhe em soluções adotadas em outras cidades para diversificar e avançar nas ações e tratativas de coleta seletiva, atraindo a atenção da sociedade e gerando engajamento na pauta, contribuindo positivamente com o meio ambiente e socioeconomicamente com a população diretamente impactada.

Sugere-se também que novas iniciativas sejam adotadas no que tange à educação ambiental e coleta seletiva, como incentivos para a população que adere aos programas junto às cooperativas, como citado em outras capitais do Brasil e cidades do mundo. Os benefícios de uma gestão adequada de resíduos sólidos atingem os mais diversos setores ambientais, sociais, econômicos e saúde, o que demonstra que o descaso com esse setor possui impactos negativos de proporções consideráveis, sendo de fundamental importância para o futuro do país a preocupação com a temática de resíduos sólidos e gestão integrada com os demais eixos do saneamento.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação, Rio de Janeiro, 2004.
- ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos 2020**. São Paulo, 2020.
- ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos 2022**. São Paulo, 2022.
- ALAGOAS. **Portal Oficial do Governo do Estado de Alagoas**: Casal e Instituto Mandaver discutem possibilidades de firmar parceria. Alagoas, 2023. Disponível em: <https://alagoas.al.gov.br/noticia/casal-e-instituto-mandaver-discutem-possibilidades-de-firmar-parceria>. Acesso em: 18 de abril de 2023.
- ANCAT - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CATADORES E CATADORAS DE MATERIAIS RECICLÁVEIS. **Anuário da Reciclagem 2021**. Disponível em: <https://ancat.org.br/>. Acesso em: 08 de novembro de 2022.
- BANCO DO NORDESTE. **Perfil Socioeconômico de Alagoas**. Fortaleza, 2015.
- BARBOSA, Leticia de Queiroz. **A Experiência de Contratação das Cooperativas de Catadores de Resíduos Sólidos Reutilizáveis e Recicláveis no Município de Maceió/AL**. 2021. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências.
- BRASIL. **Lei Federal 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, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305,

de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Economia Circular: Caminho Estratégico para a Indústria Brasileira**. Brasília, 2019.

COSTA, Priscila Rosa Bandeira. O papel do catador de materiais recicláveis na cadeia da reciclagem. **SER Social**, [S. l.], v. 20, n. 42, p. 182–199, 2018. Brasília.

CURITIBA. **Secretaria Municipal do Meio Ambiente: Câmbio Verde**. Curitiba, 2023. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/cambio-verde/344>. Acesso em: 19 de março de 2023.

DEMAJOROVIC, Jacques. **Meio ambiente e resíduos sólidos: avanços e limites na cidade de Viena e lições para São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Administração Pública e Governo) - FGV - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1994.

FIEP - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: Guia Técnico de Conceitos para o Setor Produtivo**. 2014.

FORTALEZA. **Entenda a cobrança da Taxa de Lixo**. Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/entenda-a-cobranca-da-taxa-do-lixo>. Acesso em: 19 de março de 2023.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. **Manual de Saneamento**. 5ª ed. - Brasília: Funasa, 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. Rio de Janeiro, 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha Municipal**. Rio de Janeiro, 2020.

IBIAPINA, Iveltyma.; OLIVEIRA, Talyta.; SILVA, Aurio. As Políticas Públicas e os Resíduos Sólidos Urbanos na Alemanha e no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, [S. l.], n. 60, 2022. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/1305>. Acesso em: 19 de março de 2023.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Relatório de pesquisa. Brasília, 2012.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: ODS 12. Consumo e Produção Sustentáveis**. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods12.html>. Acesso em: 05 de nov. de 2022.

MACEIÓ. **Carroceiro Legal**: projeto incentiva descarte correto de resíduos com doações de cestas básicas. Maceió, 2021. Disponível em: <https://maceio.al.gov.br/noticias/sudes/carroceiro-legal-projeto-incentiva-descarte-correto-de-residuos-com-doacoes-de-cestas-basicas>. Acesso em: 19 de março de 2023.

MACEIÓ. **Lei nº 5.486, de 30 de dezembro de 2005**. Institui o Plano Diretor do Município de Maceió, estabelece diretrizes gerais de política de desenvolvimento urbano e dá outras providências.

MACEIÓ. **Lei nº 6.755, de 24 de maio de 2018**. Estabelece a Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Maceió e outras providências.

MACEIÓ. **Lei nº 6.933, 04 de setembro de 2019**. Institui o Código Municipal de Limpeza urbana no Município de Maceió, revoga a Lei nº 4.301, de abril de 1994, a Lei Municipal nº 6,365, de 12 de março de 2015, a Lei Municipal nº 6382, de 09 de abril de 2015 e dá outras providências.

NAIME, Roberto. **Gestão de resíduos sólidos: uma abordagem prática**. Novo Hamburgo, RS: FEEVALE, 2005. 134 p.

PERS - **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas**. SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Maceió, 2015.

PLANARES - **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2022.

PREFEITURA DE MACEIÓ. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Maceió (PMGIRS)**. Maceió, 2017.

RIBEIRO, Angélica Kelly dos Santos Pimentel; MARQUES, Sheyla Karolina Justino; RIBEIRO, Igor Bruno Gomes; MAIA; Stoeccio Malta Ferreira. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil no município de Maceió – AL. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 363-384, mai. 2021. Florianópolis.

ROTH, Caroline; GARCIAS, Carlos. **A influência dos padrões de consumo na geração de resíduos sólidos dentro do sistema urbano**. Santa Cruz do Sul, RS. REDES – Revista do Desenvolvimento Regional, 13(3), 5-13. 2008.

SÃO PAULO. **Coleta Domiciliar Seletiva**. São Paulo, 2022. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/spregula/residuos_solidos/coleta_seletiva/. Acesso em: 19 de março de 2023.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 de março de 2023.

SILVA, Claudionor de Oliveira; KONRAD, Odorico; CALLADO, Nélia Henriques; FEITOSA, Anny Kariny; ARAUJO, Liz Geise Santos de. Discretização da estimativa de geração *per capita* e análise gravimétrica de resíduos sólidos urbanos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 3, p. 1-19, 28 jun. 2021. Centro Universitário de Maringá.

SILVA, Tamires Raquel et al. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Japão: História e Atualidade. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 72-78, mar. 2018. ISSN 2176-0144. Disponível em: <http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1082>. Acesso em: 19 de março de 2023.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Informações dos Tipos de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2021. Disponível em: <https://sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/residuos-solidos-urbanos/>. Acesso em: 05 de nov. de 2022.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – Ano de Referência: 2020**. Brasília, 2021.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021**. Brasília, 2021.

SUDES - SUPERINTENDÊNCIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Maceió, 2022.

TAVARES, Jimmy Carter Lima. **Caracterização dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Maceió-AL**. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

TETRAPACK. Reciclagem em Seul: o poder da parceria. Coreia do Sul, 2016. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/pt-br/insights/cases-articles/recycling-in-seoul>. Acesso em: 19 de março de 2023.

WIEN. Gestão de resíduos, limpeza de ruas e frota de veículos (MA48). Viena, 2023. Disponível em: <https://www.wien.gv.at/umwelt/ma48/>. Acesso em: 19 de março de 2023. Título original: Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Fuhrpark (MA 48).

WORLD ECONOMIC FORUM. **Germany recycles more than any other country**. Circular Economy. 2017. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2017/12/germany-recycles-more-than-any-other-country/>. Acesso em 07.11.2022.