



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

Graciane Sousa Cunha Tavares

**CONTRIBUIÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO DOS  
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO  
METROPOLITANA DO RECIFE (RMR)**

Recife  
2018

**GRACIANE SOUSA CUNHA TAVARES**

**CONTRIBUIÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO DOS  
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO  
METROPOLITANA DO RECIFE (RMR)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de concentração: Geotecnia  
Linha de Pesquisa: Geotecnia Ambiental

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Thomé Jucá

Recife  
2018

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Valdicéa Alves, CRB-4 / 1260

T231c	<p>Tavares, Graciane Sousa Cunha.</p> <p>Contribuição para a sustentabilidade na gestão dos resíduos sólidos urbanos nos municípios da região metropolitana do Recife (RMR) - 2018. 66folhas, Il., Tab. e Abr. e Sigl.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. José Fernando Thomé Jucá.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2018. Inclui Referências; Anexos e Apêndices.</p> <p>1. Engenharia Civil. 2. Gestão dos resíduos sólidos urbanos. 3. Região metropolitana do Recife. 4. Política nacional dos resíduos sólidos. 5. Índice de sustentabilidade de limpeza urbana. I. Jucá, José Fernando Thomé (Orientador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">UFPE</p> <p>624 CDD (22. ed.) <span style="float: right;">BCTG/2018-216</span></p>
-------	--



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

A comissão examinadora da Defesa de Dissertação de Mestrado

**CONTRIBUIÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO DOS  
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO  
METROPOLITANA DO RECIFE (RMR)**

defendida por

Graciane Sousa Cunha Tavares

Considera a candidata APROVADA

Recife, 1 de março de 2018

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. José Fernando Thomé Jucá – UFPE  
(orientador)

---

Prof. Dr. Geraldo Antônio Reichert – UCS  
(examinador externo)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana de Figueirêdo Lopes Lucena– UFRN  
(examinadora externa)

À minha mãe, minha irmã e meu amor,  
Por incentivarem meus sonhos e acreditarem em mim.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus e minha Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, por me iluminarem e me guiarem durante toda essa jornada.

À minha mãe e minha irmã, por me incentivarem, me ajudarem e me amarem sempre, e aos meus sobrinhos por alegrarem meus dias com aquela inocência.

Ao Higo, por ser muito mais que um noivo, ser um amigo, um companheiro, um ouvinte, um professor, um psicólogo, e tudo mais que ele é na minha vida! Obrigada por toda a dedicação que você oferece a mim, por cada abraço, cada afago, cada conselho, cada palavra, cada angústia e cada comemoração dividida. Sou uma pessoa melhor e mais feliz com você!

Ao professor Fernando Jucá, por todo ensinamento compartilhado. Obrigada por me orientar e me abrir portas, por confiar no meu trabalho e por me fazer crescer profissionalmente. Agradeço também pelo tratamento de respeito e carinho que sempre teve por mim.

À Prefeitura Municipal de Teresina, por permitir o meu afastamento para a realização do mestrado, incentivando minha capacitação e permitindo a uma servidora vivenciar outros exemplos de gestão para aprimorar a nossa. Agradeço também a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitacional (SEMDUH) pela confiança. Tenho muito orgulho de fazer parte desse time!

À Secretaria das Cidades do Estado de Pernambuco, pelas portas abertas e informações cedidas, e principalmente à Ana Gama, pelo carinho e atenção a mim prestados.

Às prefeituras dos municípios da RMR, juntamente com seus secretários e diretores de limpeza urbana, que me receberam e disponibilizaram informações para engrandecer minha pesquisa.

Ao TCE PE, em nome do senhor Pedro Texeira, pela apresentação ao sistema “Tome Conta” e disponibilidade de informações.

Ao CTR Candeias, pelas informações cedidas, e ao CTR PE e I9 Paulista, por além de informações, cederem seus espaços para a realização dos estudos de composição gravimétrica.

Aos amigos do Grupo de Resíduos Sólidos, pela ajuda e atenção sempre que precisei.

Ao Antônio Brito, por seu carinho e dedicação diária.

Aos professores da Geotecnia, por todo conhecimento agregado com as disciplinas.

À Andrea, Claudiana e Cleide, secretárias da pós-graduação, pelo trabalho e atenção.

À banca examinadora, pelo tempo dedicado e contribuições para o engrandecimento do meu trabalho.

À minha família por completo, tios, primos e agregados, por serem tão especiais e à minha prima Lucimara, por me receber tão bem no Recife.

Aos amigos que foram ao campo comigo, Higo, Laís, Mário e Rebeca, pela grande ajuda ao meu trabalho.

Aos meus amigos de turma, por todas as horas de alegrias e de “desespero” compartilhadas. Com certeza a melhor turma de mestrado que já existiu!

Aos meus amigos de vida, que mesmo estando longe, se faziam presentes diariamente na minha rotina, me incentivando e me fazendo sorrir.

E a todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão dessa etapa na minha vida.

## RESUMO

A Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) se tornou um desafio para os gestores públicos e, mesmo com a criação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), os avanços neste setor têm sido lentos. Esta pesquisa tem o objetivo contribuir para a sustentabilidade na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos nos municípios da Região Metropolitana do Recife (RMR), através do cálculo do Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana (ISLU). Os dados da gestão dos RSU foram levantados nos 15 municípios da RMR e realizados estudos da composição gravimétrica dos resíduos encaminhados para os aterros. Os resultados mostram que a geração *per capita* dos RSU na RMR tem uma média de 0,91 kg/hab/dia e de 1,7 trabalhadores no setor de limpeza urbana para cada 1.000 habitantes. Apenas 7 municípios têm programa de coleta seletiva, sendo que em 5, a coleta é realizada somente pelas cooperativas ou associações de catadores. Quanto à disposição final dos RSU da RMR, a situação encontra-se satisfatória, pois 92,7% dos resíduos coletados são encaminhados para aterro sanitário. Com o estudo de composição gravimétrica, notou-se que o percentual de matéria orgânica sofreu uma redução de 54% para 36% na última década, e os materiais com potencial reciclável um acréscimo de 25% para 37%. Os destaques foram o plástico filme com um índice de 12,7% e o papelão e papel que somados chegam a 13%. Quanto a sustentabilidade na gestão dos RSU, o ISLU foi calculado através de quatro dimensões: Engajamento do Município, Sustentabilidade Financeira, Recuperação dos Resíduos Coletados e Impacto Ambiental. O ISLU da RMR obteve uma média de 0,623, que se baseando no índice da Região Nordeste pode ser considerado satisfatório, no entanto, visto que o objetivo do ISLU é avaliar o cumprimento da PNRS ainda há muito a ser melhorado. O município considerado mais sustentável em gestão de limpeza urbana baseado nos resultados do ISLU foi Recife, enquanto o menos sustentável foi São Lourenço da Mata. Dentre as dimensões analisadas, os indicadores de engajamento do município e sustentabilidade financeira tiveram mais destaques entre os municípios da RMR. O principal problema encontrado na Gestão dos RSU da RMR é a falta de tecnologias de tratamento, os únicos tratamentos existentes atualmente são a destinação em aterros sanitários e a reciclagem resultante da coleta seletiva, sendo esta realizada em uma escala muito pequena, inferior a 1,5% do volume total dos resíduos. Assim, apesar de caminhar a passos lentos, a PNRS vem sendo implementada na RMR, podendo notar um avanço quanto a gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos para esses municípios.

**Palavras chave:** Gestão dos resíduos sólidos urbanos. Região metropolitana do Recife. Política nacional dos resíduos sólidos. Índice de sustentabilidade de limpeza urbana.

## ***ABSTRACT***

Urban Solid Waste Management has become a challenge for public managers, and, even with the creation of the National Solid Waste Policy (PNRS) advances in the area have been slow. This research aims to contribute to sustainability in the management of urban solid waste in the municipalities of the Metropolitan Region of Recife (RMR), by calculating the Urban Cleaning Sustainability Index (ISLU). Data were collected from the Urban Cleaning Management of the 15 municipalities of the RMR and tests were performed on the gravimetric composition of the MSW sent to the landfills. The results show that the per capita generation of MSW in the RMR has an average of 0.91 kg / inhab / day and of 1.7 workers in the urban cleaning sector for every 1,000 inhabitants. Only 7 municipalities have a formal role in the selective collection, and in 5, a collection is carried out by cooperatives or associations of collectors. Regarding the final disposition of RMR MSW, a situation is satisfactory, since 92.69% of the waste collected is sent to landfill. With the study of gravimetric composition, it was observed that the percentage of organic matter fell from 54% to 36% in the last, and the materials with recyclable potential rose from 25% to 37%. In RMR the highlights were the thin plastic with an index of 12,7% and paper with 13%. Regarding sustainability in MSW management, ISLU was calculated through four dimensions: Municipal Engagement, Financial Sustainability, Recovery of Collected Waste and Environmental Impact. The ISLU of the RMR obtained an average of 0.623, which based on the index of the Northeast Region can be considered satisfactory, however, considering that the objective of the ISLU is to evaluate compliance with the PNRS there is still much to be improved. The municipality considered more sustainable in urban cleaning management based on ISLU results was Recife, while the less sustainable municipality was São Lourenço da Mata. Among the analyzed dimensions, indicators of municipal engagement and financial sustainability had more highlights among RMR municipalities. The main problem encountered in RMR's MSW Management is the lack of treatment technologies, the only treatments currently available are landfill disposal and the recycling resulting from selective collection, which is performed on a very small scale, less than 1, 5% of the total waste volume. Thus, despite a slow pace of progress, the PNRS has been implemented in the RMR, and it can be noticed that the urban solid waste management for these municipalities is progressing.

**Keywords:** Urban solid waste management. Metropolitan region of Recife. National solid waste policy. Urban cleaning sustainability index.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – População mundial urbana e rural .....	18
Figura 2 – Empreendimentos de impacto na Região Metropolitana do Recife.....	23
Figura 3 – IDHM do municípios da RMR.....	24
Figura 4 - Ordem de prioridade no gerenciamento de resíduos sólidos.....	26
Figura 5 – Taxa de crescimento da população e RSU entre os anos de 2011 e 2016.....	30
Figura 6 – Relação entre o PIB anual e a geração de RSU no Brasil.....	30
Figura 7 – Fluxo do sistema de coleta seletiva.....	34
Figura 8 - Critérios de distribuição do ICMS socioambiental através de leis estaduais.....	40
Figura 9 – Distribuição atual do ICMS Socioambiental em Pernambuco.....	40
Figura 10 - Sumário de gastos e geração de resíduos per capita nas cidades internacionais versus cidades nacionais.....	43
Figura 11 - Dimensões e indicadores utilizados para o cálculo do ISLU.....	48
Figura 12 – Mapa da Região Metropolitana do Recife.....	50
Figura 13 - Organograma da metodologia geral da pesquisa.....	52
Figura 14 – Equipamentos utilizados na composição gravimétrica.....	58
Figura 15 – Metodologia da composição gravimétrica.....	59
Figura 16 – Etapas dos procedimentos do ensaio de composição gravimétrica.....	60
Figura 17 – Termômetro de classificação do ISLU.....	62
Figura 18 – Responsabilidade dos serviços de limpeza urbana.....	66
Figura 19 – Quantidade de trabalhadores nos serviços de limpeza urbana para cada 1.000 habitantes.....	67
Figura 20 – Geração <i>per capita</i> de RSU da RMR com base nos RSU coletados.....	69
Figura 21 – Quantidade de RSU de acordo com o tipo de disposição final.....	73
Figura 22 – Composição Gravimétrica dos municípios da RMR, exceto Camaragibe, Goiana e São Lourenço da Mata.....	75
Figura 23 – Composição gravimétrica da RMR – média simples.....	76
Figura 24 - Composição gravimétrica da RMR – média ponderada.....	77
Figura 25 – Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana dos Municípios da RMR.....	85
Figura 26 - Comparação do ISLU para os municípios da RMR.....	87

Figura 27 – Mapa de sustentabilidade na Gestão de Limpeza Urbana dos municípios da RMR baseada no ISLU.....	88
Figura 28 – Mapa de sustentabilidade na Gestão de Limpeza Urbana dos municípios de Pernambuco baseada no ISLU.....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Regiões metropolitanas do Brasil com mais de 1 milhão de habitantes .	21
Tabela 2 – Municípios que compõem a RMR .....	22
Tabela 3 – Classificação dos Resíduos Sólidos pela PNRS .....	27
Tabela 4 – Síntese de critérios de classificação dos RS .....	28
Tabela 5 – Frequências de coleta convencional .....	32
Tabela 6 – Estados brasileiros com ICMS Ecológico .....	39
Tabela 7 – Legislações municipais para as taxas de coleta e disposição final .....	42
Tabela 8 – Dimensões para indicadores de sustentabilidade.....	46
Tabela 9 – Informações demográficas da RMR .....	49
Tabela 10 – Critério de escolha da quantidade de rotas .....	56
Tabela 11 – Quantidade de rotas estudadas por município .....	56
Tabela 12 – Rotas das coletas de lixo domiciliares utilizadas.....	57
Tabela 13 – Geração de RSU na RMR .....	68
Tabela 14 – Coleta Seletiva da RMR .....	71
Tabela 15 – Disposição final dos RSU dos municípios da RMR .....	72
Tabela 16 –População atendida pelos serviços de limpeza urbana.....	78
Tabela 17 – IDHM dos municípios da RMR .....	79
Tabela 18 – Grau de autonomia financeira dos municípios da RMR .....	80
Tabela 19 - Recuperação dos materiais recicláveis coletados .....	81
Tabela 20 – Disposição incorreta dos RSU sobre população atendida .....	82
Tabela 21 – Dimensões para cálculo do ISLU .....	83

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CEE	Comunidade Econômica Europeia
CEMPRE	Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CTR	Central de Tratamento de Resíduos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
ISLU	Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ITEP	Instituto de Tecnologia de Pernambuco
IUCN	International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources
MCID	Ministério das Cidades
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PET	Plástico Polietileno Tereftalato
PEV	Pontos de Entrega Voluntária
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RMR	Região Metropolitana do Recife
RS	Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SELUR	Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SUS	Sistema Único de Saúde
TCE-PE	Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco
TLP	Taxa de Limpeza Urbana
TRSD	Taxa de Coleta, Remoção e Tratamento ou Destinação de Resíduos Domiciliares

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1	OBJETIVOS .....	17
1.1.1	Objetivo Geral .....	17
1.1.2	Objetivos Específicos .....	17
1.2	ESTRUTURA DO DOCUMENTO .....	17
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
2.1	URBANIZAÇÃO.....	18
2.1.1	Crescimento urbano, consumo e geração de resíduos .....	19
2.1.2	Regiões metropolitanas.....	20
2.1.3	Região Metropolitana do Recife .....	21
2.2	RESÍDUOS SÓLIDOS .....	24
2.2.1	Política Nacional dos Resíduos Sólidos .....	25
2.2.2	Classificação dos resíduos sólidos .....	27
2.2.3	Resíduos Sólidos Urbanos .....	28
2.2.4	Geração dos RSU no Brasil .....	29
2.3	SISTEMA DE LIMPEZA URBANA .....	31
2.3.1	Coleta.....	31
2.3.2	Limpeza de logradouros – varrição, capina e outros.....	34
2.3.3	Tratamento e disposição final .....	35
2.4	GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	36
2.4.1	Arrecadações e custos dos serviços de limpeza urbana .....	37
2.5	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE .....	44
2.5.1	Indicadores de Resíduos Sólidos Urbanos .....	46
2.5.2	Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana (ISLU).....	47
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>49</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDO .....	49
3.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	51
3.3	GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	51
3.3.1	Levantamento de dados primários .....	51
3.3.2	Levantamento de dados secundários.....	53
3.3.3	Quantidade de trabalhadores.....	54
3.3.4	Geração <i>per capita</i> de RSU .....	54

<b>3.3.5 Estimativa de material aproveitado na coleta seletiva .....</b>	<b>55</b>
<b>3.3.6 Composição gravimétrica.....</b>	<b>55</b>
3.4 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DE LIMPEZA URBANA.....	61
<b>3.4.1 Cálculo das dimensões .....</b>	<b>62</b>
<b>3.4.2 Equação geral do ISLU.....</b>	<b>65</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>66</b>
4.1 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA RMR.....	66
<b>4.1.1 Coleta convencional .....</b>	<b>67</b>
<b>4.1.2 Coleta seletiva .....</b>	<b>70</b>
<b>4.1.3 Disposição final.....</b>	<b>72</b>
<b>4.1.4 Composição gravimétrica dos RSU dos municípios da RMR.....</b>	<b>74</b>
4.2 ISLU.....	78
<b>4.2.1 Cálculo dos Indicadores das Dimensões do ISLU da RMR .....</b>	<b>78</b>
<b>4.2.2 Cálculo das dimensões do ISLU da RMR.....</b>	<b>78</b>
<b>4.2.3 Cálculo do Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana da RMR .....</b>	<b>84</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>90</b>
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	91
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>92</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO .....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE B – MAPAS DAS ROTAS ESTUDADAS.....</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE C – COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS MUNICÍPIOS DA RMR .....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO – ISLU DOS MUNICÍPIOS DE PERNAMBUCO .....</b>	<b>120</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos vem ocorrendo desde que surgiu o mundo, no entanto, a partir da década de 80 essa questão vem se tornando destaque em debates internacionais sobre o meio ambiente. Com o aumento da urbanização, ocorrem o crescimento econômico, político e cultural de uma sociedade, impactando instantaneamente seu consumismo e conseqüentemente sua geração de resíduos.

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são considerados indicadores de sustentabilidade, registrando situações como uma crise econômica ou uma melhora na renda média das famílias. Nos lixos diários são encontrados resumos de ações humanas características de cada local, medindo as maneiras como vivem, se alimentam, vestem, divertem, trabalham e o que consomem (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

No século XXI, a Gestão dos Resíduos Sólidos se tornou um desafio para os gestores públicos, especialmente os municipais. O município detém a responsabilidade pelo manejo dos resíduos sólidos urbanos, sejam aqueles decorrentes de residências ou qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como os resíduos originados da limpeza pública urbana, usando instrumentos adequados à sustentabilidade.

A sustentabilidade e o termo desenvolvimento sustentável vêm sendo discutidos continuamente ao longo dos anos, no entanto, um dos conceitos mais conhecidos sobre esse termo é o do *Relatório Brundtland*, elaborado a partir da *World Commission on Environment and Development* (WCED), que afirma que o desenvolvimento sustentável é aquele desenvolvimento que atende às necessidades das gerações presentes sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades (VAN BELLEN, 2005).

A sustentabilidade agrega desenvolvimento ao meio ambiente, respeitando as relações, minimizando danos e destruições, reconhecendo necessidades e respeitando os interesses de outras partes (SAVITZ; WEBER, 2007).

.Novaes (2007) comenta que quando a sustentabilidade é aplicada para às dimensões sociais, culturais e étnicas refere-se às efetivas condições dos diferentes agrupamentos humanos poderem viver com base em seus valores culturais, sociais e religiosos, mas sem afetar a sustentabilidade ambiental nem afetar a possibilidade de outros grupos exercerem o mesmo direito.

Em 2010, foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), fruto de negociações de longos anos entre os vários atores envolvidos em seu processo, com o propósito de dar subsídios para a gestão compartilhada dos resíduos. Porém, após 7 anos de criação, a PNRS ainda não foi implementada na realidade da gestão de muitos municípios brasileiros.

Segundo Jucá *et al.* (2002), no estado de Pernambuco, a Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos é responsabilidade das Prefeituras, onde, nos menores municípios, os serviços de limpeza urbana são prestados diretamente pela Prefeitura, nos municípios com faixa populacional entre 50.000 e 100.000 habitantes, a coleta é normalmente realizada por empresas prestadoras de serviços e os demais serviços de limpeza urbana são realizados pela própria Prefeitura, e para os municípios com população acima de 100.000 habitantes, o serviço de limpeza urbana é mais de 80% terceirizado.

De acordo com o levantamento realizado em 2015, pelo Tribunal de Contas do Estado (TCE-PE, 2015), cerca de 80% dos municípios ainda depositam os resíduos sólidos em lixões, e, por conseguinte sem ações que tratem do gerenciamento dos resíduos de forma ambientalmente adequada e sustentável. Contudo ao se considerar o volume de resíduos gerados no estado de Pernambuco, aproximadamente 60% é destinado a aterros sanitários.

A participação e a responsabilização de diversos atores são fundamentais na gestão de resíduos sólidos urbanos, no pagamento pelo serviço de limpeza urbana, na valorização da reciclagem e na promoção de ações educativas para mudanças de valores e hábitos da sociedade para uma gestão integrada, descentralizada e compartilhada.

Quando se trata de gestão dos RSU nota-se a falta de parâmetros de referência, como qualidade, contratação e escopo dos serviços realizados. Tal fato deve-se à escassez de informações oficiais dessa natureza, que, muito embora sejam de interesse público, carecem ainda de levantamento e divulgação eficaz pelos órgãos que as controlam.

Dados do Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERNAMBUCO, 2012) mostram que a Região Metropolitana do Recife (RMR) é responsável por quase metade dos resíduos gerados no estado. É válido ressaltar que na última década, ocorreram diversas mudanças quanto à Gestão dos Resíduos na RMR, desde a sua geração e composição, até sua disposição final, o que implica a importância do estudo sobre a Gestão dos RSU nessa Região Metropolitana.

Esta pesquisa pretende contribuir com a análise da sustentabilidade na gestão dos resíduos sólidos urbanos dos municípios da RMR, verificando o cumprimento dos

princípios e requisitos preconizados pela PNRS através do Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana, que toma por base o engajamento do município, sustentabilidade financeira, recuperação de materiais recicláveis e destinação inadequada dos resíduos.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Contribuir para a avaliação da sustentabilidade na Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos nos municípios da RMR.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar um diagnóstico da gestão dos RSU nos municípios da RMR;
- Realizar a composição gravimétrica dos RSU desses municípios;
- Verificar seus custos e arrecadações com os serviços de limpeza urbana;
- Analisar o índice de sustentabilidade de limpeza urbana dos municípios da RMR.

## 1.2 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

A dissertação foi estruturada em cinco capítulos. No Capítulo 1 faz-se uma apresentação da problemática da pesquisa, compreendendo a introdução e os objetivos (geral e específicos) a serem alcançados. O Capítulo 2 apresenta uma síntese do referencial teórico sobre os temas relevantes que embasam a discussão dos resultados da pesquisa. No Capítulo 3 são descritos os procedimentos metodológicos utilizados, de tal forma que o mesmo possa ser replicado. A apresentação e discussão dos resultados obtidos estão no Capítulo 4, e no Capítulo 5 são identificadas as principais conclusões decorrentes da pesquisa, juntamente com a proposição de trabalhos futuros sobre a mesma temática.

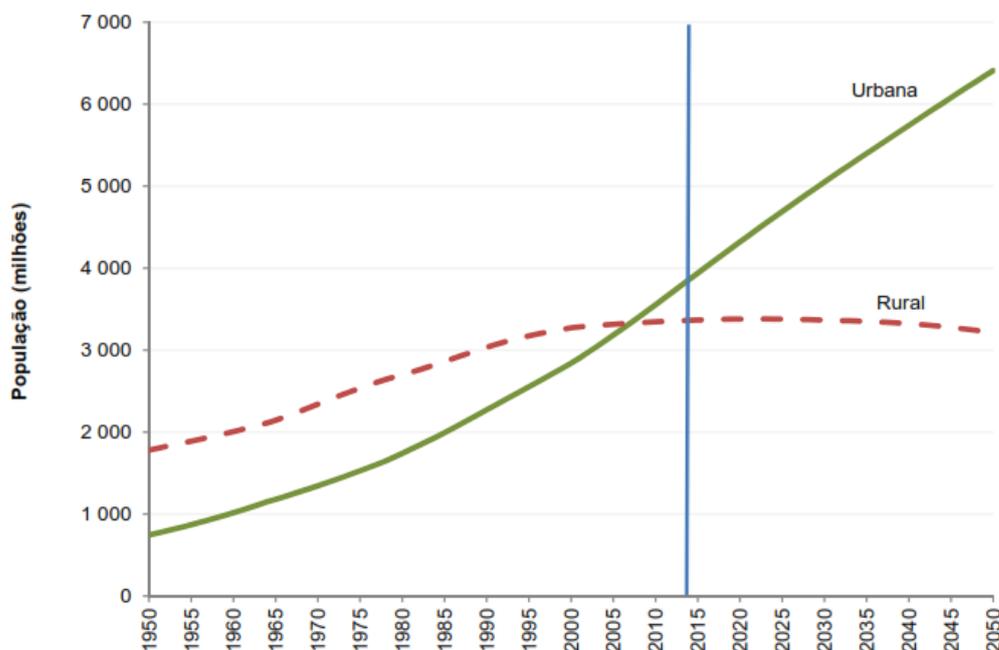
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 URBANIZAÇÃO

O processo de urbanização pode ser definido como a transição de uma sociedade rural para uma mais urbana e densa, caracterizadas por indústrias e atividades de serviço. Historicamente, essa transição tem sido relacionada com o crescimento econômico, como aconteceu na Europa e na América do Norte, onde a urbanização acompanhou a revolução industrial e produziu as novas sociedades industriais urbanas que hoje dominam o mundo (UNITED NATIONS, 2015).

Nos últimos 50 anos, houve um grande aumento da população urbana em países mais pobres, são pessoas atraídas para as cidades que oferecem oportunidades para educação e emprego, alimentando uma transição urbana nos países em desenvolvimento. Em 1950, mais de 70% de pessoas em todo o mundo viviam em assentamentos rurais, já em 2014, 54% da população mundial era urbana (FIGURA 1). No entanto, a urbanização ocorrente hoje tem uma velocidade muito maior que no passado, trazendo a esses centros urbanos uma grande responsabilidade com a infraestrutura adequada (UNITED NATIONS, 2015).

Figura 1 – População mundial urbana e rural



Fonte: United Nations (2015).

Junto com a urbanização, surgem ótimas oportunidades para o desenvolvimento, entretanto também aparecem inúmeros desafios para a governança, especialmente no âmbito social e ambiental. A questão é que os formuladores de políticas públicas e as organizações da sociedade civil têm reagido aos desafios à medida que eles surgem, o que não é mais suficiente. É necessário que haja uma abordagem proativa, a fim de que a urbanização nos países em desenvolvimento ajude a resolver os problemas sociais e ambientais, ao invés de piorá-los de forma catastrófica (UNFPA, 2007).

### **2.1.1 Crescimento urbano, consumo e geração de resíduos**

O crescimento urbano contínuo é incompatível com um ambiente onde os recursos são limitados, dentre eles a capacidade de absorção e reciclagem de resíduos. Acrescentando a esse quadro o aumento do consumo observado no desenvolvimento da sociedade humana, a situação é ainda mais preocupante, tornando a geração de resíduos mais complexa para o meio ambiente (BRAGA *et al.*, 2005).

A sociedade tecnologicamente avançada de hoje, na esteira da urbanização e do avanço da civilização, contribuiu, consciente ou inconscientemente, substancialmente para alterar o ambiente natural. Para satisfazer as necessidades diárias, as atividades humanas contribuem para todos os tipos de poluição relacionados ao ar, água e terra. Uma das questões de maior preocupação é o impacto da poluição ambiental causada pelos resíduos sólidos (KUMAR, 2016).

As cidades são os centros de atividades econômicas que tendem a ser associados ao aumento da produtividade. Indústrias e serviços geralmente estão concentrados em áreas urbanas que atraem empresas e pessoas qualificadas. Com a produtividade acelerada, o incentivo ao consumo é compulsório no que diz respeito à aquisição e descarte de bens (UNITED NATIONS, 2015).

Além do aumento da produção e o alto incentivo ao consumo, os produtos fabricados atualmente vêm com prazo de vida útil pré-determinado. São produtos fabricados para durar um determinado período de tempo e, após esse tempo, sua substituição torna-se quase obrigatória, uma vez que torna antieconômico para o consumidor o seu conserto.

Nos grandes centros urbanos, a geração de resíduos sólidos urbanos mostra-se em uma taxa superior ao crescimento populacional, fazendo com que a necessidade de investimentos no setor aumente progressivamente. O desafio das autoridades

responsáveis pela gestão de resíduos sólidos é conseguir um planejamento para equilibrar as aspirações econômicas e ambientais.

### **2.1.2 Regiões metropolitanas**

O processo de metropolização ocorre a partir da polarização de uma região alta taxa de urbanização e alta densidade demográfica em torno de uma grande cidade. Essa grande cidade, também chamada de metrópole, influencia outras várias cidades com as quais mantem forte relação de interdependência econômica e notório movimento pendular de sua população (FREITAS, 2009).

A metropolização teve início a partir da Revolução Industrial, na Inglaterra, onde houve a sua primeira identificação, seguida pela iniciativa mais antiga de instituir uma Região Metropolitana em torno de Londres. Seguiram a ideia de reconhecer institucionalmente esse fenômeno, os administradores de Tóquio, Cidade do México, Buenos Aires, Toronto, Montreal, Los Angeles, Barcelona e, hoje, muitas outras (FREITAS, 2009).

Pena (2017) define uma região metropolitana como uma área formada por vários municípios que apresentam uma estrutura ou aglomeração urbana interligada em torno de uma cidade principal, chamada de metrópole. No Brasil, as regiões metropolitanas são estabelecidas por lei e as primeiras regiões metropolitanas brasileiras foram criadas em 1973. As cidades de uma mesma região metropolitana precisam apresentar sistemas de transporte, comunicação, pavimentação e outros que estejam interligados. Ao longo dos anos, o quadro metropolitano oficial sofre alterações, tanto na composição interna das RMs com a inclusão e exclusão de municípios, quanto na criação de novas RMs (GARSON; RIBEIRO; RODRIGUES, 2010).

Segundo o último censo (IGBE, 2010), no Brasil existem 36 regiões metropolitanas e 3 regiões integradas de desenvolvimento econômico (RIDE), que não podem ser consideradas regiões metropolitanas brasileiras porque não se situam em um mesmo estado. Essas 39 regiões juntas possuem 89.420.179 habitantes representando 47% da população brasileira.

A Tabela 1 lista as RMs existentes no Brasil com uma população superior a 1 milhão de habitantes.

Tabela 1 – Regiões metropolitanas do Brasil com mais de 1 milhão de habitantes

<b>Regiões Metropolitanas</b>	<b>População</b>
São Paulo – SP	19.683.975
Rio de Janeiro – RJ	11.835.708
Belo Horizonte – MG	5.414.701
Porto Alegre – RS	3.958.985
Recife – PE	3.690.547
Fortaleza – CE	3.615.767
Salvador – BA	3.573.973
Curitiba – PR	3.174.201
Campinas – SP	2.797.137
Goiânia – GO	2.173.141
Manaus – AM	2.106.322
Belém – PA	2.101.883
Grande Vitória – ES	1.687.704
Baixada Santista – SP	1.664.136
Natal – RN	1.351.004
Grande São Luís – MA	1.331.181
João Pessoa – PB	1.198.576
Maceió – AL	1.156.364
Norte/Nordeste Catarinense – SC	1.094.412
Florianópolis – SC	1.012.233

Fonte: IBGE (2010).

### **2.1.3 Região Metropolitana do Recife**

A Região Metropolitana do Recife (RMR) foi criada em 1973 pela Lei Complementar Estadual nº. 14 de 8 de junho de 1973, naquele momento definida por 9 municípios: Recife, Cabo de Santo Agostinho, Igarassu, Ilha de Itamaracá, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista e São Lourenço da Mata. Em 1982, foram criados os municípios de Abreu e Lima, Camaragibe e Itapissuma, desmembrados dos municípios de Paulista, São Lourenço da Mata e Igarassu, respectivamente, e automaticamente incluídos na RMR. Em 1994 e 1995, foram incluídos mais 2 municípios, sendo estes Ipojuca, através da Lei Complementar Nº 10/94, e Araçoiaba, que foi desmembrada de Igarassu. E recentemente, no final do ano de 2017, foi incluído o município de Goiana, através do Projeto de Lei Complementar Nº 1.739/2017.

Atualmente, a RMR possui 15 municípios e, baseando-se nos dados do último censo (IBGE, 2010), é a maior região metropolitana do Norte-Nordeste, a sexta maior do Brasil e uma das 120 maiores do mundo. Sua população estimada pelo IBGE (2016) é de 4.019.396, o que representa quase 43% da população total de Pernambuco. Constitui-se um espaço privilegiado da região Nordeste, tanto por sua localização em relação ao mercado mundial, quanto pela sua centralidade em relação às demais metrópoles do Nordeste – Salvador e Fortaleza. A Tabela 2 apresenta os municípios da RMR e suas populações estimadas.

Tabela 2 – Municípios que compõem a RMR

<b>Município</b>	<b>População (2016)</b>
Recife	1.625.583
Jaboatão dos Guararapes	691.125
Olinda	390.144
Paulista	325.590
Cabo de Santo Agostinho	202.636
Camaragibe	155.228
Igarassu	113.956
São Lourenço da Mata	111.197
Abreu e Lima	98.990
Ipojuca	92.965
Goiana	78.940
Moreno	61.577
Itapissuma	26.073
Ilha de Itamaracá	25.346
Araçoiaba	20.046
<b>RMR</b>	<b>4.019.396</b>

Fonte: Autora a partir de IBGE (2016).

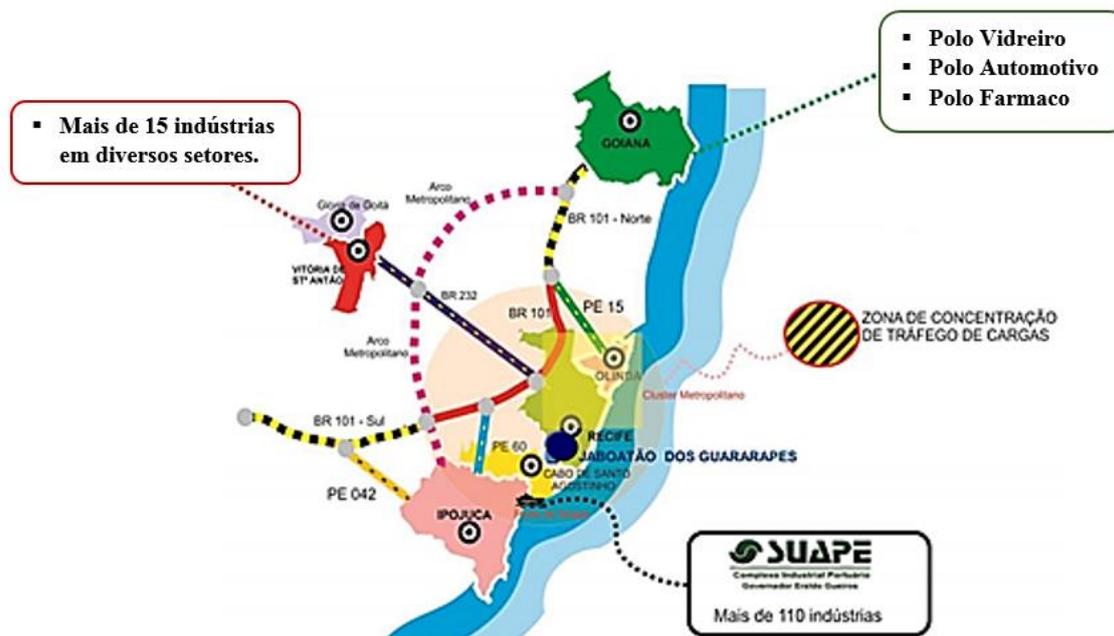
### 2.1.3.1 Características da RMR

Pernambuco teve uma expansão econômica influenciada pelo desempenho do setor industrial, especialmente a indústria da construção civil, seguido da indústria de transformação. No entanto, a Região Metropolitana do Recife tem apresentado uma economia dinâmica e crescente devido aos diversos empreendimentos em fase de consolidação, expansão ou em implantação na região, atrelados e complementares ao

Complexo Industrial Portuário de Suape, situado nos municípios do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, litoral sul do estado (IPEA, 2015).

De acordo com Chaves (2013), o processo de crescimento urbano da RMR está diretamente ligado à três grandes movimentos econômicos: a expansão do núcleo central, a irradiação pelos eixos de ligação entre o litoral e o oeste (Vitória de Santo Antão); a expansão para o litoral sul (Suape); e a ocupação industrial do litoral norte (Polo Automotivo e Farmaco), como pode ser ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Empreendimentos de impacto na Região Metropolitana do Recife

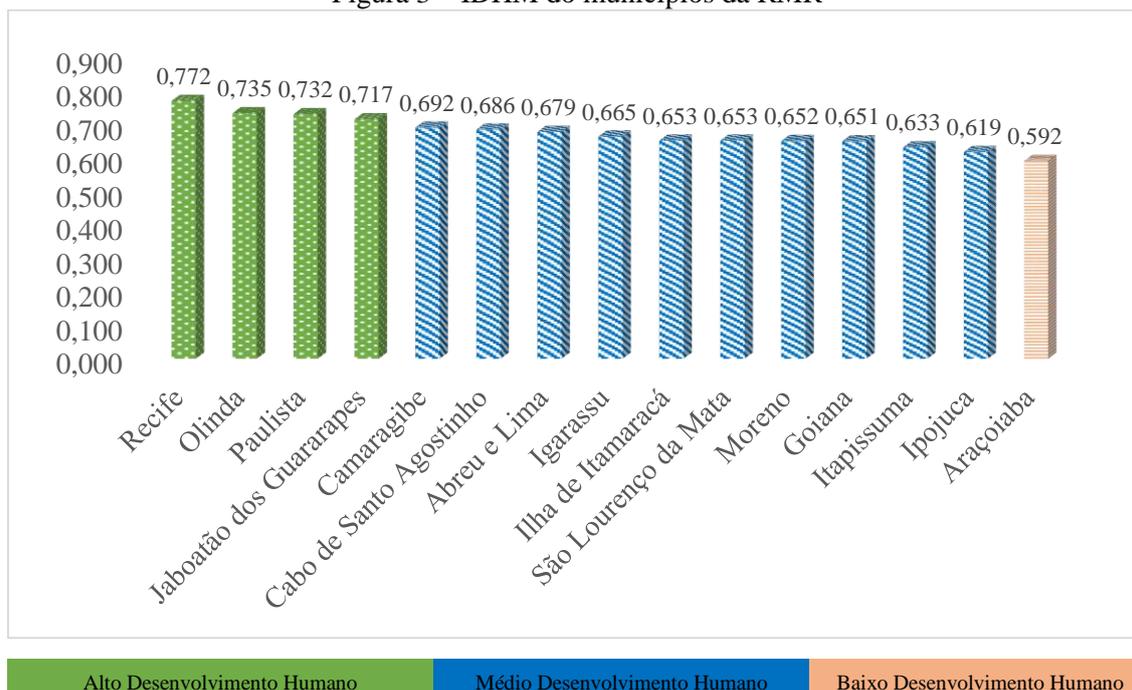


Fonte: Adaptado de Chaves (2013).

De acordo com dados do IBGE (2010), o Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) da Região Metropolitana do Recife é 0,734, em 2010, o que caracteriza uma região metropolitana de alto índice, com IDHM entre 0,700 e 0,799.

Analisando o IDHM para cada um dos municípios pertencentes a RMR, nota-se que 4 encontram-se na faixa de Alto Desenvolvimento Humano, 10 apresentam Médio Desenvolvimento Humano e apenas 1 encontra-se na faixa de Baixo Desenvolvimento Humano. Enquanto que nenhum município está com IDHM na faixa de Muito Baixo Desenvolvimento Humano, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – IDHM do municípios da RMR



Quanto a vulnerabilidade social, que representa a precariedade das condições de vida de uma população, levando em consideração infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho, estudos feitos pelo IPEA (2017) no período de 2001 a 2015, mostra que a RMR teve sua vulnerabilidade social ampliada em 16%. Um retrocesso quando sabe-se que no período de 2000-2010, sua vulnerabilidade social havia reduzindo em 24%.

O destaque sobre esse aumento de vulnerabilidade diz respeito a dimensão de infraestrutura humana, onde a RMR teve um aumento de 43% entre 2011 e 2015. É importante ressaltar que um dos indicadores considerados para esse resultado é o serviço de coleta de lixo (IPEA, 2017).

## 2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

No desenvolvimento de atividades rotineiras são geradas inúmeras quantidades de resíduos diariamente. De forma simplista, denomina-se como “lixo” aquilo que não se deseja mais, o que não lhe possa ser útil e se quer descartar, mesmo que ainda seja susceptível de aproveitamento ou valor. No entanto, atualmente, entende-se que há uma ampla definição fugindo dessa denominação mais simples, a expressão “resíduos

sólidos”, a qual a definição é mais abrangente e denota possibilidade de valorização (BARROS, 2012).

A definição técnica oficialmente utilizada no Brasil para Resíduos Sólidos (RS) se encontra na Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual define RS 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” (BRASIL, 2010, p. 2).

Dessa forma, observa-se que resíduos sólidos englobam materiais em estado sólido, líquido e gasoso, reconhecendo implicitamente que há um valor a ser aproveitado antes da disposição final (BARROS, 2012).

De acordo com Santos (2007), materiais classificados como resíduos sólidos não devem ser confundidos com rejeitos, as quais a mesma PNRS, no seu art. 3º e inciso XV, define como aqueles resíduos impossibilitados de tratamento ou recuperação, onde a única alternativa é uma disposição final adequada.

### **2.2.1 Política Nacional dos Resíduos Sólidos**

A Lei nº 12.305, sancionada em 2010 e em vigor desde 2012, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é fruto de negociações de longos anos entre os vários atores envolvidos em seu processo e surgiu como um importante marco regulatório brasileiro. Seu propósito foi dar subsídios, por meio de princípios, objetivos e diretrizes para a gestão integrada de resíduos sólidos, responsabilizando pessoas, físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, pela minimização do volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como pela redução dos impactos causados à saúde e à qualidade ambiental, a chamada gestão compartilhada dos resíduos (BESEN; FREITAS; JACOBI, 2017).

A lei tem como principal objetivo a prevenção e a precaução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto

de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (FRADE, 2014).

A Figura 4 traz a sequência de prioridades a ser seguida de acordo com a Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Figura 4 - Ordem de prioridade no gerenciamento de resíduos sólidos



Fonte: Frade (2014).

Diante das prioridades trazidas pela Política, os gestores municipais têm responsabilidades de agir especialmente na reciclagem, no tratamento e na disposição final ambientalmente adequada. E em relação à não geração, redução e reutilização, os municípios precisam promover a educação ambiental e incentivar a indústria a praticá-las (SELUR; ABLP, 2014).

Um importante instrumento da PNRS é a criação de um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, para planejamentos em níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal. Os planos de resíduos devem conter diagnóstico, proposição de cenários, metas de redução, reutilização e reciclagem, recuperação energética, eliminação e recuperação dos lixões, associadas à inclusão social de catadores de materiais recicláveis na coleta seletiva, programas, projetos e ações para o atendimento de metas previstas, entre outros aspectos (BESEN; FREITAS; JACOBI, 2017). No entanto, após 7 anos de instituição da PNRS, ainda não foi aprovado o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, trazendo como consequência o desestímulo para que estados e municípios elaborem seus Planos de Gestão de Resíduos Sólidos.

O cumprimento da PNRS melhorou, porém ainda existem algumas dificuldades e um exemplo disso é a continuidade da disposição de resíduos à céu aberto, os conhecidos “lixões”. Com a implementação da PNRS era esperado que até 2014, houvesse uma redução de aterros controlados e a erradicação dos lixões e, conseqüentemente, um aumento de aterros sanitários. Isso não ocorreu, e no ano 2016, 3.331 municípios ainda dispunham seus resíduos em aterros controlado e lixões (ABRELPE, 2016).

A falta de um planejamento e de indicadores de âmbito nacional resultam em desperdícios de recursos que seriam investidos em construção de aterros sanitários, onde muitas vezes estas obras são abandonadas ou retornaram às condições de lixões (TCU, 2016).

A PNRS, instituída em 2010, tem uma lenta implementação, segundo Besen, Freitas e Jacobi (2017), muito aquém das metas por ela estabelecidas, como ausência de planos de gestão, dificuldades em dispor adequadamente os rejeitos e encerrar os lixões, além de um baixo aproveitamento econômico dos resíduos.

## 2.2.2 Classificação dos resíduos sólidos

Para os efeitos da PNRS, os resíduos sólidos podem ser classificados quanto a origem e quanto a periculosidade, como apresentado na Tabela 3.

Os resíduos classificados como domiciliares e de limpeza urbana juntos são denominados Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (BRASIL, 2010).

Tabela 3 – Classificação dos resíduos sólidos pela PNRS

<b>Classificação</b>	<b>Tipo de resíduos</b>
Quanto à Origem	Resíduos Domiciliares
	Resíduos de Limpeza Urbana
	Resíduos de Estabelecimentos Comerciais
	Resíduos de Serviços Públicos de Saneamento
	Resíduos Industriais
	Resíduos de Serviços de Saúde
	Resíduos da Construção Civil
	Resíduos Agrossilvopastoril
	Resíduos de Serviços de Transporte
	Resíduos de Mineração
Quanto à Periculosidade	Resíduos perigosos
	Resíduos não perigosos

Fonte: Autora a partir de Brasil (2010).

Entretanto, existe outras possibilidades de classificação dos RS que pode variar de acordo com o tipo de enfoque (Tabela 4).

Tabela 4 – Síntese de critérios de classificação dos RS

<b>Classificação</b>	<b>Tipo de resíduos</b>
Quanto ao Grau de Biodegradabilidade	Facilmente degradável Moderadamente degradável Difícilmente degradável Não degradável
Quanto à Economia	Aproveitável Inaproveitável Recuperável Aproveitável para composto
Quanto à Possibilidade Energética	Alta (materiais de reutilização direta) Média (materiais de reutilização indireta) Sem interesse

Fonte: Autora a partir de Barros (2012).

O principal objetivo de conhecer e classificar um resíduo é encaminhá-lo a uma disposição final adequada, com viabilidade econômica e ambiental (BARROS, 2012).

### 2.2.3 Resíduos Sólidos Urbanos

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são constituídos por itens comuns que foram úteis para uso público e posteriormente descartados. Geralmente resultam de três fontes: resíduos residenciais gerados por famílias individuais localizadas em áreas interiores, resíduos comerciais gerados a partir de grandes fontes únicas, como escolas, colégios e hotéis e resíduos de serviços municipais, como ruas, jardins públicos, etc (KUMAR, 2016).

A geração de RSU está diretamente ligada, entre outros fatores, a evolução de sua população, ao nível de urbanização, aos padrões culturais, renda e poder de consumo da sociedade (JUCÁ *et al.*, 2014). O consumo sem preocupações perde completamente o controle quanto aos limites de descartabilidade, resultado de uma sociedade que transforma supérfluos em necessidades e um mercado que passa a elaborar produtos adequados a essa população consumista (RIVAS, 2013). Segundo Soares (2008), é um ciclo: a não durabilidade pela falta de qualidade dos materiais garante o retorno dos consumidores em busca de outros produtos, teoricamente mais modernos para que não se

tenha interesse pelo conserto, sendo mais fácil adquirir novos. A grande questão é como compatibilizar a geração desses resíduos com a capacidade de armazenamento e de suporte do ambiente.

Cerca de 1,4 bilhão de toneladas de RSU são gerados anualmente, onde quase a metade desse total é gerada por menos de 30 países, os mais desenvolvidos do mundo. Estudos da Organização das Nações Unidas (ONU) e do Banco Mundial traçam um cenário que em 10 anos serão gerados 2,2 bilhões de toneladas de RSU. Isso significa que nesse ritmo, na metade deste século serão 9 bilhões de habitantes e 4 bilhões de toneladas de lixo urbano por ano (BRASÍLIA, 2014).

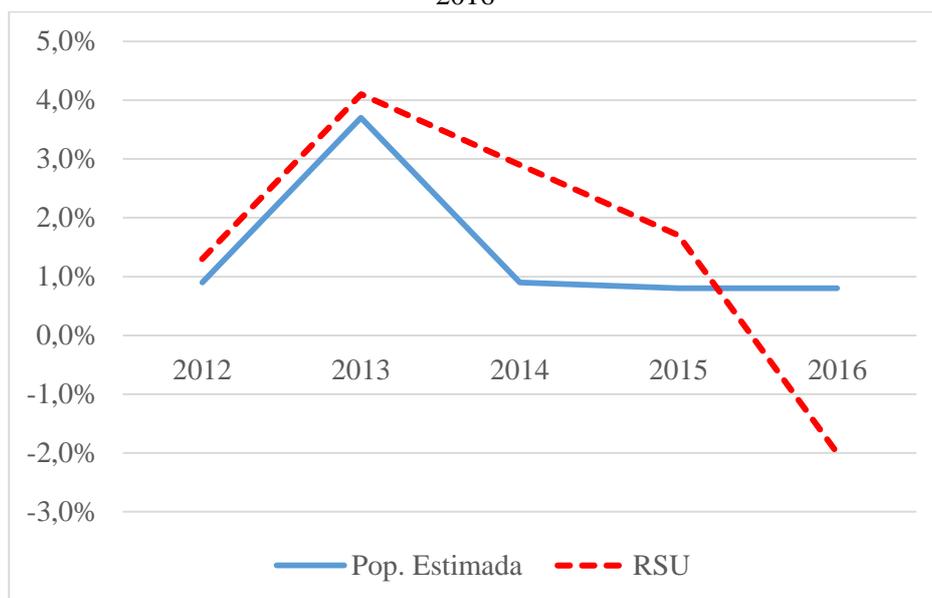
Apesar de ainda existir uma grande geração de resíduos sólidos urbanos, vem ocorrendo na sociedade contemporânea a necessidade de repensar seus hábitos de consumo e descarte. Talvez por uma maior facilidade de informação, existe atualmente uma preocupação com os recursos naturais e o impacto que atividades humanas causam ao meio ambiente, tendendo a adoção de comportamentos mais sustentáveis (NASTARI, 2016).

#### **2.2.4 Geração dos RSU no Brasil**

A geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil nos últimos anos tem apresentado uma situação divergente de anos anteriores. O crescimento significativo, de aproximadamente 56%, da produção de RSU ocorrido nos anos entre 2001 e 2010 não vem acontecendo na década atual. Entre 2011 e 2016, dados da ABRELPE mostram que a taxa de crescimento da produção de RSU foi 8%, pouco diferente do crescimento populacional que foi de 7,1%. O gráfico apresentado na Figura 5 compara a taxa de crescimento da produção de resíduos com a taxa de crescimento da população nos últimos 5 anos.

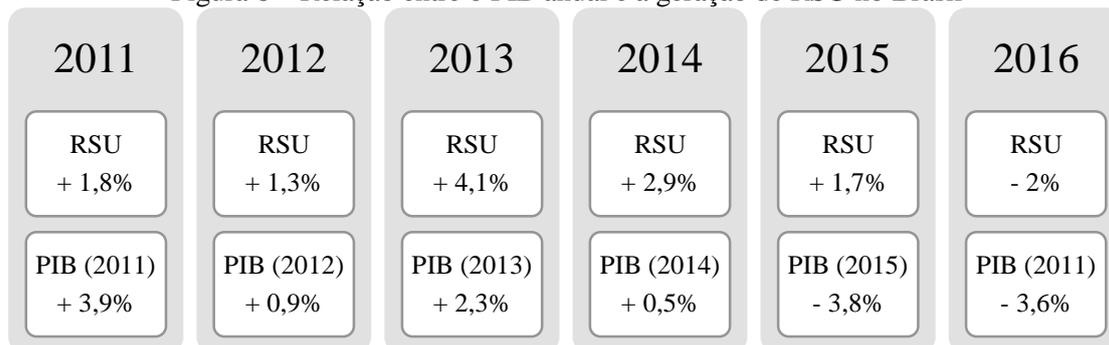
No gráfico nota-se uma redução na taxa de crescimento da geração dos RSU desde 2013, chegando a um crescimento negativo em 2016. Fazendo a relação entre geração de resíduos com o PIB médio anual, observa-se que houve uma recessão dos dois parâmetros (FIGURA 6).

Figura 5 – Taxa de crescimento da população e taxa de geração de RSU entre os anos de 2011 e 2016



Fonte: Autora a partir de dados da ABRELPE (2011 a 2016).

Figura 6 – Relação entre o PIB anual e a geração de RSU no Brasil



Fonte: Adaptado de ABRELPE (2011 a 2016) e Curry e Silveira (2017).

A redução da geração de RSU sofreu influência da crise econômica que o país atravessa. Sabe-se que a geração de resíduos está atrelada a diversos fatores, e um deles é o crescimento econômico que afeta diretamente o consumo. O consumo das famílias, que por muitos anos sustentou o crescimento do PIB do Brasil, veio diminuindo desde 2014, sendo em 2016 um consumo 4,2% menor que em 2015 (CURY; SILVEIRA, 2017).

Na expectativa da implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos espera-se que além da expansão da coleta seletiva e conseqüentemente da reciclagem, haverá uma nova forma de lidar com o problema dos RSU, exigindo mudanças de hábitos de toda a sociedade (CARVALHO JUNIOR, 2013).

## 2.3 SISTEMA DE LIMPEZA URBANA

Limpeza urbana é definida por Barros (2012) como “um conjunto de atividades que permite o adequado estado de limpeza de um aglomerado humano”. A responsabilidade destes serviços é do poder público municipal, no entanto, não se dispensa a atuação dos níveis federal e estadual, seja no estabelecimento de políticas e diretrizes, ou em financiamentos e assistência técnica.

A limpeza urbana pode ser alinhada entre as principais funções da administração pública, estão inclusos nesse sistema: coleta, limpeza de logradouros (varrição, capina e outros), tratamento e disposição final dos resíduos.

### 2.3.1 Coleta

#### 2.3.1.1 *Coleta convencional*

Coletar o lixo significa recolher os resíduos acondicionados por um gerador para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final, evitando problemas estéticos, ambientais e de saúde pública. O recolhimento dos resíduos gerados nas edificações residenciais, públicas e comerciais pode ser definido como Coleta Convencional (IBAM, 2001).

De acordo com o relatório de Hoornweg e da Bhada-Tata (2012), a eficácia da coleta de resíduos está diretamente relacionadas aos níveis de renda dos países. Os mais pobres tendem a ter baixas taxas de coleta, cerca de 41%, enquanto os países de alta renda têm taxas de coleta mais elevadas com média de 98%.

Para uma coleta eficiente, é necessário um bom planejamento técnico, com profissionais treinados, equipamentos específicos e uma participação da população e do órgão responsável pelo serviço. Para que o planejamento seja eficiente, Pereira Neto (2007) recomenda que sejam observadas e analisadas algumas informações que incluem: características do lixo, quantidade gerada, peso específico, composição gravimétrica; características do sistema viário, informações sobre tipo de pavimento dos locais de coleta; levantamento das zonas geradoras, densidade populacional, classe social; tratamento e destinação final, distância percorrida; e frequência da coleta, decisão tomada em função do tipo e volume dos resíduos, condições climáticas, condições técnicas, etc.

A frequência das coletas deve obedecer a um intervalo que não comprometa as atividades normais, não permita o acúmulo de resíduos e não ocasione odores. A Tabela 5 aponta as principais vantagens e desvantagens sobre as frequências das coletas convencionais.

Tabela 5 – Frequências de coleta convencional

<b>Frequência</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Diária	Reduz a necessidade de armazenamento de resíduos.	Maior custo com pessoal, combustível e manutenção de equipamentos.
Três vezes na semana	Melhor relação custo x benefício.	Se não bem organizada pelo usuário, pode acarretar odores e impacto visual.
Dois vezes na semana	Menor custo, possibilitando ampliação na cobertura.	Armazena maior volume de resíduos causando um maior impacto visual, podendo acarretar problemas com vetores e odores.

Fonte: Adaptado de IBAM (2001) e BARROS (2012).

É de suma importância que os dias e horários da coleta sejam informados a população e que esta os obedecam, evitando o acúmulo de resíduos em calçadas ou vias públicas e impedindo possíveis transtornos. O ideal é a disposição dos resíduos nas calçadas apenas uma hora antes do horário previsto para a coleta (BARROS, 2012).

A cobertura dos serviços de coleta no Brasil é de cerca de 90%. Em 2016, foram coletadas 195.452 toneladas de RSU no Brasil, o que significa que foram coletadas quase 1 kg (0,948 kg) de cada pessoa por dia (ABRELPE, 2016).

As despesas com as coletas são as maiores do sistema de limpeza urbana, no entanto, são usados, em geral, recursos próprios da prefeitura, de empresas sob contrato de terceirização ou sistemas mistos, como o aluguel de viaturas e a utilização de mão-de-obra da prefeitura (IBAM, 2001).

### 2.3.1.2 Coleta seletiva

Barros (2012) define a Coleta Seletiva como aquela que recolhe materiais previamente segregados, recicláveis e com algum valor comercial. No Brasil, a maior parte desse tipo de coleta é realizado por catadores, que coletam, separam, transportam, acondicionam e, às vezes, comercializam os resíduos sólidos com valor de mercado para reutilização ou reciclagem.

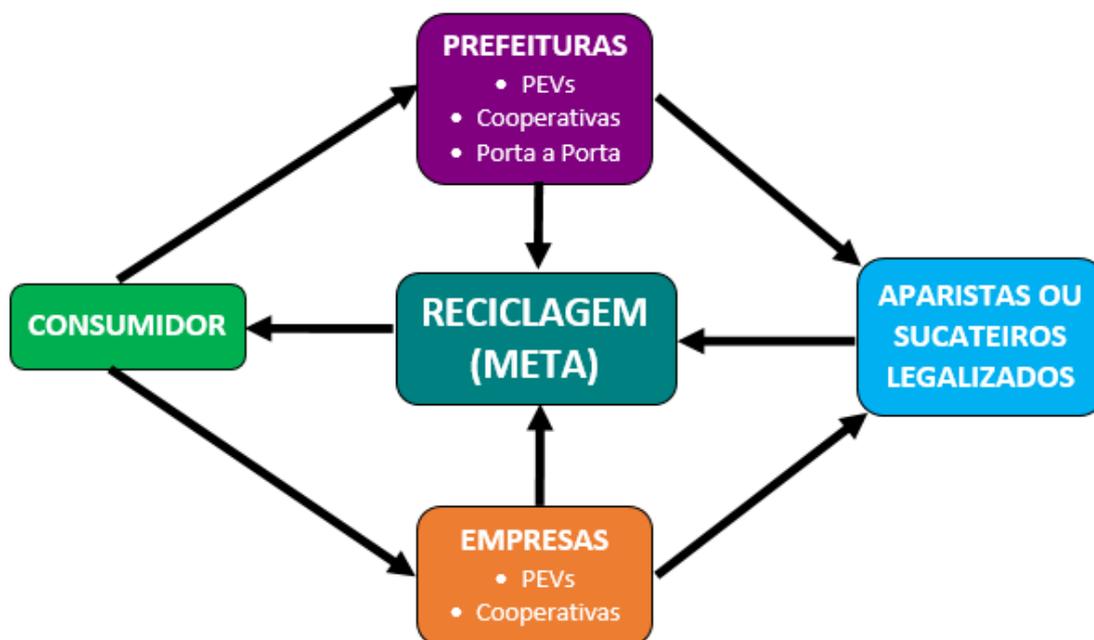
De acordo com dados do Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE, 2015), apenas 13% do total de resíduos urbanos gerados no Brasil são encaminhados para reciclagem, entre os produtos com índices relativos de reaproveitamento mais elevados do país estão o alumínio e o papelão, 77% e 94%, respectivamente.

Esses baixos índices observados de coleta seletiva se devem ao fato de que ela envolve uma série de desafios que dificultam sua implementação, exigindo um complexo planejamento para terem real viabilidade de maneira sustentável, evitando, assim, descontinuidades ou mesmo sua interrupção. Os programas de coleta seletiva dependem em grande medida da separação prévia dos resíduos na fonte geradora, evitando a presença de contaminantes nos materiais recicláveis, aumentando, assim, o valor dos materiais aproveitados e reduzindo os custos desta modalidade de coleta (IPEA, 2013).

Os materiais aproveitados na coleta seletiva são aqueles que estão aptos para comercialização. Ao contrário do que muitos idealizam, nem todo material que chega nas cooperativas de catadores podem ser comercializados, isso acontece, principalmente, por equívocos cometidos pelas pessoas na hora de separar o lixo. Entre os erros mais comuns, estão a destinação de materiais sujos para a coleta seletiva. Um exemplo disso é o papel, que muitas vezes é inutilizado por estar contaminado por gordura ou comida.

O compromisso para o avanço da reciclagem deve ser compartilhado por todos. A PNRS prevê que o consumidor deve separar embalagens recicláveis e outros materiais secos, evitando a mistura com os resíduos úmidos (restos de comida, lixo do banheiro, podas de jardim, etc.). Após a separação, as embalagens recicláveis devem ser encaminhadas pelo consumidor para a coleta seletiva para serem transportados preferencialmente pelas cooperativas ou pelo comércio atacadista de materiais recicláveis. Em uma central de triagem é realizada uma nova separação dos diferentes tipos de embalagens para evitar a mistura com impurezas e materiais não recicláveis, preparando-os para a destinação ambientalmente adequada, conforme a lei (CEMPRE, 2015). A Figura 7 apresenta o esquema do fluxo logístico que ocorre no sistema de coleta seletiva.

Figura 7 – Fluxo do sistema de coleta seletiva



Fonte: Adaptado de CEMPRE (2015).

Apesar dos avanços, a expansão da coleta dos resíduos separados nas residências permanece um grande desafio no país, as ações de educação ambiental são fundamentais para a conscientização da população, assim como a participação dos gestores em conjuntos com os catadores e iniciativas privadas. Atualmente, segundo o CEMPRE (2015), apenas 17% dos municípios brasileiros possuem coleta seletiva vigente.

### 2.3.2 Limpeza de logradouros – varrição, capina e outros

Os serviços de varrição são atividades que reúnem e acondicionam os resíduos lançados por causas naturais ou ação do homem. Já a capina consiste no corte de vegetação existente. As duas atividades são desenvolvidas em vias e logradouros públicos, com uso combinado de equipamentos manuais e mecânicos (BARROS, 2012).

Não existe padrão para determinar a qualidade e o procedimento de limpeza que deve ser aplicado a cada logradouro. Cabe aos responsáveis pela limpeza urbana determinar os métodos e a frequência de limpeza e julgar a aprovação ou desaprovação da população em função do número e caráter das reclamações e sugestões (IBAM, 2001).

As varrições podem ser manuais ou mecanizadas, cada uma delas depende da necessidade e condição do local que será realizada a limpeza. Para a escolha, devem ser

avaliados os gastos e as facilidades de operação e manutenção. Quanto à capina, o mais usual é a roçada, apesar de existirem também a capina manual e a capina química, sendo esta última menos recomendada por causa de possíveis riscos aos operários (BARROS, 2012).

### **2.3.3 Tratamento e disposição final**

O tratamento de RSU consta em uma série de procedimentos que tem como objetivo diminuir a carga poluidora no meio ambiente, reduzir impactos sanitários negativos do homem e o beneficiamento econômico do resíduo. As tecnologias de tratamento em países de alta renda são mais avançadas quanto as necessidades energéticas, materiais e ambientais, que nos países menos desenvolvidos onde os aterros continuam sendo a escolha mais popular. As principais formas de tratamento dos RSU são reciclagem, tratamentos biológicos, incineração e aterro sanitário (Jucá *et al.*, 2013).

A reciclagem é uma medida econômica para resolver a crise de RSU e também pode reduzir as emissões de gases de efeito estufa simultaneamente. Porém, segundo Nauclér e Enkvist (2009), os programas existentes ainda não são amplamente bem sucedidos por razões de estrutura social e cultural, como a falta de educação e a falta de incentivos da utilização da abordagem redução e reutilização. No entanto, para Worrell e Vesilind (2012), a reciclagem tem que ser avaliada em termos econômicos, verificando seus custos e a viabilidade da sua execução.

Sobre os tratamentos biológicos, tem-se a compostagem e digestão anaeróbica como bons aliados na redução da quantidade de resíduos enviados para o aterro. Se a separação de resíduos na fonte for efetivamente realizada, os subprodutos da compostagem podem ser muito vantajosos. Nos países de baixa renda, embora haja resíduos com alta composição orgânica, a prática de compostagem raramente é realizada (PHARINO, 2017).

A incineração é uma tecnologia comumente implementada em países de renda elevada com pouca disponibilidade de áreas terrestres e o custo da terra consequentemente é elevado. Esses incineradores normalmente são voltados para a recuperação de energia. Em países de baixa renda, Pharino (2017) destaca a ineficácia da incineração devido à limitada capacidade de separação de resíduos na fonte e o alto teor de umidade, característico dos resíduos dos países mais pobres, que afetam o desempenho

da incineração. Além disso, o custo do tratamento de resíduos em incineradores é maior do que em aterro.

O aterro sanitário é um método popular de tratamento de resíduos em países de baixa renda. De acordo com a NBR 15.849/2010, os aterros sanitários são definidos como “instalação para disposição de resíduos sólidos no solo, localizada, concebida, implantada e monitorada segundo princípios de engenharia e prescrições normalizadas, de modo a maximizar a quantidade de resíduos disposta e minimizar impactos ao meio ambiente e à saúde pública”.

Os aterros sanitários são amplamente aceitos como disposição final no Brasil, construídos a priori para receber apenas rejeitos, isto é, aqueles resíduos que não podem mais ser reutilizados ou reciclados, porém, o aterro recebe muito material que não se caracteriza como rejeito e poderia ser aproveitado em outra tecnologia de tratamento ao invés de aterrado. O que acontece é o desperdício de grande quantidade do potencial mássico e energético existente nos resíduos (SILVA, 2015).

Além dos aterros sanitários, são comuns no Brasil disposições consideradas não adequadas para resíduos, os vazadouros a céu aberto, comumente chamados de lixões, que recebem os resíduos sem nenhuma proteção ao solo, nem drenos para tratamento do lixiviado e dos gases emitidos.

Os lixões são associados a diversos problemas de saúde, estima-se que o Sistema Único de Saúde (SUS) gaste, anualmente, cerca de R\$ 1,5 bilhão com doenças causadas pela falta de destinação e de tratamento corretos dos resíduos sólidos (SELUR, 2017).

A PNRS traz como uma prioridade o fechamento dos lixões, previsto, inicialmente, para agosto de 2014, e sem cumprimento até os dias atuais. Essa disposição inadequada agrava os impactos negativos ao meio ambiente e à salubridade pública em nossas cidades, na medida em que, de acordo com dados da ABRELPE (2016), dos 5.568 municípios brasileiros, 3.331 ainda descartam seus resíduos incorretamente e, por ano, 41,6% dos 71 milhões de toneladas de resíduos coletados vão para vazadouros a céu aberto.

## 2.4 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Os resíduos sólidos urbanos se diferenciam de outras classes devido a uma grande heterogeneidade de composição e de geração. O sistema de limpeza urbana requer

a realização de um planejamento técnico, prévio e adequado, de forma a eliminar ou mitigar as graves consequências sociais, econômicas e ambientais (TCU, 2016).

A gestão dos RSU envolve desde a etapa da geração dos resíduos à sua disposição final, competindo aos governos municipais planejar o formato e gerir o sistema de limpeza urbana. As práticas de gestão diferem com base na categoria do resíduo e na situação de desenvolvimento do local, além de tudo, deve ser visto como um elemento central de planejamento de desenvolvimento sustentável (REDDY, 2011).

Uma boa gestão de resíduos sólidos urbanos baseia-se em quatro princípios: a equidade para todos os cidadãos terem acesso ao serviços de limpeza urbana por razões de saúde pública; a eficácia do sistema de limpeza urbana para remover com segurança o resíduo; eficiência para maximizar os benefícios, minimizar custos e otimizar o uso de recursos; e sustentabilidade do sistema de uma perspectiva técnica, ambiental, social (cultural), econômica, financeira, institucional e política (HOORNWEG; BHADATATA, 2012).

Com o surgimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010, é introduzido no Brasil um modelo de gestão integrada e sustentável, que articula a dimensão social, ambiental e econômica presente na administração dos resíduos sólidos. A principal preocupação nos modelos de gestão anteriores a esta legislação, era a destinação final dos resíduos, agora a abordagem do problema deve se iniciar pela não geração, passando pela redução, reaproveitamento, reciclagem, tratamento e, por último, a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Atualmente, o modelo de gestão mais usual no Brasil é a concessão de serviços da administração pública para empresa privada através de contrato, a chamada terceirização, onde a empresa contratada passa a executar com seus próprios meios os serviços de coleta, limpeza de logradouros e de tratamento e disposição final dos RSU (JUCÁ *et al.*, 2013).

#### **2.4.1 Arrecadações e custos dos serviços de limpeza urbana**

Com o objetivo de garantir o cumprimento das suas crescentes atribuições municipais e a maior sustentabilidade financeira, os municípios vêm implementando uma série de processos de modernização e racionalização de suas máquinas administrativas (IBGE, 2015).

Sob responsabilidade dos municípios, a limpeza pública torna-se muito onerosa aos orçamentos municipais brasileiros, no entanto, a Constituição Federal determina que estes são competentes a instituir e arrecadar tributos. Existem algumas formas de arrecadação aplicáveis ao setor de limpeza urbana pelos municípios, por exemplo, impostos, como o ICMS Ecológico, e as taxas pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição, como a Taxa de Coleta, Remoção e Tratamento ou Destinação de Resíduos Sólidos Domiciliares.

#### 2.4.1.1 ICMS Ecológico

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) é um tributo regulamentado pela Lei Complementar nº 87/1996 onde dita que “Compete aos Estados e ao Distrito Federal instituir o imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, ainda que as operações e as prestações se iniciem no exterior” (BRASIL, 1996).

Conforme a Constituição Federal de 1988, a destinação dos recursos do ICMS é dividida em: 25% do tributo para os municípios, dos quais 75% deverá ser distribuído para o Valor Adicional Fiscal (VAF) e 25% deverá ter sua distribuição conforme critérios estabelecidos em Leis Estaduais. Entre esses tributos estabelecidos pelas leis estaduais, surge o ICMS Ecológico (SILVA; LIMA, 2014).

O ICMS Ecológico nasceu como uma forma de compensar os municípios pela restrição de uso do solo em locais protegidos (unidades de conservação), uma vez que algumas atividades econômicas são restritas ou mesmo proibidas em determinados locais a fim de garantir sua preservação. Hoje, além das áreas de conservação, existem novos seguimentos como tratamento e destinação de resíduos sólidos, índice municipal de meio ambiente, áreas de demarcação indígenas, entre outras (MENEZES *et al.*, 2014).

O primeiro estado brasileiro a criar o ICMS Ecológico foi o Paraná em 1991, e atualmente 18 dos 26 estados já adotam o mecanismo, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Estados brasileiros com ICMS Ecológico

<b>Estado</b>	<b>Ano</b>
Paraná	1991
São Paulo	1993
Minas Gerais	1995
Rondônia	1996
Amapá	1996
Rio Grande do Sul	1998
Mato Grosso	2001
Mato Grosso do Sul	2001
Pernambuco	2001
Tocantins	2002
Ceará	2007
Rio de Janeiro	2007
Acre	2010
Paraíba	2011
Pará	2012
Piauí	2012

Fonte: Silva e Lima (2014).

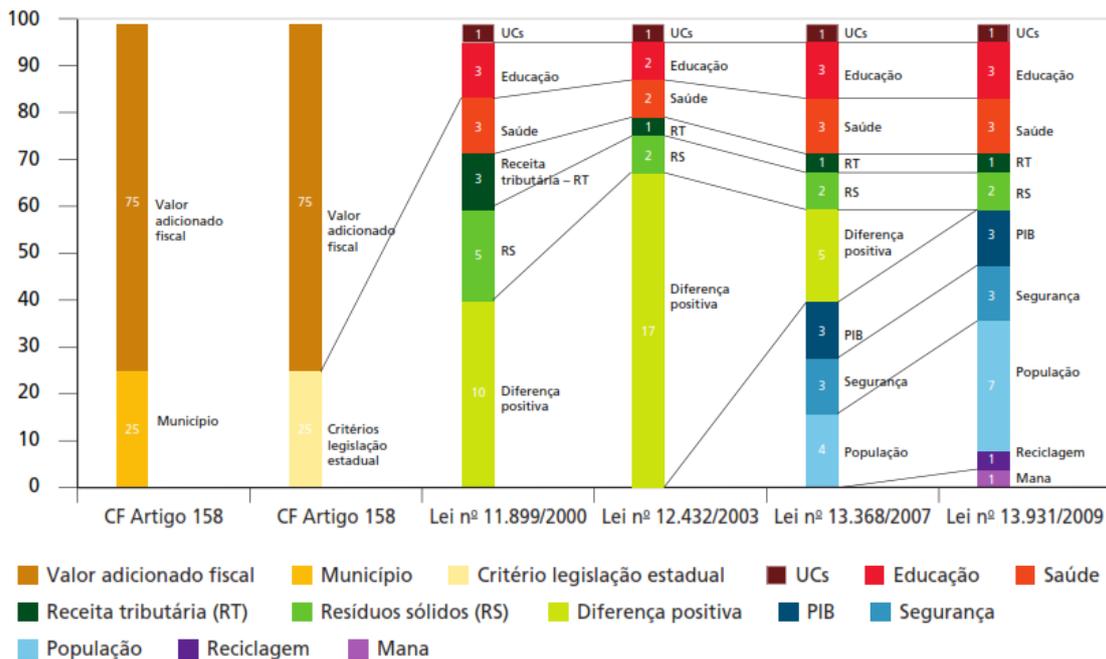
#### 2.4.1.1.1 ICMS Socioambiental em Pernambuco

Em dezembro de 2000, o estado de Pernambuco instituiu, através da Lei nº 11.899, o ICMS Socioambiental, redefinindo os critérios de distribuição da parte do ICMS que cabe aos municípios, considerando aspectos socioambientais. Nos anos seguintes, houveram novas redistribuições, conforme Figura 8, através das Leis 12.432/2003, 13.368/2007, 13.931/2009.

Em 2011, foi instituída a Lei nº 14.529 que estabeleceu a redistribuição do ICMS Socioambiental que vigora até os dias atuais (FIGURA 9).

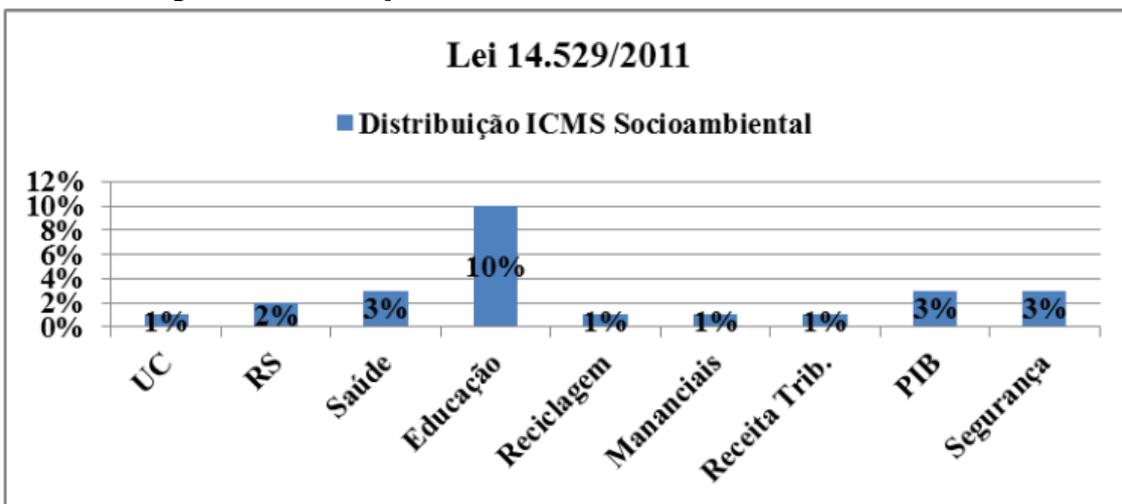
Na legislação atual, há um maior enfoque para educação e um maior número de critérios ambientais, incentivando os municípios a praticarem novos atos em prol de um ambiente mais limpo e equilibrado (SILVA; LIMA, 2014).

Figura 8 - Critérios de distribuição do ICMS socioambiental através de leis estaduais



Fonte: Silva Júnior e Sobral (2014).

Figura 9 – Distribuição atual do ICMS Socioambiental em Pernambuco



Fonte: Silva e Lima (2014).

2.4.1.2 Taxa de Coleta, Remoção e Tratamento ou Destinação de Resíduos Sólidos Domiciliares

Muitos municípios brasileiros remuneram, total ou parcialmente, os serviços de limpeza urbana mediante uma “taxa”, geralmente cobrada na mesma guia do Imposto

Predial e Territorial Urbano (IPTU), chamada Taxa de Coleta, Remoção e Tratamento ou Destinação de Resíduos Domiciliares (TRSD), popularmente conhecida como Taxa de Limpeza Urbana (TLP). Entretanto, a Constituição Federal (BRASIL, 1988) menciona que é vedada a criação de taxas que tenham a mesma base de cálculo de impostos, ou seja, a tributação pelo serviço de limpeza urbana não pode ter a mesma base de cálculo da área do imóvel (área construída ou área do terreno).

Por essa razão, existe intensa disputa jurisprudencial na aplicação das taxas de limpeza urbana, na qual essa cobrança vem sendo contestada em muitos municípios, e embora a cobrança seja legalizada por legislações municipais, segundo IBGE (2015), 47,8% dos municípios brasileiros não exercem esse direito e passam a não ter como arrecadar recursos para cobrir os gastos dos serviços, que podem chegar algumas vezes até 15% do orçamento municipal (SELUR; ABLP, 2010).

Para uma gestão dos resíduos sólidos eficiente é necessário investimento de recurso destinado a essa atividade. No Brasil, a cobrança pelos serviços de coleta e tratamento dos resíduos sólidos ainda é pouco discutida, mas quando corretamente aplicada, além de ser uma forma legal de possibilitar a sustentabilidade do sistema de limpeza urbana ainda contribui para um sistema de consumo mais consciente (SELUR; ABLP, 2010).

#### 2.4.1.2.1 TRSD na Região Metropolitana do Recife

Dos 15 municípios da RMR, 11 cobram uma taxa pelos serviços de coleta e disposição final, embasadas por legislações municipais, apresentadas na Tabela 7.

Todavia, as taxas cobradas na RMR, em sua maioria, são baseadas exclusivamente na metragem e localização do imóvel, que, de acordo com a Constituição Federal, não podem ser aplicados para individualizar e mensurar quanto cada contribuinte utilizou efetiva ou potencialmente, do serviço de coleta de lixo, gerando desigualdades e prejuízos para toda a sociedade da área de abrangência do município.

Tabela 7 – Legislações municipais para as taxas de coleta e disposição final

<b>Município</b>	<b>Legislação</b>
Abreu e Lima	Lei nº 419/2000 - Dispõe sobre o Código Tributário do Município de Abreu e Lima.
Cabo de Santo Agostinho	Lei nº 1.993/2001 - Institui o Código Tributário do Município do Cabo de Santo Agostinho e dá outras providências.
Camaragibe	Lei nº 266/2005 - Institui o Código Tributário do Município do Camaragibe e dá outras providências.
Goiana	Lei nº 1.973/2005 - Institui o Código Tributário do Município de Goiana e dá outras providências.
Ilha de Itamaracá	Lei nº 972/2002 – Dispõe sobre o Código Tributário do Município da Ilha de Itamaracá e dá outras providências.
Ipojuca	Lei nº 1.181/1998 - Institui o Código Tributário do Município do Ipojuca e dá outras providências.
Jaboatão dos Guararapes	Lei nº 14/2005 - Introduz alterações em dispositivos da Lei nº 155, de 27 de dezembro de 1991, e dá outras providências.
Moreno	Lei nº 512-A/ 2014 - Institui o Código Tributário do Município do Moreno e dá outras providências.
Olinda	Lei Complementar nº 040/2011 - Institui o Programa de Incentivo ao Desenvolvimento Econômico do Município de Olinda – PRODESO, altera dispositivos da Lei Complementar Municipal nº 03, de 30 de dezembro de 1997 - Código Tributário do Município de Olinda e dá outras providências.
Paulista	Lei nº 3.472/1997 - Institui o Código Tributário do Município de Paulista e dá outras providências.
Recife	Lei nº 18.274/2016 - Altera dispositivos da Lei nº 15.563, de 27 de dezembro de 1991.

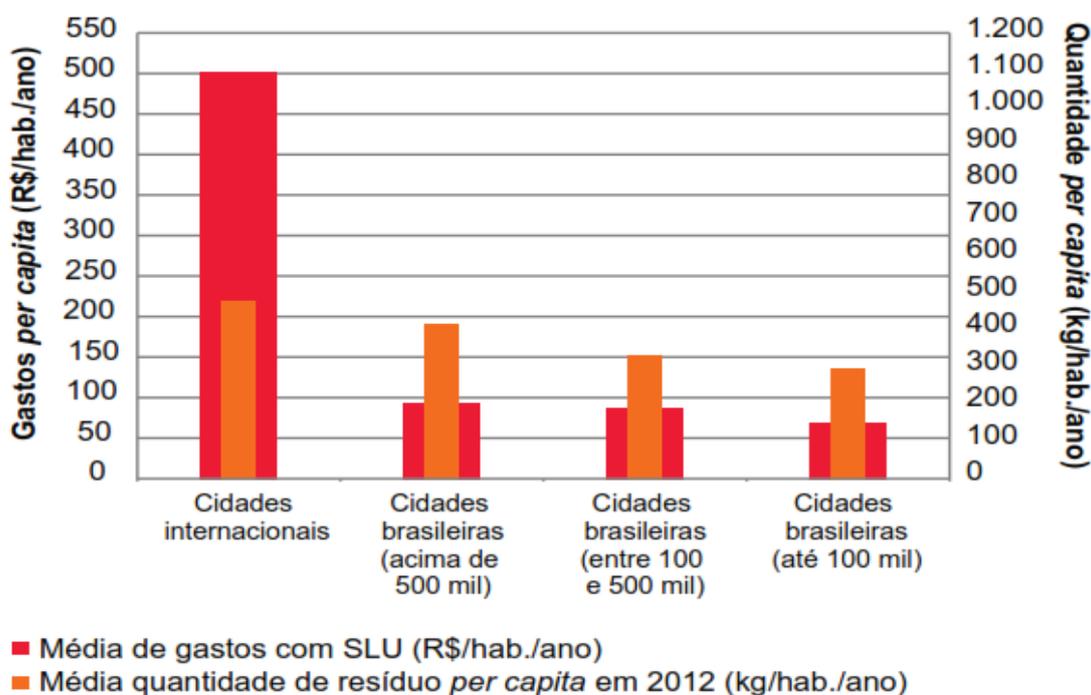
Fonte: Autora.

#### 2.4.1.3 Custos com os serviços de limpeza urbana

Os custos com os serviços de limpeza urbana estão divididos entre coleta, varrição, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, sendo influenciado por diversas variáveis como o número de empregados, o valor dos salários, a abrangência do atendimento, a frequência, a logística, a reciclagem e a qualidade dos serviços prestados. Além disso, existem as questões culturais, como o consumismo, o desperdício e a falta de conscientização da população, que podem afetar diretamente esse valor (SELUR; ABLP, 2010).

Em 2016, dados da ABRELPE (2016) reporta que foi gasto um recurso de R\$ 24,5 bilhões nos serviços de limpeza urbana no Brasil, cerca de 119 R\$/hab./ano, dos quais 40% são apenas com os serviços de coleta. Na Figura 10, faz-se uma comparação entre os gastos com os serviços de limpeza urbana das cidades internacionais e brasileiras, onde percebe-se que os das cidades internacionais são muito superiores. Porém, é importante ressaltar que no campo internacional existe um gasto muito superior com o tratamento dos resíduos, além da maior valorização do resíduo no mercado, permitindo um retorno financeiro, menos desperdício e redução de geração de passivos (SELUR; ABLP, 2014).

Figura 10 - Sumário de gastos e geração de resíduos *per capita* nas cidades internacionais *versus* cidades nacionais



Fonte: SELUR e ABLP (2014).

O grande desafio para evolução do tema é a sustentabilidade financeira, onde o município deve garantir recursos para investir em infraestrutura e manutenção dos serviços, aprimorando cada vez mais a qualidade dos serviços prestados. Para isso, é de extrema importância a compreensão pelos munícipes e gestores públicos da necessidade de agregar valor ao resíduo. Ao agregar valor ao resíduo, há a possibilidade de criação e manutenção dos mercados de reciclagem, que hoje sofrem pela flutuação dos valores,

como a limitação para resíduos de um grupo pequeno de materiais que já tem valor agregado no mercado, como é o caso do alumínio (SELUR; ABLP, 2014).

## 2.5 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Conforme Rametsteiner *et al.* (2011), os indicadores são ferramentas importantes para informações estatísticas, científicas e técnicas produzidas por diferentes órgãos para a população, tendo a função de estruturar e dar informações sobre questões consideradas relevantes para o desenvolvimento sustentável. Para Carvalho Junior (2013), os indicadores sintetizam informações técnicas, definindo temas prioritários e evolução das condições, além de identificar problemas, estabelecendo objetivos e metas, e medindo e divulgando informações.

Hammond *et al.* (1995), afirma que os indicadores fornecem informações de forma mais quantitativa e mais simples, sendo melhor compreendida do que estatísticas complexas ou outros tipos de dados econômicos ou científicos. Apesar de frequentemente apresentados em forma estatística ou gráfica, os indicadores são baseados em dados primários e/ou secundários derivados do levantamento, monitoramento e análise de dados. É muito importante a comparabilidade na forma como os indicadores são formulados e calculados, pois se cada país calculasse o PIB de uma maneira diferente, esse indicador seria de pouco valor.

O desenvolvimento sustentável é um dos temas mais relevantes quando se trata de políticas públicas. Verificar se estamos no caminho da sustentabilidade é uma das principais questões levantadas na atualidade, ou seja, saber que indicadores podem ser estabelecidos para saber se de fato estamos na direção do desenvolvimento sustentável (VAN BELLEN, 2005).

A sustentabilidade foi primeiramente discutido, em 1980, pela World Conservation Union, também denominada de International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), a qual considerava aspectos referentes às dimensões social e ecológica, bem como fatores econômicos, dos recursos vivos e não vivos e as vantagens de curto e longo prazo de ações alternativas. Em 1988, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Comissão Brundtland, publicou um relatório definindo o desenvolvimento sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (VAN BELLEN, 2005).

Com a grande repercussão internacional do Relatório Brundtland, os princípios do desenvolvimento sustentável estiveram na base da Agenda 21, documento aprovado por mais de 180 países durante a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, e foram progressivamente incorporadas às agendas de numerosos países. Em setembro de 2015, foi aprovada em Assembleia Geral da ONU, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, composta por princípios, objetivos e metas para o Desenvolvimento Sustentável e um conjunto de indicadores para acompanhar esse desenvolvimento (IBGE, 2017).

Kemerich, Ritter e Borba (2014) comentam que uma das grandes aplicações dos indicadores é o monitoramento do progresso do desenvolvimento sustentável, servindo como ferramentas de apoio aos tomadores de decisões e aos responsáveis pela elaboração de políticas públicas.

Os indicadores de sustentabilidade podem analisar e caracterizar uma gestão a partir de diferentes dimensões. A mais conhecido é o Tripé Ambiental, que enfatiza as dimensões ambiental, social e econômica, presente em todos os estudos referentes à sustentabilidade. No entanto, existem outras dimensões importantes para a atuação sustentável, como a cultural, espacial, política e legal (FROEHLICH, 2014). Essas dimensões são comentadas por diversos autores e a Tabela 8 apresenta suas diferentes atuações.

Os indicadores precisam ser úteis para o público-alvo, transmitindo informações significativas para os tomadores de decisão, pertinentes para decisões políticas, tecnicamente relevantes quanto aos objetivos da política nacional e, mesmo quando possuírem muitos componentes, os índices finais devem ser sucintos e preferencialmente numéricos para uma fácil absorção dos dados (HAMNOND *et al.*, 1995).

A partir da utilização dos indicadores de sustentabilidade, podem ser gerados Índices de Sustentabilidade, sintetizando, matematicamente, uma série de informações quantitativas associadas à sustentabilidade do desenvolvimento (KEMERICH; RITTER; BORBA, 2014).

Tabela 8 – Dimensões para indicadores de sustentabilidade

DIMENSÕES	ATUAÇÕES
Ambiental	Relação do homem com a natureza, na tentativa de minimizar impactos sem impedir o desenvolvimento.
Social	Respeito à diversidade, empoderamento de grupos populacionais anteriormente excluídos socialmente, incentivo à resolução pacífica de conflitos e convivência saudável na sociedade.
Econômica	Respeito ao equacionamento dos recursos naturais investidos na produção de bens e serviços visando a sustentabilidade econômica, a justiça no acesso ao sustento familiar e pessoal e economia solidária e responsável.
Cultural	Respeito aos valores culturais específicos de cada sociedade, buscando mudanças dentro da continuidade cultural e que traduzam um conjunto de soluções específicas para o ecossistema.
Espacial	Relacionada com a distribuição das populações rural e urbana no território, buscando um equilíbrio entre as populações e as atividades econômicas e reduzindo a concentração excessiva nas áreas metropolitanas.
Política	Refere-se às estratégias políticas adotadas pelas autoridades governamentais para a promoção do desenvolvimento sustentável, evolução da democracia representativa para sistemas descentralizados e participativos.
Legal	Está associada às perspectivas econômicas, onde os instrumentos são unidos para definir uma política de proteção ao meio ambiente através de legislações, taxas e impostos, utilizando tais recursos para o desenvolvimento de projetos ambientais.

Fonte: Sachs (1993); Catalisa (2003); Pawlowski (2008); Froehlich (2014).

### 2.5.1 Indicadores de Resíduos Sólidos Urbanos

Os indicadores de resíduos sólidos devem estar agregados com a sustentabilidade e apresentar respostas sobre mudanças nos padrões de consumo e de produção. No entanto, é uma ferramenta estratégica e desconhecida na gestão pública. Na prática, os programas governamentais são concebidos para um horizonte de curto prazo e sem sustentabilidade (CARVALHO JUNIOR, 2013).

No Brasil, as principais propostas de apresentação de indicadores de resíduos sólidos urbanos, são os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que segue o marco ordenador proposto em 2001 e revisto em 2007 pela ONU e considera quatro dimensões (Ambiental, Social, Econômica e Institucional); do Sistema Nacional

de Informações sobre Saneamento (SNIS), publicado pelo Ministério das Cidades desde 2002, cobrindo as diversas fases do processo de coleta, tratamento, organização e armazenamento; e da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), que publica anualmente, desde 2003, O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, o qual é considerado uma das mais completas publicações sobre indicadores no Brasil (CARVALHO JUNIOR, 2013).

É importante ressaltar que os indicadores possuem uma série de limitações técnicas, comumente encontradas em ferramentas de gestão. A maioria dos indicadores relacionados à sustentabilidade não possui um sistema conceitual único e suas medidas não retratam a realidade com precisão, muitas vezes passível de manipulação política ou de interpretações ‘produzidas’ ou ‘instituídas’ (VAN BELLEN, 2005). Além disso, a confiabilidade dos dados é influenciada por dados, metodologias ou fontes não indicadas, estimativas feitas sem base, dados incompletos ou inconsistentes, entre outros.

### **2.5.2 Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana (ISLU)**

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) foi criada para se tornar referência aos desafios sobre resíduos sólidos no país, porém, nota-se que existe uma lacuna de parâmetros numéricos, que englobam e resumem a complexidade do sistema, dificultando o planejamento e a execução de ações específicas para o setor como, por exemplo, políticas públicas, financiamentos, monitoramento da qualidade dos serviços prestados e definição de prioridades para os órgãos públicos, empresas e sociedade civil (SELUR, 2016).

Com o objetivo de suprir esta lacuna, foi desenvolvido pelo Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo (SELUR), em 2016, o Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU), possibilitando analisar os serviços de limpeza urbana dos municípios brasileiros sob a ótica da PNRS, contribuindo para identificar os principais problemas no que diz respeito à gestão da limpeza urbana e na busca de soluções adequadas para o setor (SELUR, 2017).

O cálculo do ISLU se baseia em quatro dimensões resultantes das inter-relações calculadas entre as variáveis de cada município. Para isso, foram selecionados indicadores de RSU considerados importantes no cumprimento da PNRS. A Figura 11 aponta as dimensões dos ISLU e os indicadores relevantes para o cálculo do índice.

O ISLU dos municípios brasileiros foi desenvolvido e publicado pela primeira vez em 2016, com os resultados referentes ao ano de 2014. É importante ressaltar que o ISLU não tem como propósito avaliar o modelo mais eficiente de gestão de limpeza urbana, seus resultados dizem respeito, exclusivamente, ao município perante ao cumprimento da PNRS (SELUR, 2017).

Figura 11 - Dimensões e indicadores utilizados para o cálculo do ISLU

Dimensão E Engajamento do Município	<ul style="list-style-type: none"> <li>•População atendida</li> <li>•IDHM</li> </ul>
Dimensão S Sustentabilidade Financeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Arrecadação específica para resíduos sólidos</li> <li>•Despesa com serviços de limpeza urbana</li> <li>•Despesa total do município</li> </ul>
Dimensão R Recuperação de Resíduos Coletados	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Quantidade de resíduos na coleta convencional</li> <li>•Quantidade de resíduos coletados na coleta seletiva</li> <li>•Materiais aproveitados na coleta seletiva</li> </ul>
Dimensão I Impacto Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Quantidade de resíduos aterrados</li> <li>•População atendida</li> <li>•Disposição final utilizada</li> </ul>

Fonte: Autora a partir de SELUR (2017).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Região Metropolitana do Recife (RMR) fica localizada na porção leste do Nordeste, e forma uma faixa alongada no sentido norte-sul situado no litoral do estado de Pernambuco, como mostra o mapa da Figura 12.

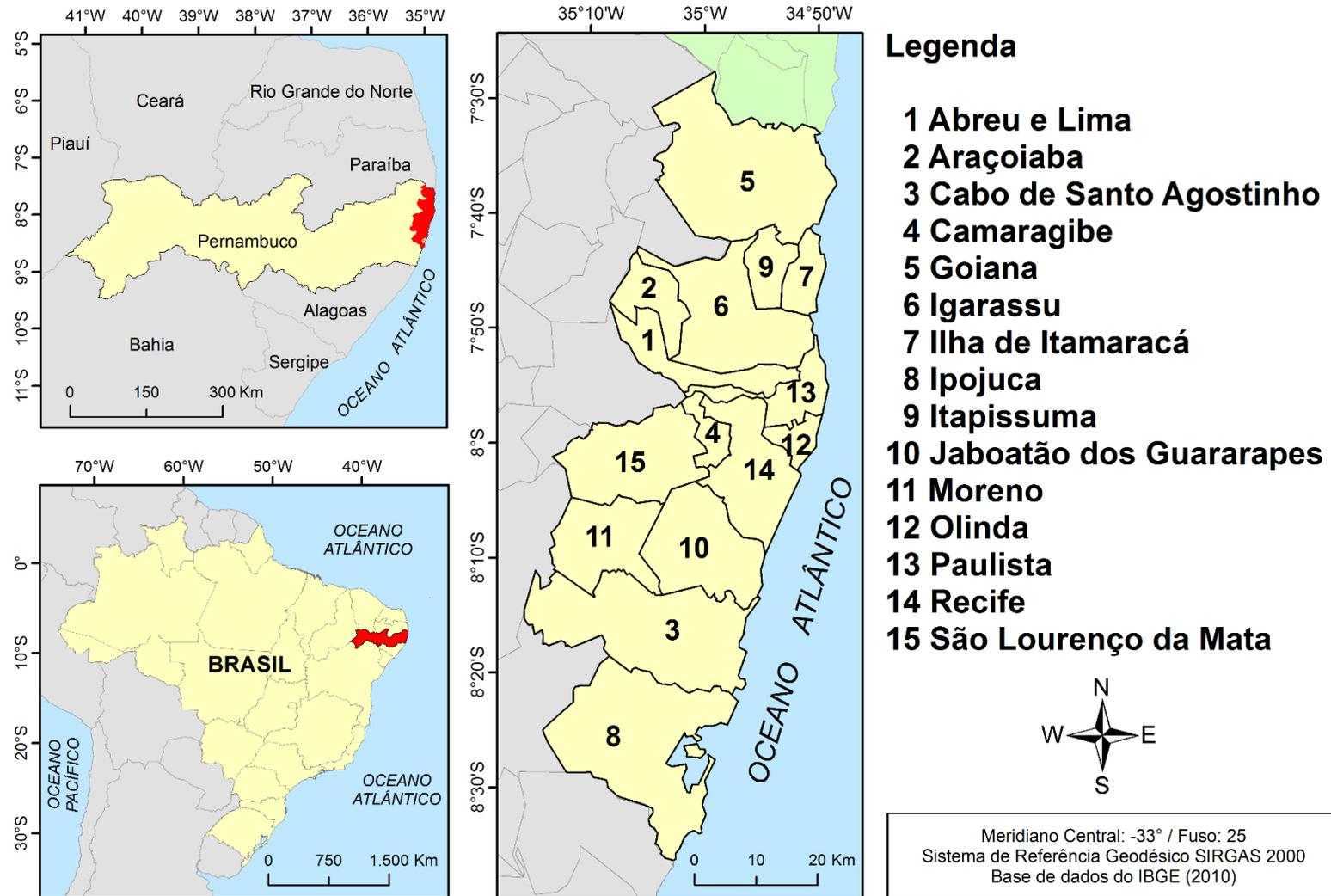
De acordo com o último censo (IBGE, 2010), a RMR é a maior região metropolitana do Norte-Nordeste e a sexta maior do Brasil, ficando em terceiro quando se trata de área metropolitana mais densamente habitada do país, superada apenas por São Paulo e Rio de Janeiro. Quanto a geração de resíduos sólidos, segundo Pernambuco (2012), a RMR é responsável por cerca de 46,5% dos RSU de todo o estado. A Tabela 9 apresenta informações demográficas relativos aos municípios da RMR.

Tabela 9 – Informações demográficas da RMR

<b>Município</b>	<b>População Estimada (2016) (hab)</b>	<b>Área (2015) (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidade Demográfica (hab/km<sup>2</sup>)</b>	<b>IDHM (2010)</b>	<b>PIB <i>per capita</i> (2014) (R\$)</b>
Abreu e Lima	98.990	126,193	784,43	0,679	13.565,09
Araçoiaba	20.046	96,381	207,99	0,592	5.838,21
Cabo de Santo Agostinho	202.636	448,735	451,57	0,686	42.655,36
Camaragibe	155.228	51,257	3028,43	0,692	8.655,73
Goiana	78.940	445,810	177,07	0,651	28.400,27
Igarassu	113.956	305,560	372,94	0,665	20.987,64
Ilha de Itamaracá	25.346	66,684	380,09	0,653	8.752,04
Ipojuca	92.965	527,107	176,37	0,619	80.814,45
Itapissuma	26.073	74,235	351,22	0,633	49.932,63
Jaboatão dos Guararapes	691.125	258,694	2671,59	0,717	19.410,36
Moreno	61.577	196,072	314,05	0,652	9.282,63
Olinda	390.144	41,681	9360,24	0,735	13.700,70
Paulista	325.590	97,312	3345,84	0,732	12.770,39
Recife	1.625.583	218,435	7441,95	0,772	31.513,07
São Lourenço da Mata	111.197	262,106	424,24	0,653	8.295,91
<b>RMR</b>	<b>4.019.396</b>	<b>3.216,262</b>	<b>1249,71</b>	<b>0,734</b>	
<b>Pernambuco</b>	<b>9.410.336</b>	<b>98.076,02</b>			

Fonte: Autora a partir de IBGE (2010, 2016).

Figura 12 – Mapa da Região Metropolitana do Recife



Fonte: Autora.

### 3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O estudo é uma pesquisa aplicada que objetiva contribuir para a sustentabilidade na gestão dos resíduos sólidos nos municípios da RMR através do cálculo do índice de sustentabilidade da limpeza urbana (ISLU). A pesquisa tem uma abordagem quantitativa, utilizando os resultados obtidos por levantamento de dados e ensaios de campo para a construção de um retrato real dos serviços de limpeza urbana da RMR.

Quanto aos procedimentos técnicos, foram realizados levantamentos de dados e um ensaio de composição gravimétrica para caracterização da gestão dos RSU nos municípios da RMR e em seguida o cálculo do índice de sustentabilidade de limpeza urbana desses municípios.

A Figura 13 apresenta um organograma para melhor compreensão sobre os procedimentos da pesquisa.

### 3.3 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

#### 3.3.1 Levantamento de dados primários

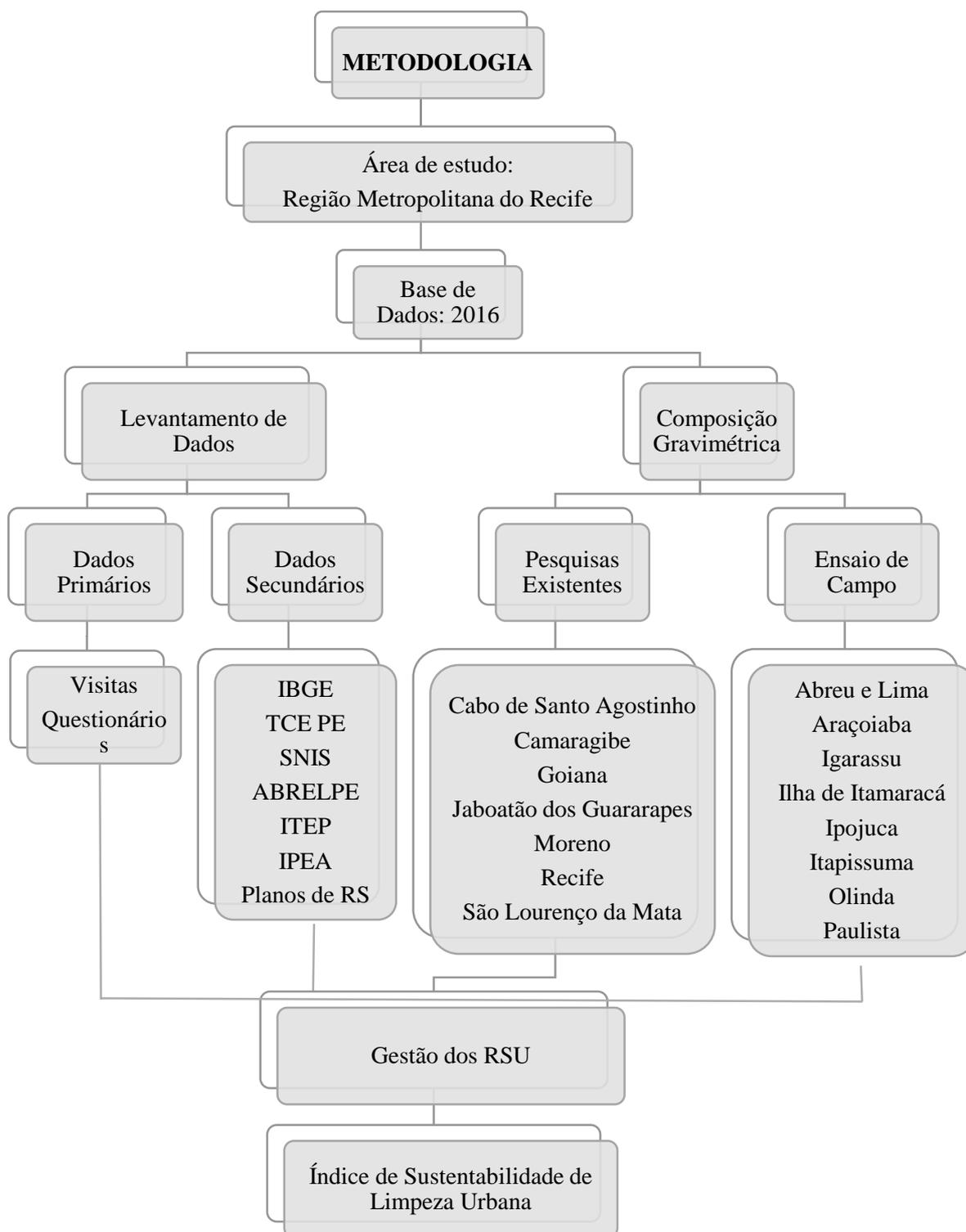
Para a coleta de dados primários, foram realizadas visitas aos municípios entre o período de abril a agosto de 2017, juntos às secretarias municipais responsáveis pelos serviços de limpeza urbana. Durante o encontro com secretários e diretores, foi aplicado um questionário (APÊNDICE A) sobre a gestão dos RSU nos municípios estudados, contemplando questões sobre os serviços de varrição, capina, coleta convencional dos resíduos, coleta seletiva, tratamento e disposição final.

Os dados quantitativos da coleta seletiva, foram informados por representantes de associações e cooperativas de catadores dos municípios através de contatos por telefones e encontros durante um Seminário sobre Coleta Seletiva da RMR, ocorrido na sede da Secretaria Estadual das Cidades – SECID, em setembro de 2017.

Para obtenção dos quantitativos de RSU aterrados, foram visitados os aterros sanitários responsáveis pelos recebimentos dos RSU dos municípios da RMR. São eles:

- I. Centro de Tratamento de Resíduos Ecopesa - CTR Candeias, localizado no município de Jaboatão dos Guararapes e responsável pelo recebimento dos RSU de Recife, Jaboatão dos Guararapes, Cabo de Santo Agostinho e Moreno;

Figura 13 - Organograma da metodologia geral da pesquisa



Fonte: Autora.

- II. Centro de Tratamento de Resíduos de Pernambuco - CTR Pernambuco, localizado no município de Igarassu e responsável pelo recebimento dos RSU de Olinda, Paulista, Igarassu, Abreu e Lima, Itapissuma, Ilha de Itamaracá e Araçoiaba;
- III. Aterro Sanitário Municipal de Ipojuca, localizado na mesma cidade e responsável pelo recebimento dos RSU apenas desse município.

### **3.3.2 Levantamento de dados secundários**

Os dados secundários foram utilizados especialmente para informações não possíveis de obtenção pelos questionários aplicados às prefeituras.

Para os dados demográficos e socioeconômicos gerais como população, IDHM e PIB dos municípios usou-se o site do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, com informações do Censo 2010 e estimativas para o ano de 2016.

Por meio do sistema *on-line* “Tome Conta” do Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco (TCE-PE), onde são encontradas informações sobre a aplicação do dinheiro público nos municípios e no estado de Pernambuco, foram obtidos os valores das despesas de cada município em relação aos serviços limpeza urbana e das arrecadações referentes aos resíduos sólidos como ICMS Socioambiental e taxas de limpeza urbana.

Através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), administrado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (MCID), foram levantadas informações complementares sobre os trabalhadores do setor de limpeza urbana e a média de material reciclável aproveitado em coletas seletivas.

Foram consultados ainda relatórios técnicos sobre o tema, junto a instituições como: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), entre outros, além de consulta às leis federais e estaduais, como a Política Nacional Dos Resíduos Sólidos (nº 12.305/2010), o Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos (PERNAMBUCO, 2011), o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2012) e também à livros, periódicos e outras literaturas existentes.

### 3.3.3 Quantidade de trabalhadores

A quantidade de trabalhadores dos serviços de limpeza urbana foi fornecida pelas prefeituras através do questionário aplicado aos municípios da RMR. No entanto, para um melhor entendimento, fez-se um cálculo da quantidade de trabalhadores para cada 1.000 habitantes usando a equação (1):

$$\text{Trab.} = \frac{\text{TV} + \text{TC} + \text{TCo}}{\text{P}} / 1.000 \quad (1)$$

Onde: Trab. = trabalhadores de limpeza urbana para cada 1.000 habitantes;

TV = trabalhadores no setor de varrição;

TC = trabalhadores no setor de capina;

TCo = trabalhadores no setor de coleta;

P = população do município.

Para uma comparação dos resultados a nível nacional, fez-se uma média baseada nos valores dos mesmos dados dos municípios que responderam ao SNIS (2015).

### 3.3.4 Geração *per capita* de RSU

O cálculo da geração de resíduos para os municípios da RMR foi baseado nos dados dos resíduos coletados e encaminhados para disposição final durante o ano de 2016. Estes dados foram fornecidos pelo CTR Candeias, CTR Pernambuco, Aterro Municipal de Ipojuca e pelas Prefeituras de Camaragibe e São Lourenço da Mata. No entanto, os valores fornecidos pelas prefeituras não são considerados exatos.

Para o cálculo da geração *per capita* dos RSU usou-se a equação (2):

$$G = \frac{\text{RCo} \times 1.000}{365} / \text{Pa} \quad (2)$$

Onde: G = geração *per capita* (kg/hab./dia);

RCo = resíduos coletados (t/ano);

Pa = população atendida pelos serviços de coleta (hab.).

### 3.3.5 Estimativa de material aproveitado na coleta seletiva

Para uma estimativa dos materiais aproveitados da coleta seletiva, foram usados dados dos municípios que responderam ao SNIS (2015) e possuem coleta seletiva. Foi feita a porcentagem entre os materiais aproveitados e os materiais totais coletados pela coleta seletiva e calculou-se a média entre todos os municípios, resultando numa média 63,5% de aproveitamento do material.

Com isso, a estimativa dos materiais aproveitados na coleta seletiva dos municípios da RMR no ano de 2016 foi calculada através da equação (3):

$$MA = RCs \times 63,5\% \quad (3)$$

Onde: MA = material aproveitado (t/ano);

RCs = resíduos coletados na coleta seletiva (t/ano).

### 3.3.6 Composição gravimétrica

De acordo com a NBR 10.007 (ABNT, 2004), a caracterização gravimétrica consiste na determinação, em termos de massa, dos constituintes de uma amostra de resíduos sólidos e de suas respectivas percentagens em peso. Com o intuito de atualizar os dados para desenvolver um melhor diagnóstico do sistema de limpeza urbana dos municípios da RMR, foram realizados estudos de composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados nos seguintes municípios: Araçoiaba, Abreu Lima, Igarassu, Ilha de Itamaracá, Itapissuma, Ipojuca, Olinda e Paulista.

Não foram realizados ensaios de campo para município de Camaragibe, São Lourenço da Mata e Goiana. Os dois primeiros possuem disposição final em lixões, os quais foram considerados inseguros para o procedimento, e o último não fazia parte da RMR no período que foi realizado o ensaio (setembro e outubro de 2017).

A composição gravimétrica foi realizada durante três semanas, entre os meses de setembro e outubro de 2017, com uma média de dois ensaios por dia. A realização ocorreu em três locais distintos, de acordo com a disposição final de cada município. Para o município de Ipojuca, o estudo ocorreu no Aterro Municipal de Ipojuca, no CTR Pernambuco foram realizados os estudos de Abreu e Lima, Araçoiaba, Igarassu, Ilha de

Itamaracá e Itapissuma, e para Olinda e Paulista o estudo ocorreu no Transbordo de Paulista localizado na sede da empresa I9 Paulista Gestão de Resíduos.

### 3.3.6.1 Definição das rotas

Para definir a quantidade de rotas estudadas em cada município, tomou-se como critério de escolha o número de habitantes do município, como mostram as Tabelas 10 e 11. Esse critério foi utilizado baseando-se nos dados do último censo (IBGE, 2010), onde percebe-se que os municípios da RMR com menos habitantes possuem pouca variedade de rendimentos, o que resulta em uma geração de resíduos semelhantes.

Outro fator levado em consideração é que nos municípios estudados não existe uma diferença social intensa, e, naqueles com menos habitantes, existem rotas que fazem coletas em diferentes bairros, ou seja, coleta-se no mesmo caminhão resíduos de diferentes classes sociais.

Tabela 10 – Critério de escolha da quantidade de rotas

<b>Nº de habitantes</b>	<b>Quantidade de rotas</b>
hab. < 50.000	1
50.000 < hab. < 250.000	2
250.000 < hab. < 400.000	3

Fonte: Autora.

Tabela 11 – Quantidade de rotas estudadas por município

<b>Municípios</b>	<b>População</b>	<b>Rotas</b>
Araçoiaba	20.046	1
Ilha de Itamaracá	25.346	1
Itapissuma	26.073	1
Ipojuca	92.965	2
Abreu e Lima	98.990	2
Igarassu	113.956	2
Paulista	325.590	3
Olinda	390.144	3

Fonte: Autora.

Foram definidas 15 rotas, sendo, em cada rota, coletada uma amostra de RSU para o estudo de gravimetria de oito municípios da Região Metropolitana do Recife. A definição das rotas foi baseada nas classes sociais dos bairros coletados e em comum acordo com as secretarias municipais. As rotas estudadas são apresentadas na Tabela 12 e nos mapas apresentados no Apêndice B.

Tabela 12 – Rotas das coletas de lixo domiciliares utilizadas

<b>Municípios</b>	<b>Rotas</b>	<b>Tipo de Caminhão</b>	<b>Capacidade do Caminhão</b>
Araçoiaba	Loteamento Idelbrando, Centro, Nova Araçoiaba, Área de Cal	Compactador	15 m <sup>3</sup>
Ilha de Itamaracá	Jaguaribe, Mercado - Centro, Pilar	Compactador	15 m <sup>3</sup>
Itapissuma	Ferro velho, Loteamento Cidade Criança, Cajueiro e Sede do Dominó	Caçamba	06 m <sup>3</sup>
Ipojuca 01	Porto de Galinhas - Centro, Loteamento Recanto, Loteamento Merepe III, Cupe.	Compactador	15 m <sup>3</sup>
Ipojuca 02	Centro de Ipojuca, Beira da Pista, Bairro do Convento, Bairro do Estádio de Futebol.	Compactador	15 m <sup>3</sup>
Abreu e Lima 01	Centro, Setor Industrial, Fosfato	Compactador	15 m <sup>3</sup>
Abreu e Lima 02	Desterro e Alto do São Miguel	Compactador	15 m <sup>3</sup>
Igarassu 01	Alto do Céu, Vila Rural, Boa Vista, Menino Jesus de Praga	Compactador	15 m <sup>3</sup>
Igarassu 02	Tabatinga, Cortegada, Centro de Igarassu	Compactador	15 m <sup>3</sup>
Paulista 01	Pau Amarelo e Janga	Compactador	15 m <sup>3</sup>
Paulista 02	Maranguape II, Maranguape I, Tabajara	Caçamba	06 m <sup>3</sup>
Paulista 03	PE 015 e PE 022	Compactador	15 m <sup>3</sup>
Olinda 01	Sítio Histórico	Mini Compactador	06 m <sup>3</sup>
Olinda 02	Jardim Atlântico	Compactador	15 m <sup>3</sup>
Olinda 03	Águas Compridas, Alto da Bondade	Caçamba	06 m <sup>3</sup>

Fonte: Autora.

### 3.3.6.2 Equipamentos utilizados

Para os ensaios de composição gravimétrica foram utilizados os seguintes equipamentos (Figura 14):

- 7 Baldes de 100 L;
- 15 baldes de 30 L;
- Balança Eletrônica Digital (Marca Elgin – Modelo DP3000/3005);
- Lona PEAD;
- Pá carregadeira;
- Pás e rastelos;
- EPIs.

Figura 14 – Equipamentos utilizados na composição gravimétrica

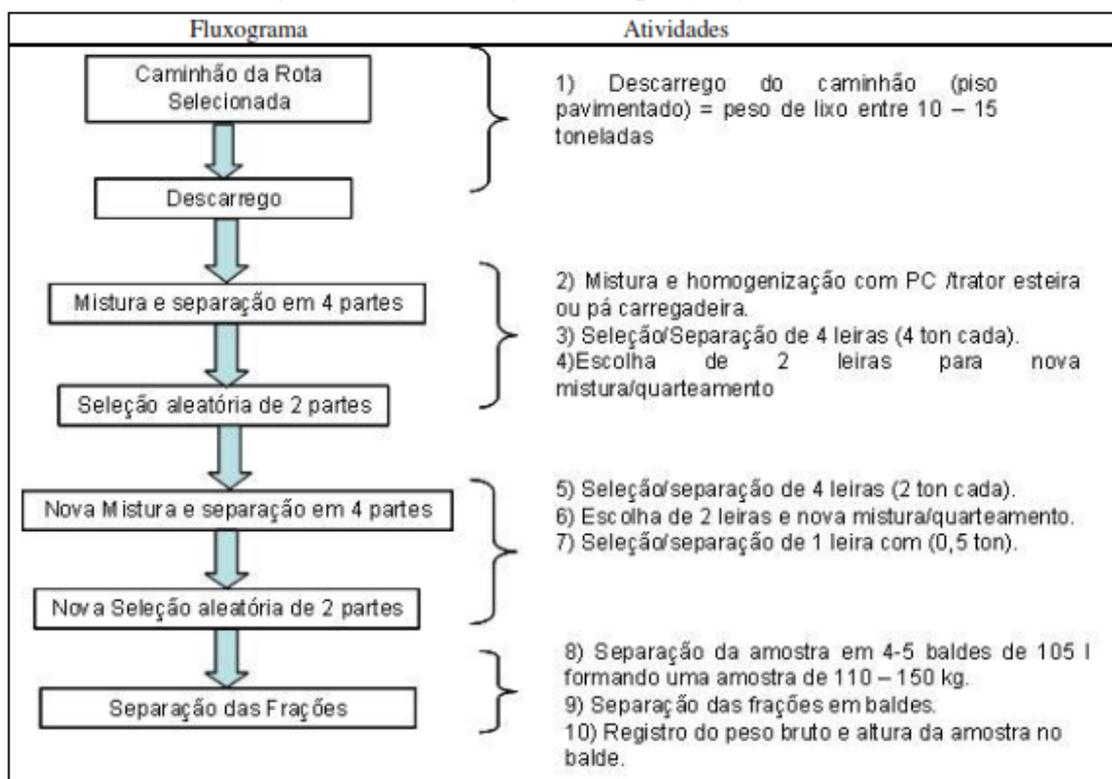


Fonte: Autora.

### 3.3.6.3 Metodologia do ensaio

A metodologia empregada para amostragens e caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos dos municípios estudados seguiu a adotada por Mariano *et al.* (2007) e Jucá *et al.* (2014), em acordo com a técnica de quarteamento mostrada na NBR 10.007 (ABNT, 2004) (FIGURA 15).

Figura 15 – Metodologia da composição gravimétrica



Fonte: Mariano *et al.* (2007).

Os resíduos foram separados a partir dos seguintes procedimentos (Figura 16):

- 1) Descarregamento dos RSU pelo caminhão compactador ou caçamba numa área pré-determinada e protegida com lona PEAD;
- 2) Mistura e homogeneização com o auxílio da pá carregadeira;
- 3) Realização do primeiro quarteamento com o auxílio da pá carregadeira, seguido de eliminação de duas partes;
- 4) Nova mistura e homogeneização manual do material resultante do primeiro quarteamento;
- 5) Quarteamento manual com auxílio de pás e rastelos, seguido de eliminação de duas partes;

- 6) Coleta e amostragem do material resultante do segundo quarteamento em baldes de 100L;
- 7) Segregação dos tipos de resíduos e acondicionamento em recipientes de 30L identificados e correspondentes aos respectivos componentes, e;
- 8) Pesagem dos resíduos com o auxílio de uma balança eletrônica digital com capacidade máxima de 30 kg e sensibilidade de 0,005 kg.

Figura 16 – Etapas dos procedimentos do ensaio de composição gravimétrica



Fonte: Autora.

### 3.3.6.4 Identificação dos tipos de resíduos

No Brasil não há norma específica para a caracterização gravimétrica dos RSU, sendo assim, foi utilizada a legislação portuguesa através da Portaria nº 851/2009 (DIÁRIO DA REPÚBLICA PORTUGUESA, 2009), para categorizar os tipos de resíduos encontrados no estudo. Essa portaria é a mesma adotada pela Comunidade Econômica Europeia (CEE).

Os resíduos foram categorizados em 15 classes:

- 1) Vidro;
- 2) Metal Ferroso;
- 3) Alumínio;
- 4) Papel;
- 5) Papelão;
- 6) Plástico Polietileno Tereftalato (PET);
- 7) Plásticos Moles ou flexíveis;
- 8) Plásticos Duros ou rígidos;
- 9) Orgânicos;
- 10) Madeira;
- 11) Compósitos;
- 12) Têxteis;
- 13) Sanitários;
- 14) Perigosos;
- 15) Rejeitos.

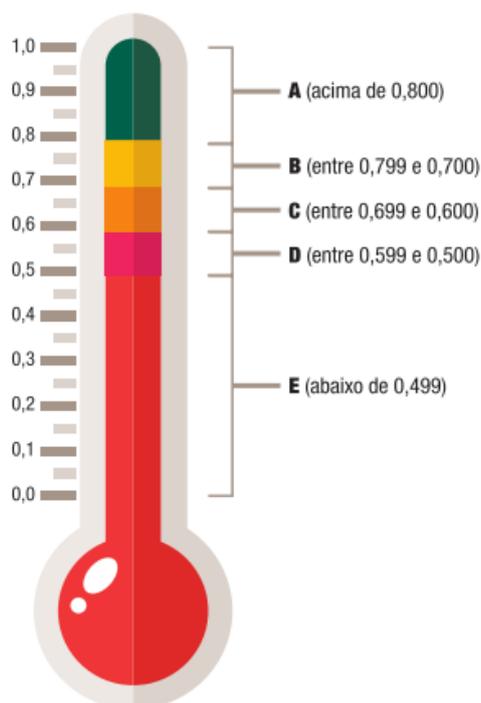
Em seguida, os RSU dos setores foram agrupados e classificados em matéria orgânica (somatório dos resíduos orgânicos e madeira), vidro, metal ferroso, alumínio, papel, papelão, PET, plásticos moles, plásticos duros, outros resíduos (soma dos componentes compósitos, têxteis e sanitários), perigosos e rejeitos.

## 3.4 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DE LIMPEZA URBANA

O Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU) tem como objetivo principal medir a aderência dos municípios em relação ao cumprimento das metas e diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O índice foi

criado pela Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo (SELUR) a partir de um modelo estatístico exaustivamente avaliado, testado e balizado para mais de 3.500 municípios brasileiros que possuem informações disponibilizadas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). O município é avaliado de acordo com uma pontuação, como um “termômetro” (FIGURA 17), que varia de 0 (zero) a 1 (um): quanto mais próximo de 1, maior será a aderência do município à PNRS.

Figura 17 – Termômetro de classificação do ISLU



Fonte: SELUR (2017).

A metodologia adotada pela SELUR foi a de “Análise Fatorial”, que avalia a correlação entre as diversas variáveis, agrupando-as e reduzindo-as em dimensões, reconhecendo a existência de padrões e de proporcionalidades entre elas. As dimensões utilizadas são: engajamento, recuperação de recursos coletados, sustentabilidade financeira e impacto ambiental.

### 3.4.1 Cálculo das dimensões

Para o cálculo das dimensões, foram definidos indicadores sem intervenções tendenciosas, a partir de informações públicas, buscando descrever de forma consistente

e homogênea o comportamento das cidades brasileiras em relação ao tema, onde o acesso e reprodução dos resultados tivessem disponíveis ao mercado, como também uma estrutura passível de ser auditado, e capaz de integrar e sintetizar dados sistêmicos de gestão, facilitando o manuseio para mensurar, analisar e priorizar ações (SELUR, 2017).

#### 3.4.1.1 Dimensão E – Engajamento

A Dimensão E avalia a responsabilidade compartilhada pelos resíduos sólidos enfatizada na PNRS, ou seja: governos, iniciativa privada e consumidores têm corresponsabilidade.

O engajamento e a maturidade da sociedade são representados no ISLU por meio de dois indicadores que, combinados, mensuram o grau de desenvolvimento econômico e social e a cobertura dos serviços de coleta. São eles:

- Indicador 1: Porcentagem da População Atendida pelos Serviços de Limpeza Urbana: quanto maior a cobertura, maior é o controle sobre os resíduos sólidos gerados, permitindo que esse material seja encaminhado para as etapas de tratamento e destinação adequados. Uma gestão eficiente dos resíduos sólidos urbanos possui universalização da coleta melhorando saúde pública local.

- Indicador 2: O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM): esse indicador propõe-se a quantificar a evolução de um país no que diz respeito a renda, educação e saúde (longevidade). Mesmo não esgotando todos os aspectos que compreendem o desenvolvimento humano, esse indicador tem sido utilizado ao redor do mundo como instrumento de análise e de proposição de políticas públicas, e no Brasil é utilizado por ter uma mesma base de dados. O índice apresenta forte credibilidade na economia e na gestão pública do País, propiciando análises sobre a qualidade de vida dos munícipes.

O cálculo do Engajamento é através da equação (4):

$$E = 0,29213 \times (\text{Ind.1}) + 0,70787 \times (\text{Ind.2}) \quad (4)$$

### 3.4.1.2 Dimensão S – Sustentabilidade Financeira

A Dimensão S busca identificar o grau de autonomia financeira do município para arcar com os serviços de limpeza e manejo de resíduos sólidos.

O indicador usado para o cálculo dessa dimensão analisa a capacidade de sustentação financeira dos serviços de limpeza urbana, utilizando os dados financeiros de arrecadações e despesas do município, definido por Grau de Autonomia Financeira.

- Indicador 3:

$$\text{Grau de Autonomia financeira} = \frac{\text{Arrecadação específica - Despesas com SLU (R\$)}}{\text{Despesa Total do Município (R\$)}}$$

Através do indicador de Grau de Autonomia Financeira, calcula-se a Dimensão S de acordo com a equação (5).

$$S = 6,90819 \times \text{Ind.3} + 1 \quad (5)$$

### 3.4.1.3 Dimensão R – Recuperação dos Resíduos Coletados

A Dimensão R busca identificar o grau de adesão do município aos esforços institucionalizados pela PNRS quanto ao estímulo à reciclagem dos RSU, incentivando a reinserção desses materiais na cadeia produtiva como matéria-prima e deixando para os aterros sanitários somente o que não for passível de aproveitamento econômico.

Para essa dimensão o indicador é a quantidade de materiais recuperados na coleta seletiva, entendendo-se que nem todo material da coleta seletiva é aproveitado para reciclagem.

- Indicador 4:

$$\text{Materiais Recuperados} = \frac{\text{Material reciclável recuperado (t)}}{\text{Quantidade total de RSU coletados (t)}}$$

Através do indicador de Materiais Recuperados, calcula-se a Dimensão R de acordo com a equação (6).

$$R = \text{Ind.4} \quad (6)$$

#### 3.4.1.4 Dimensão I – Impacto Ambiental

Nessa dimensão, verifica-se o passivo ambiental gerado por um município por meio do cálculo do volume de resíduos dispostos inadequadamente em lixões ou aterros controlados. A PNRS exige a extinção dos aterros controlados e dos lixões, pelo fato de eles não fornecerem controles nem tratamento adequados aos materiais encaminhados.

O indicador usado é a Destinação Incorreta dos RSU e tem como objetivo retratar o volume de resíduos que os municípios destinam incorretamente para lixões em relação à população total atendida pelo serviço de coleta.

- Indicador 5:

$$\text{Destinação Incorreta} = \frac{\text{Quantidade de RSU dispostos incorretamente (t)}}{\text{População atendida (hab)}}$$

Através do indicador de Destinação Incorreta, calcula-se a Dimensão I de acordo com a equação (7).

$$I = 1,11810 \times (- \text{Ind.5}) + 1 \quad (7)$$

### 3.4.2 Equação geral do ISLU

Baseando-se nos cálculos das Dimensões E, S, R e I, o ISLU é calculado através da equação (8):

$$\text{ISLU} = 0,33284 \times E + 0,22421 \times S + 0,22215 \times R + 0,22080 \times I \quad (8)$$

Sendo a dimensão E a que tem um maior peso no resultado do ISLU, de 33%, quanto as demais dimensões possuem peso de 22%.

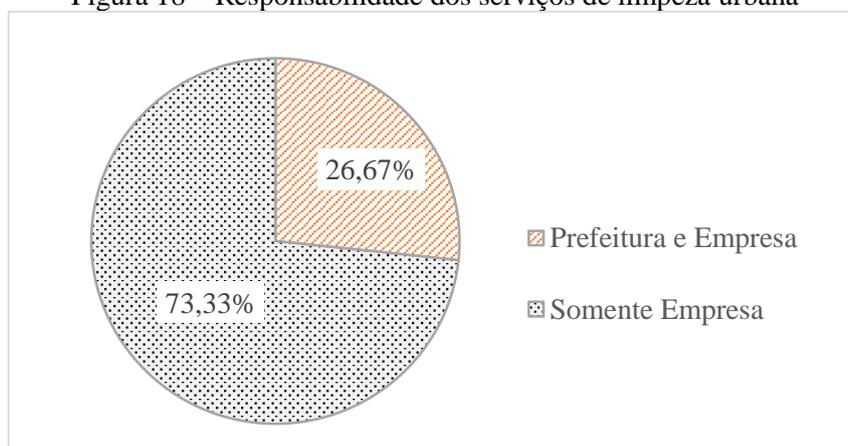
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA RMR

A Região Metropolitana do Recife (RMR) possui uma população estimada em 4.019.396 de habitantes (IBGE, 2016) e é responsável pela geração de 46,52% dos resíduos do estado de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2012). A Gestão dos RSU na RMR é de competência das gestões municipais por meio de secretarias específicas responsáveis pelo setor de resíduos sólidos urbanos.

A maior parte dos serviços de limpeza urbana são executados por meio de contratos de terceirização com empresas privadas especializadas. No entanto, em Araçoiaba, Ilha de Itamaracá, Itapissuma e São Lourenço da Mata, as empresas atuam apenas nos serviços de transporte e coleta dos resíduos, restando à prefeitura a responsabilidade pelos serviços de varrição e capina. Com isso, pode-se afirmar que 73,33% dos serviços de limpeza urbana da RMR são totalmente executados por empresas contratadas, como mostra a Figura 18. Esses serviços incluem varrição, capina, limpeza de praias, limpezas dos canais, coleta e transporte dos RSU ao seu destino final.

Figura 18 – Responsabilidade dos serviços de limpeza urbana

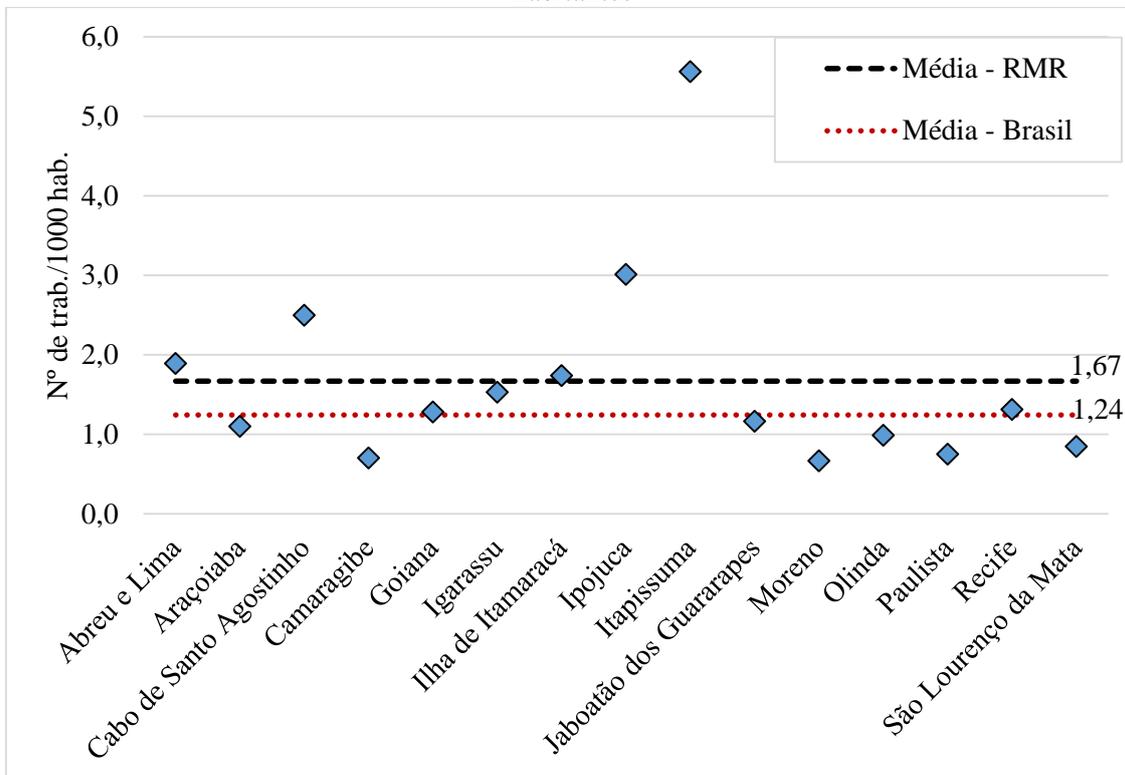


Fonte: Autora.

Para realizar os serviços de limpeza urbana, a RMR apresenta uma média de 1,70 trabalhadores para cada 1.000 habitantes. Com base nos dados do SNIS (2015), constatou-se que as cidades brasileiras apresentam uma média de 1,24 trabalhadores para o mesmo número de habitantes. Comparando com a média nacional, a RMR tem uma boa

situação quanto ao número de trabalhadores no setor de limpeza urbana, como mostra o gráfico apresentado na Figura 19.

Figura 19 – Quantidade de trabalhadores nos serviços de limpeza urbana para cada 1.000 habitantes



Fonte: Autora.

O destaque da RMR é o município de Itapissuma, que para cada 1.000 habitantes possui 5,56 trabalhadores no setor de limpeza urbana, muito acima da média nacional. Motivo pelo qual a RMR apresentou uma média mais elevada considerando que sete dos seus municípios possuem um valor abaixo da média nacional.

#### 4.1.1 Coleta convencional

São coletados na RMR cerca de 3.332 toneladas por dia de RSU, sendo Recife responsável por 42% do total. Baseado nesses dados, calcula-se que a geração *per capita* dos RSU na RMR tem uma média de 0,91 kg/hab/dia (TABELA 13), abaixo da média do Brasil e do Nordeste, que de acordo com a ABRELPE (2016), são respectivamente 1,04 e 0,97 kg/hab/dia.

Tabela 13 – Geração de RSU na RMR

<b>Municípios</b>	<b>População estimada (2016)</b>	<b>% População atendida</b>	<b>RSU Coletados (2016)</b>	<b>Geração <i>per capita</i> (kg/hab/dia)</b>
Abreu e Lima	98.990	100%	42.579,71	1,18
Araçoiaba	20.046	100%	4.813,77	0,66
Cabo de Santo Agostinho	202.636	98%	61.312,94	0,85
Camaragibe	155.228	100%	37.752,00	0,67
Goiana	78.940	100%	30.012,57	1,04
Igarassu	113.956	100%	37.103,61	0,89
Ilha de Itamaracá	25.346	92%	11.689,94	1,37
Ipojuca	92.965	100%	39.600,00	1,17
Itapissuma	26.073	93%	8.602,97	0,97
Jaboatão dos Guararapes	691.125	100%	161.770,48	0,64
Moreno	61.577	100%	10.843,25	0,48
Olinda	390.144	100%	115.688,08	0,81
Paulista	325.590	100%	88.729,66	0,75
Recife	1.625.583	100%	514.684,45	0,87
São Lourenço da Mata	111.197	100%	51.112,10	1,26
<b>RMR</b>	<b>4.019.396</b>		<b>1.216.295,53</b>	<b>0,91</b>

Fonte: Autora.

Existem quatro municípios com um valor acima da média brasileira, são eles Abreu e Lima, Ilha de Itamaracá, Ipojuca e São Lourenço da Mata. Nos municípios de Ilha de Itamaracá e Ipojuca a alta geração *per capita*, pode ser justificada por serem cidades destacadas pelo turismo, com um grande número de casas para veraneio, onde nos fins de semana, feriados e meses de férias, como dezembro, janeiro e julho, a população da cidade sofre um aumento considerável, influenciando diretamente o aumento na geração de resíduos.

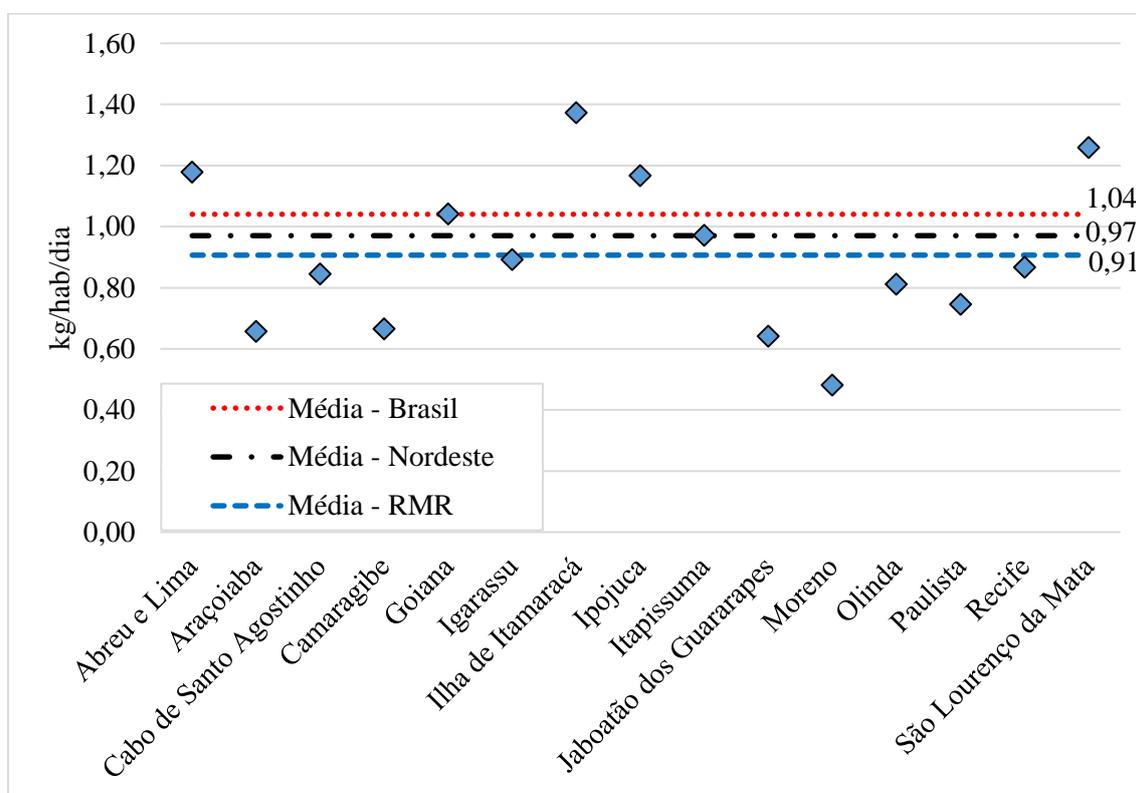
Quanto ao município de Abreu e Lima, este possui uma área urbana que se estende ao longo do importante eixo de conexão interestadual e metropolitano, a BR-101 Norte, desempenhando muitas vezes a função de “cidade dormitório”, o que contribui

para o aumento da geração de resíduos. Além da existência de grande número de atividades comerciais e de serviços.

Com relação ao município de São Lourenço da Mata, a alta geração de RSU pode estar atrelado a incerteza dos valores de resíduos coletados, já que esses resíduos são destinados a um lixão e não são contabilizados. O valor trabalhado nessa pesquisa foi fornecido pela prefeitura com base em estimativas.

A Figura 20, mostra um gráfico comparativo da geração *per capita* de RSU nos municípios da RMR com a média nacional e do Nordeste.

Figura 20 – Geração *per capita* de RSU da RMR com base nos RSU coletados



Fonte: Autora.

As coletas convencionais em sua maior parte são do tipo Porta a Porta, utilizando caminhões compactadores com capacidade para 15 m<sup>3</sup> e/ou caminhões caçamba com capacidade para 6 m<sup>3</sup>. Também podem ser feitas através de contêineres disponibilizados pelo município, onde o caminhão faz a coleta direto do recipiente. E para locais com difícil acesso, existe ainda a coleta manual ensacada, onde são utilizados equipamentos alternativos (carro de mão, carroça de 1m<sup>3</sup>, motos, bicicletas) para facilitar o transporte.

Quanto as frequências de coletas, os municípios da RMR seguem um padrão, onde são realizadas coleta diárias na parte central da cidade e coletas alternadas para os

bairros periféricos, em horários diurnos e noturnos, de acordo com o planejamento de cada município.

#### **4.1.2 Coleta seletiva**

A coleta seletiva na RMR é realizada em sua maioria por catadores, formais (aqueles cadastrados em cooperativas ou associações) ou informais (aqueles que trabalham por conta própria nas ruas). Dos 15 municípios, apenas Recife e Jaboatão dos Guararapes possuem, além da coleta feita por catadores, coleta seletiva realizada pela prefeitura.

Em Recife, a prefeitura adota o modelo de coleta seletiva Porta a Porta e conta com 7 caminhões tipo baú para o transporte desses resíduos. A coleta ocorre em 55 locais, compreendendo bairros e localidades da cidade, onde os atendimentos são em domicílios cadastrados (ALBUQUERQUE, 2017). Além disso, a prefeitura conta com 67 Pontos de Entrega Voluntária (PEV), denominados de Ecopontos, e 8 Ecoestações, equipamentos que objetivam também o recebimento de materiais volumosos.

No município de Jaboatão dos Guararapes, desde 2014 a coleta seletiva abrange 7 bairros, e, assim como em Recife, os atendimentos são em domicílios cadastrados. O município possui 2 caminhões com capacidade para recolher até três toneladas por dia de resíduos.

Os demais municípios da RMR que possuem coleta seletiva formais são Abreu e Lima, Camaragibe, Ilha de Itamaracá, Itapissuma e Olinda. Essas coletas são realizadas por cooperativas e/ou associações de catadores, as quais dispõem de infraestrutura custeada pelas prefeituras.

Todos os resíduos coletados na coleta seletiva são encaminhados para as cooperativas/associações de catadores dos próprios municípios, onde passam por uma triagem dos materiais e, em seguida, os que podem ser aproveitados vão para a comercialização.

Na RMR os resíduos da coleta seletiva equivalem a apenas 1,76% dos RSU totais coletados, sendo que nem todo o material é aproveitado. Baseado nos dados do SNIS (2015), calcula-se que, em média, apenas cerca de 63,5% do material destinado para coleta seletiva é aproveitado para reciclagem. Dessa forma, estima-se que apenas 1,12% dos RSU da coleta seletiva na RMR estão aptos para serem reciclados. As informações gerais das coletas seletivas são apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14 – Coleta Seletiva da RMR

Município	Responsáveis pela Coleta Seletiva	Cooperativas / Associações	Catadores Associados	Coleta Seletiva	Total Coletados (Convencional + Seletiva)	Materiais Recuperados	
				(t/ano)	(t/ano)	(t)	(%)
Abreu e Lima	Catadores	COOREPLAST COOCARES	39	384,00	42.963,71	243,93	0,57%
Camaragibe	Catadores	ACAD	20	300,00	38.052,00	190,57	0,50%
Ilha de Itamaracá	Catadores	Pro-Ilha	7	84,00	11.773,94	53,36	0,45%
Itapissuma	Catadores	Associação de Catadores Padre Sevat	11	168,00	8.770,97	106,72	1,22%
Jaboatão dos Guararapes	Prefeitura + Catadores	Cooperativa Maria da Penha Cooperativa Acamaré Cooperativa Recicla Vila Rica Cooperativa Sitio Carpina	75	1.200,00	162.970,48	762,27	0,47%
Olinda	Catadores	Associação de Recicladores de Olinda Cooperativa Vida Nova	29	816,00	116.504,08	518,35	0,44%
Recife	Prefeitura + Catadores	Esperança Viva COOPAGRES Verde É Nossa Vida Gusmão COOPVIDA Resgatando Vidas Recicla Torre PRORECIFE	146	18.329,38	533.013,83	11.643,32	2,18%

Fonte: Autora.

Em todos os municípios da RMR existem catadores de materiais recicláveis informais que fazem coletas nas ruas e comercializam esse material por conta própria, porém as prefeituras não conseguem mensurar a quantidade do material coletado informalmente.

As tecnologias de tratamento na RMR se resumem às triagens para reciclagem realizadas nas cooperativas e associações de catadores através das coletas seletivas. Entretanto, vale ressaltar que o município de Paulista possui uma unidade de transbordo que atualmente recebe os resíduos de Paulista e Olinda, onde está sendo instalada uma usina de reciclagem para uma futura separação e aproveitamento dos resíduos. Porém, até o encerramento desse estudo, ainda não estava em funcionamento.

#### 4.1.3 Disposição final

Sobre as disposições finais dos resíduos na RMR, atualmente dois municípios não destinam seus RSU para locais considerados adequados, são Camaragibe e São Lourenço da Mata, que encaminham seus resíduos para lixões. Os demais municípios destinam seus RSU aos aterros sanitários existentes na RMR, são eles: Central de Tratamento de Resíduos do Grupo Ecopesa Ambiental (CTR Candeias), Central de Tratamento de Resíduos de Pernambuco (CTR PE) e o Aterro Municipal de Ipojuca. A Tabela 15 indica onde cada município da RMR dispõe seus RSU.

Tabela 15 – Disposição final dos RSU dos municípios da RMR

<b>Municípios</b>	<b>Disposição Final</b>
Abreu e Lima	CTR PE
Araçoiaba	CTR PE
Cabo de Santo Agostinho	CTR Candeias
Camaragibe	Lixão de Camaragibe
Goiana	CTR PE
Igarassu	CTR PE
Ilha de Itamaracá	CTR PE
Ipojuca	Aterro Municipal de Ipojuca
Itapissuma	CTR PE
Jaboatão dos Guararapes	CTR Candeias
Moreno	CTR Candeias
Olinda	CTR PE
Paulista	CTR PE
Recife	CTR Candeias
São Lourenço da Mata	Lixão de São Lourenço da Mata

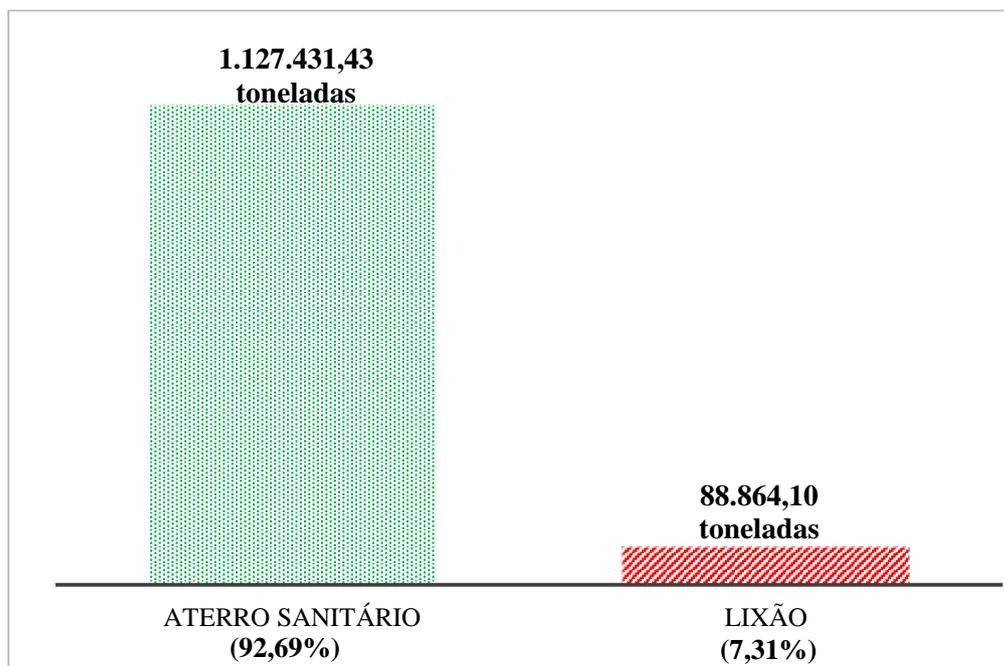
Fonte: Autora.

A CTR Candeias e a CTR PE são aterros sanitários particulares, localizados respectivamente em Jaboatão dos Guararapes e Igarassu. A CTR Candeias tem uma capacidade volumétrica inicial para 10,56 milhões de toneladas de resíduos urbanos e industriais não perigosos, já a CTR PE tem uma capacidade volumétrica total de 8.700.000m<sup>3</sup> provendo uma capacidade operacional instalada para receber até 3.000 t/dia.

O Aterro Municipal de Ipojuca recebe os resíduos do próprio município e tem capacidade de receber 120 toneladas de resíduos sólidos urbanos e 40 toneladas de volumosos, como resíduos da construção civil e restos de madeira. O aterro passou a atuar como aterro sanitário em 2014, no entanto ainda existem adequações a serem feitas. No entanto, nessa pesquisa é considerado como uma disposição final adequada baseada no ICMS socioambiental recebido pelo município.

A situação da disposição final dos RSU da RMR encontra-se satisfatória, pois 92,69% dos resíduos coletados são encaminhados para aterro sanitário, destacando-se da situação geral do Nordeste, onde apenas 35,6% dos RSU são destinados a aterros sanitários (ABRELPE, 2016), e do Estado de Pernambuco, onde 58,11% possuem essa destinação (PERNAMBUCO, 2012). O gráfico da Figura 21, apresenta a disposição final dos RSU da RMR no ano de 2016.

Figura 21 – Quantidade de RSU de acordo com o tipo de disposição final



Fonte: Autora.

Em todo caso, de acordo com a PNRS, o prazo para a extinção dos lixões, estava previsto para agosto de 2014, porém ainda não foi cumprido, o que mostra a dificuldade de implantação desta lei. Existem atualmente projetos de lei que sugerem novos prazos para o fechamento dos lixões, onde o principal argumento é a falta de recursos para tal procedimento. O que não pode ser esquecido é que a continuidade dos lixões agrava os impactos negativos ao meio ambiente e à salubridade pública.

#### **4.1.4 Composição gravimétrica dos RSU dos municípios da RMR**

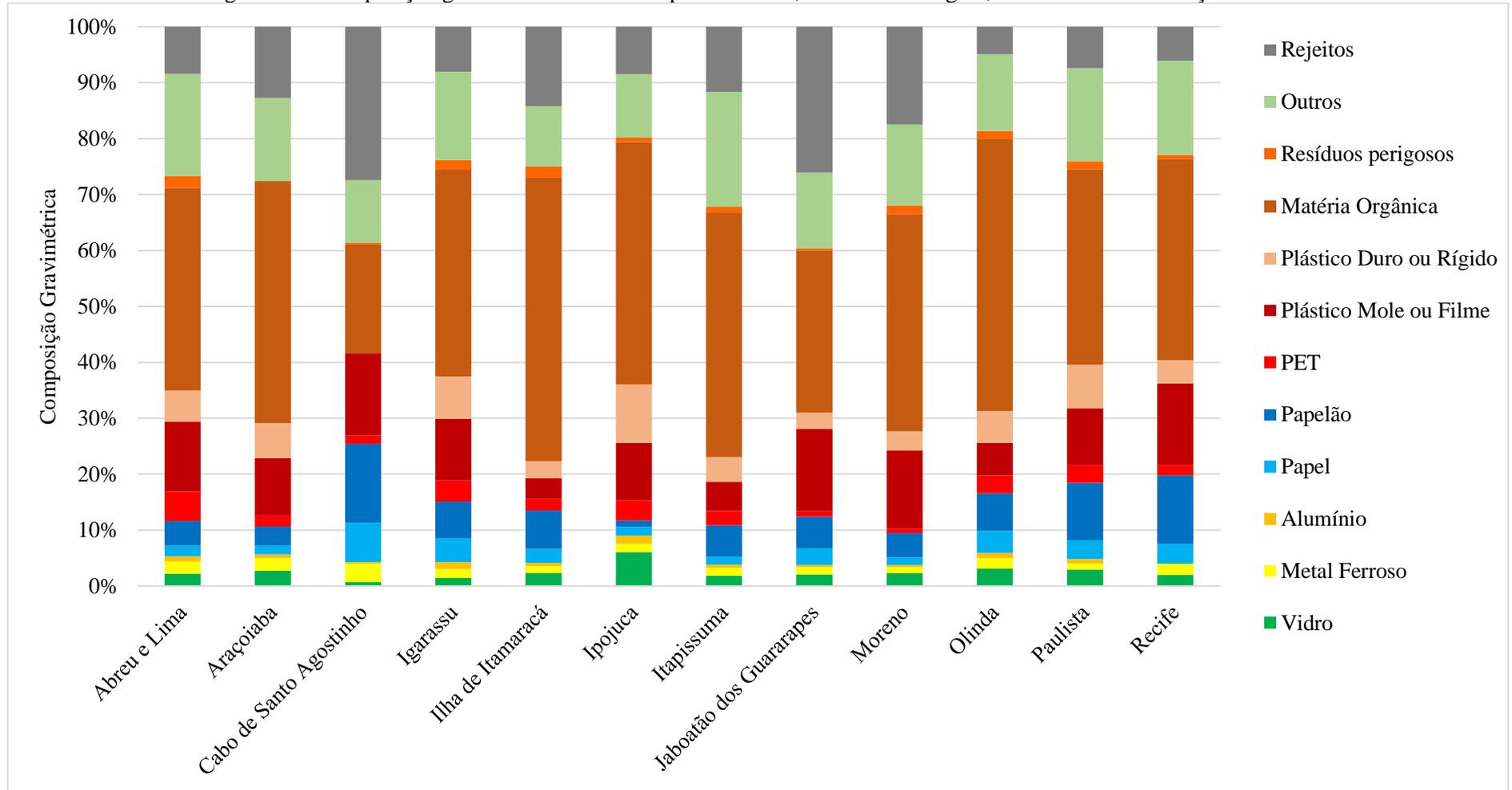
A caracterização gravimétrica dos RSU foi realizada a partir dos procedimentos especificados no item 3.3.6. As composições gravimétricas dos resíduos gerados em Camaragibe, São Lourenço da Mata e Goiana, foram identificadas através dos Planos de Resíduos Sólidos Urbanos da RMR e de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2011, 2012). Entretanto, os dados não continham o mesmo detalhamento dos tipos de resíduos dos demais municípios e não foram considerados. Como o conjunto de municípios utilizados equivale a 4/5 do universo da RMR, considerou-se esta amostra válida para definir a média da composição gravimétrica da RMR. A Figura 22 apresenta o gráfico da composição gravimétrica dos RSU dos municípios da RMR e a tabela com os valores percentuais é apresentada no Apêndice C.

Os municípios de Cabo de Santo Agostinho, Recife, Paulista, Igarassu e Jaboatão dos Guararapes apresentam maiores índices de recicláveis em suas composições gravimétricas. Enquanto Ilha de Itamaracá e Olinda são os que apresentam um maior índice de matéria orgânica da RMR.

Entre os recicláveis que vão parar nos aterros, o destaque vai para o plástico mole, onde na maior parte do município é o material de maior representatividade.

Outro fator observado, foi a existência de resíduos perigosos como resíduos eletrônicos e resíduos de saúde, dispostos como resíduos sólidos urbanos, em grande parte dos municípios, quando na PNRS estes devem ser incluído no sistema de logística reversa, no caso dos eletrônicos, e submetidos a tratamento especial, se tratando de resíduos de saúde.

Figura 22 – Composição gravimétrica dos municípios da RMR, exceto Camaragibe, Goiana e São Lourenço da Mata



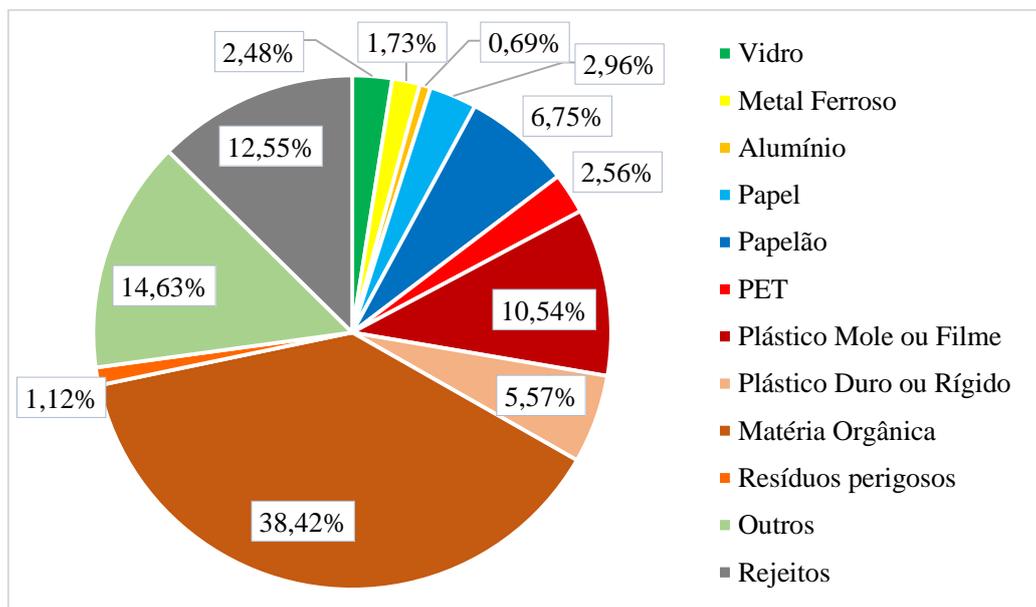
Fonte: Autora.

Dados do IPEA (2012), baseados em pesquisas do IBGE, mostram que o índice de matéria orgânica na composição gravimétrica dos RSU do Brasil é cerca de 51,4% do total. Esse índice vem caindo ao longo dos anos, e essa queda foi refletida também nos municípios da RMR.

Com o crescimento econômico dessa região, ocorreram mudanças na geração de resíduos, comprovado pelo estudo de gravimetria dos RSU, o resultado do estudo mostra o aumento da quantidade de material com o potencial reciclável que chega atualmente aos aterros sanitários, evidenciando um alto consumo de materiais industrializados e a falta de tecnologias de tratamento existente na RMR.

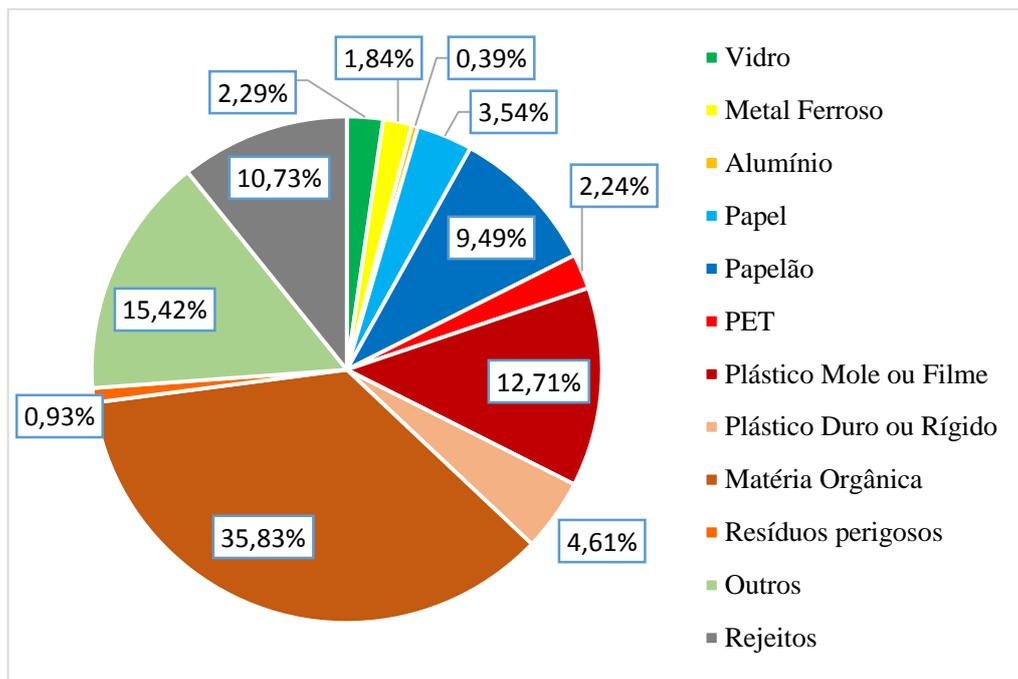
O resultado da composição gravimétrica da RMR foi demonstrado em médias simples e ponderada, como mostram as Figuras 23 e 24. No entanto entende-se que o valor da média ponderada é considerado mais coerente à medida que não se pode tratar com o mesmo peso um município como Recife que gera cerca de 1.400 t/dia de RSU e Araçoiaba que gera 13 t/dia.

Figura 23 – Composição gravimétrica da RMR – média simples



Fonte: Autora.

Figura 24 – Composição gravimétrica da RMR – média ponderada



Fonte: Autora.

Comparando os valores encontrados nesse estudo e os apresentados no Plano Metropolitano dos Resíduos Sólidos (PERNAMBUCO, 2011), o percentual de matéria orgânica sofreu uma redução de 54,2% para 38,4%, e os materiais com potencial reciclável um acréscimo de 24,8% para 33,28%, usando a média simples. Comparando com a média ponderada, a diferença é ainda maior, o índice de matéria orgânica fica em 35,8% e o de material com potencial reciclável chega a 37,1%. Isso se deve ao aumento do consumo de materiais com embalagens recicláveis pela população de classe baixa.

Considerando a média ponderada do estudo, os destaques foram o plástico filme com um índice de 12,71% e o papelão e o papel que quando somados chegam a 13,02%. Em contrapartida, materiais como alumínio, metal ferroso e vidro, apresentam um quantitativo pouco expressivo, 0,39%, 1,84% e 2,29%, respectivamente. Esse resultado podem ser atribuídos à interceptação prévia dos catadores de materiais recicláveis, em virtude do valor agregado a esses materiais para trâmites comerciais (venda e troca) da indústria recicladora.

As planilhas com os pesos dos resíduos por cada município obtidos durante o ensaio de composição gravimétrica são apresentadas no Apêndice C.

## 4.2 ISLU

O Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU) é uma forma de medir a adesão das cidades da Região Metropolitana do Recife aos preceitos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, avaliando os municípios de acordo com uma pontuação que varia de 0 (zero) a 1 (um): quanto mais próximo de 1, maior será a aderência do município à PNRS.

O cálculo do ISLU é feito através de quatro dimensões, são elas: engajamento, recuperação de recursos coletados, sustentabilidade financeira e impacto ambiental. Para isso foram realizados os procedimentos descritos no item 3.4.

### 4.2.1 Cálculo dos Indicadores das Dimensões do ISLU da RMR

#### 4.2.1.1 Porcentagem da população atendida pelos serviços de limpeza urbana

Nos municípios da RMR a porcentagem de população atendida pelos serviços de Limpeza Urbana é alta. Apenas 3 municípios não possuem totalidade na cobertura desses serviços, são Cabo de Santo Agostinho, Ilha de Itamaracá e Itapissuma, tendo todos acima de 90% da população atendida, como apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 – População atendida pelos serviços de limpeza urbana

<b>Município</b>	<b>População Atendida</b>
Abreu e Lima	100%
Araçoiaba	100%
Cabo de Santo Agostinho	98%
Camaragibe	100%
Goiana	100%
Igarassu	100%
Ilha de Itamaracá	92%
Ipojuca	100%
Itapissuma	93%
Jaboatão dos Guararapes	100%
Moreno	100%
Olinda	100%
Paulista	100%
Recife	100%
São Lourenço da Mata	100%

Fonte: SNIS (2015).

#### 4.2.1.2 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)

De acordo com dados do IBGE (2010), o IDHM da Região Metropolitana do Recife é 0,734, o que caracteriza uma região metropolitana de alto índice, com IDHM entre 0,700 e 0,799. Quando analisados individualmente, os municípios da RMR em sua maioria possuem IDHM médio, tendo apenas o município de Araçoiaba com situação de IDHM baixo, como mostra a Tabela 17.

Tabela 17 – IDHM dos municípios da RMR

<b>Município</b>	<b>IDHM</b>	<b>Situação</b>
Abreu e Lima	0,679	Médio
Araçoiaba	0,592	Baixo
Cabo de Santo Agostinho	0,686	Médio
Camaragibe	0,692	Médio
Goiana	0,651	Médio
Igarassu	0,665	Médio
Ilha de Itamaracá	0,653	Médio
Ipojuca	0,619	Médio
Itapissuma	0,633	Médio
Jaboatão dos Guararapes	0,717	Alto
Moreno	0,652	Médio
Olinda	0,735	Alto
Paulista	0,732	Alto
Recife	0,772	Alto
São Lourenço da Mata	0,653	Médio

Fonte: Autora a partir de IBGE (2010).

#### 4.2.1.3 Grau de autonomia financeira do município

Para o cálculo do grau de autonomia financeira dos municípios da RMR, foi necessário verificar a existência de arrecadação específica para os serviços de limpeza pública nesses municípios, tais como TRSD e ICMS Socioambiental, além do comprometimento do orçamento municipal com esse serviço.

O grau de autonomia financeira indica se a arrecadação específica de resíduos sólidos urbanos recebida pelos municípios é suficiente para arcar com a despesa dos serviços em relação ao orçamento total da prefeitura. De acordo com dados do TCE-PE, para os municípios da RMR, o resultado é apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 – Grau de autonomia financeira dos municípios da RMR

	(1)	(2)	(3)	(4)	$\frac{(1+2)-3}{4}$
Município	TRSD	ICMS Socioambiental Resíduos Sólidos	Despesa com Serviços de Limpeza Urbana	Despesa Total	Grau de Autonomia Financeira
	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
Abreu e Lima	261.906,26	984.621,91	12.139.805,66	135.456.790,94	-0,0804
Araçoiaba	0,00	189.871,99	1.672.045,86	38.579.782,61	-0,0384
Cabo de Santo Agostinho	5.109.149,73	1.931.269,41	40.710.270,05	539.488.496,03	-0,0624
Camaragibe	1.647.929,56	0,00	5.056.957,37	160.556.135,57	-0,0212
Goiana	135.160,22	591.315,64	5.860.305,55	132.856.738,76	-0,0386
Igarassu	0,00	1.063.283,16	9.270.432,14	178.795.496,18	-0,0459
Ilha de Itamaracá	41.008,06	227.846,39	2.962.845,72	36.346.743,84	-0,0741
Ipojuca	2.074.723,38	105.785,82	34.280.399,64	634.479.563,13	-0,0506
Itapissuma	0,00	246.833,59	920.128,58	71.787.313,96	-0,0094
Jaboatão dos Guararapes	11.913.685,80	7.144.611,85	58.934.384,17	1.081.983.129,52	-0,0369
Moreno	61.249,63	591.315,64	2.526.406,39	86.758.155,62	-0,0216
Olinda	4.547.419,73	4.925.821,99	22.783.948,64	465.245.312,66	-0,0286
Paulista	12.061,60	3.132.887,88	14.161.864,95	240.275.306,50	-0,0459
Recife	109.638.871,74	20.050.482,46	236.973.978,61	3.729.059.009,12	-0,0288
São Lourenço da Mata	0,00	0,00	9.343.947,40	151.246.913,96	-0,0618
RMR	135.443.165,70	41.185.947,74	457.597.720,73	7.682.914.888,40	-0,0366

Fonte: Autora.

É interessante ressaltar que os municípios que cobram a TRSD tendem a uma maior autonomia financeira, no entanto, no caso da RMR a despesa com os serviços de limpeza urbana também foi impactante no grau de autonomia financeira. Itapissuma, Moreno e Camaragibe, que estão entre os 5 municípios que menos gastam com Limpeza Urbana, aparecem com os maiores graus de autonomia financeira.

#### 4.2.1.4 Materiais recuperados sobre massa coletada

Através desse indicador, entende-se que nem todo material da coleta seletiva é aproveitado para reciclagem. Nessa pesquisa, as cooperativas e associações de catadores informaram a quantidade de resíduos que chegam para a triagem, no entanto, para o cálculo desse indicador, é necessário identificar a quantidade de resíduos que são realmente aproveitados e reciclados.

Baseando-se nos dados do SNIS (2015), calculou-se uma média nacional do aproveitamento dos materiais da coleta seletiva para reciclagem, que é de 63,52%, e adotou-se para a RMR, chegando à estimativa da quantidade dos materiais aproveitados na coleta seletiva nos 6 municípios onde existe esse tipo de coleta.

Com os valores dos materiais aproveitados na coleta seletiva estimados, calculou-se o índice de recuperação de materiais recicláveis através da quantidade de materiais aproveitados na coleta seletiva em relação à quantidade total de resíduos urbanos coletados no município. Os resultados são mostrados na Tabela 19.

Tabela 19 - Recuperação dos materiais recicláveis coletados

<b>Município</b>	<b>Materiais Aproveitados na Coleta Seletiva (t)</b>	<b>Total de RSU Coletados (t)</b>	<b>Recuperação de Materiais Recicláveis</b>
Abreu e Lima	243,93	42.963,71	0,006
Araçoiaba	0,00	4.813,77	0,000
Cabo de Santo Agostinho	0,00	61.312,94	0,000
Camaragibe	190,57	37.752,00	0,005
Goiana	0,00	30.012,57	0,000
Igarassu	0,00	37.103,61	0,000
Ilha de Itamaracá	53,36	11.797,94	0,005
Ipojuca	0,00	39.600,00	0,000
Itapissuma	106,72	8.770,97	0,012
Jaboatão dos Guararapes	762,27	162.970,48	0,005
Moreno	0,00	10.843,25	0,000
Olinda	518,35	116.504,08	0,004
Paulista	0,00	88.729,66	0,000
Recife	11.643,32	533.013,83	0,022
São Lourenço da Mata	0,00	51.112,10	0,000
<b>RMR</b>	<b>13.518,51</b>	<b>1.237.300,91</b>	<b>0,011</b>

Fonte: Autora.

#### 4.2.1.5 Disposição incorreta em relação à população atendida pelos serviços

O objetivo desse indicador é retratar o volume de resíduos que os municípios da RMR destinam incorretamente para lixões em relação à população total atendida pelo serviço de coleta.

Foram discriminados os volumes destinados as unidades de recebimento de cada município, e calculado o índice da disposição incorreta para os municípios que fazem disposição em lixões. Os resultados da disposição incorreta dos resíduos sobre a população atendida são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 – Disposição incorreta dos RSU sobre população atendida

Município	Coleta Convencional	Destinação Final	População Atendida Estimada	Destinação Incorreta sobre População Atendida
Abreu e Lima	42.579,71	Aterro Sanitário	98.990,00	0,000
Araçoiaba	4.813,77	Aterro Sanitário	20.046,00	0,000
Cabo de Santo Agostinho	61.312,94	Aterro Sanitário	202.636,00	0,000
Camaragibe	37.752,00	Lixão	155.228,00	0,243
Goiana	30.012,57	Aterro Sanitário	78.940,00	0,000
Igarassu	37.103,61	Aterro Sanitário	113.956,00	0,000
Ilha de Itamaracá	11.689,94	Aterro Sanitário	25.346,00	0,000
Ipojuca	39.600,00	Aterro Sanitário	92.965,00	0,000
Itapissuma	8.602,97	Aterro Sanitário	26.073,00	0,000
Jaboatão dos Guararapes	161.770,48	Aterro Sanitário	691.125,00	0,000
Moreno	10.843,25	Aterro Sanitário	61.577,00	0,000
Olinda	115.688,08	Aterro Sanitário	390.144,00	0,000
Paulista	88.729,66	Aterro Sanitário	325.590,00	0,000
Recife	514.684,45	Aterro Sanitário	1.625.583,00	0,000
São Lourenço da Mata	51.112,10	Lixão	111.197,00	0,460

Fonte: Autora.

Com a aplicação dessa fórmula, somente os municípios que fazem destinação incorreta terão pontuação negativa. Os municípios que fazem a destinação corretamente não sofrerão impactos positivos nem negativos.

#### 4.2.2 Cálculo das dimensões do ISLU da RMR

Através dos indicadores calculados anteriormente, foram calculadas as dimensões que servem de base para o cálculo do ISLU usando as equações (4), (5), (6) e (7), apresentadas no item 3.4.1.

Dimensão E: representa o engajamento do município e a maturidade da sociedade por meio de dois indicadores que, combinados, mensuram o grau de desenvolvimento econômico e social e a cobertura dos serviços de coleta.

Dimensão S: identifica o grau de autonomia financeira do município para arcar com os serviços de limpeza e manejo de resíduos sólidos.

Dimensão R: analisa o grau de adesão do município aos esforços institucionalizados pela PNRS quanto ao estímulo à reciclagem dos resíduos sólidos urbanos.

Dimensão I: verifica o passivo ambiental gerado por um município por meio do cálculo do volume de resíduos dispostos inadequadamente.

Os resultados das dimensões são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 – Dimensões para cálculo do ISLU

Município	Engajamento do município	Sustentabilidade Financeira	Recuperação de resíduos coletados	Impacto ambiental
	Dimensão E	Dimensão S	Dimensão R	Dimensão I
Abreu e Lima	0,773	0,444	0,006	1,000
Araçoiaba	0,711	0,735	0,000	1,000
Cabo de Santo Agostinho	0,772	0,569	0,000	1,000
Camaragibe	0,782	0,853	0,005	0,728
Goiana	0,753	0,733	0,000	1,000
Igarassu	0,763	0,683	0,000	1,000
Ilha de Itamaracá	0,731	0,488	0,005	1,000
Ipojuca	0,730	0,650	0,000	1,000
Itapissuma	0,720	0,935	0,012	1,000
Jaboatão dos Guararapes	0,800	0,745	0,005	1,000
Moreno	0,754	0,851	0,000	1,000
Olinda	0,812	0,802	0,004	1,000
Paulista	0,810	0,683	0,000	1,000
Recife	0,839	0,801	0,022	1,000
São Lourenço da Mata	0,754	0,573	0,000	0,486
Média RMR	0,767	0,703	0,004	0,948

Fonte: Autora.

As dimensões de sustentabilidade financeira e a de recuperação de resíduos destacam-se por apresentarem uma maior variedade nos resultados do que as dimensões de engajamento do município e impacto ambiental.

Na dimensão S, que trata da sustentabilidade financeira dos municípios, Itapissuma apresentou o melhor resultado, 0,935, e Abreu e Lima e Ilha de Itamaracá apresentaram os menores, 0,444 e 0,488, respectivamente. Essa dimensão mostrou o quanto os custos com os serviços de limpeza urbana impactam na sustentabilidade financeira do município, já que Itapissuma possui o menor custo com esses serviços na RMR, comprometendo apenas 1,28% das despesas totais do município, enquanto Abreu e Lima e Ilha de Itamaracá comprometem mais de 8% da despesa total do município para esse fim.

Na dimensão R, que trata da recuperação dos resíduos coletados, Recife e Itapissuma possuem os melhores resultados, pois são os municípios que tem maior porcentagem de coletas diferenciadas. No entanto, os resultados dessa dimensão mostram o quanto a RMR precisa melhorar nos serviços de coleta seletiva e tratamento dos resíduos.

As dimensões E e I, que representam engajamento do município e impacto ambiental, respectivamente, apresentaram menores variações de resultados. Na dimensão E, os municípios de Recife, Olinda, Paulista e Jaboatão dos Guararapes, tiveram resultados acima de 0,8 enquanto os demais ficaram na casa do 0,7, e na dimensão I, os únicos que apresentaram resultados diferentes de 1,0 foram Camaragibe e São Lourenço da Mata, por ainda depositarem seus resíduos em lixões, tendo São Lourenço da Mata um resultado pior por causa do seu alto valor de geração *per capita*.

Os resultados dos cálculos das dimensões tem influência direta no cálculo do ISLU de cada município.

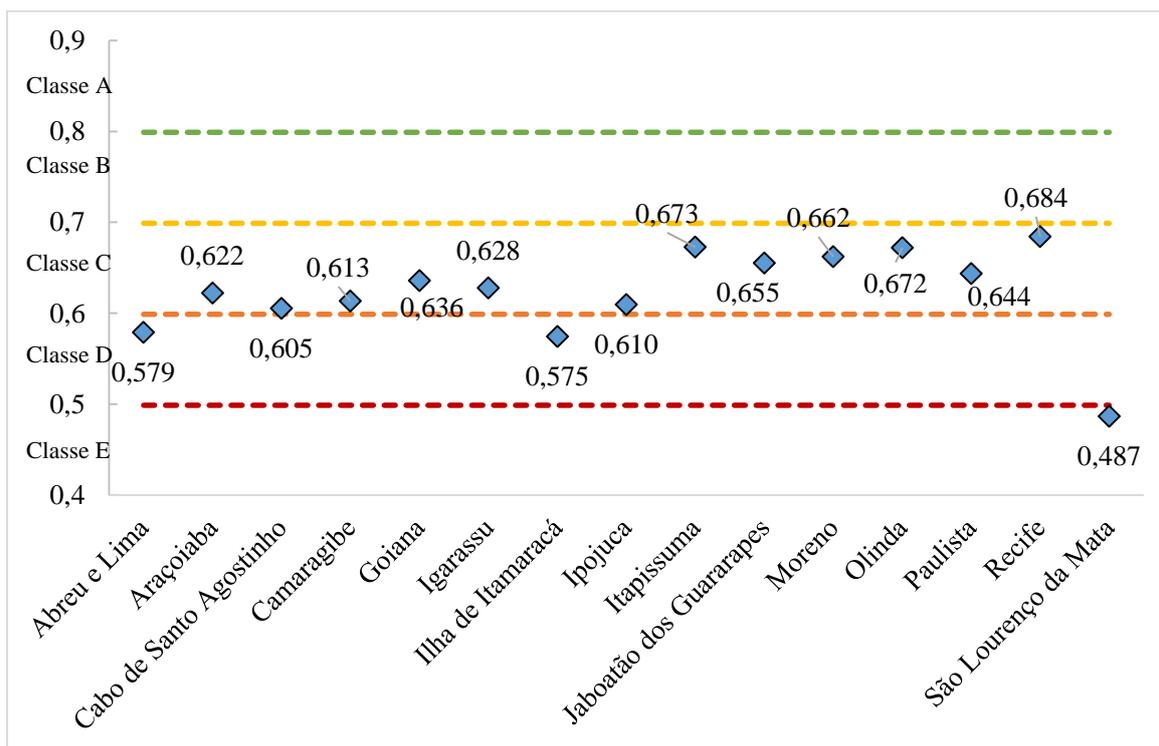
#### **4.2.3 Cálculo do Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana da RMR**

O Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana (ISLU) não tem como propósito avaliar o melhor ou o mais eficiente modelo de gestão dos serviços de limpeza urbana, seu objetivo principal é avaliar o cumprimento dos municípios à PNRS. No entanto, entre outras aplicações, o índice ajuda a verificar sobre o atendimento das metas estabelecidas pela ONU na área de resíduos sólidos, contribuindo para avaliar a sustentabilidade na gestão de limpeza urbana.

A análise do ISLU acontece por faixa de classificação, onde as pontuações são divididas em cinco classes, permitindo uma comparação qualitativa e objetiva entre municípios de diferentes classificações. As classes variam entre A a E, onde A enquadram os resultados iguais ou acima de 0,800, B entre 0,799 e 0,700, C entre 0,699 e 0,600, D entre 0,599 e 0,500, e na classe E os que ficam abaixo de 0,500.

O ISLU é calculado através da Equação Geral do ISLU (Equação VIII), apresentada no item 3.4.2, e os resultados do ISLU dos municípios da Região Metropolitana do Recife são apresentados no gráfico da Figura 25.

Figura 25 – Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana dos municípios da RMR



Fonte: Autora.

Os municípios da RMR em sua maioria possuem ISLU na classe C, obtendo uma média de 0,623. Baseando-se na situação do Nordeste que, de acordo com o estudo realizado pela SELUR (2017), possui uma média de 0,543, esse resultado pode ser considerado satisfatório. No entanto, visto que o objetivo do ISLU é avaliar a sustentabilidade na gestão de limpeza urbana, entende-se que ainda há muito a ser melhorado.

Organizando os resultados por melhores índices, Recife é considerado o município da RMR com gestão de limpeza urbana mais sustentável. O município obteve bons resultados em todas as dimensões analisadas, o que mostra que a capital pernambucana possui uma maior regularidade quanto aos seus indicadores de sustentabilidade. Suas dimensões de destaque foram as de engajamento do município e recuperação de materiais, onde nesta última seu valor foi praticamente o dobro de Itapissuma, município que ficou em segundo lugar.

Itapissuma se destacou quanto a dimensão de sustentabilidade financeira, obtendo valores bem acima da média dos demais municípios. Apesar do município não possuir arrecadação com Taxa de Coleta, Remoção e Disposição Final de Resíduos

Domiciliares, esse resultado pode ser atribuído ao baixo custo dos serviços de limpeza urbana, o menor da RMR.

A dimensão de sustentabilidade financeira também influenciou nos resultados dos municípios de Abreu e Lima e Ilha de Itamaracá, os dois ficaram na classe D, devido ao alto valor das suas despesas com os serviços de limpeza urbana.

Sobre a gestão menos sustentável, São Lourenço da Mata é o único município da RMR que se encontra na classe E. Entretanto, seu baixo índice é justificado por características como disposição inadequada dos seus RSU, carência de coleta seletiva e inexistência de arrecadação para os serviços de limpeza urbana.

Comparando os resultados obtidos com os resultados dos estudos anteriores realizados pela SELUR (2017), percebe-se que Cabo de Santo Agostinho e São Lourenço da Mata tem uma queda no índice com relação aos anos anteriores. O principal motivo para essa queda foi o resultado da dimensão S, onde mostra a influência dos custos com os serviços de limpeza urbana nos resultados do índice.

No geral, existe um avanço na gestão sustentável da limpeza urbana na maioria dos municípios da RMR, como pode ser observado no gráfico<sup>1</sup> da Figura 26. Os municípios de maior impacto no avanço foram Goiana, Ipojuca, Itapissuma e Olinda, que são municípios que até 2015 ainda depositavam parte dos seus resíduos sólidos urbanos em lixões e por esse motivo tiveram resultados baixos na dimensão I.

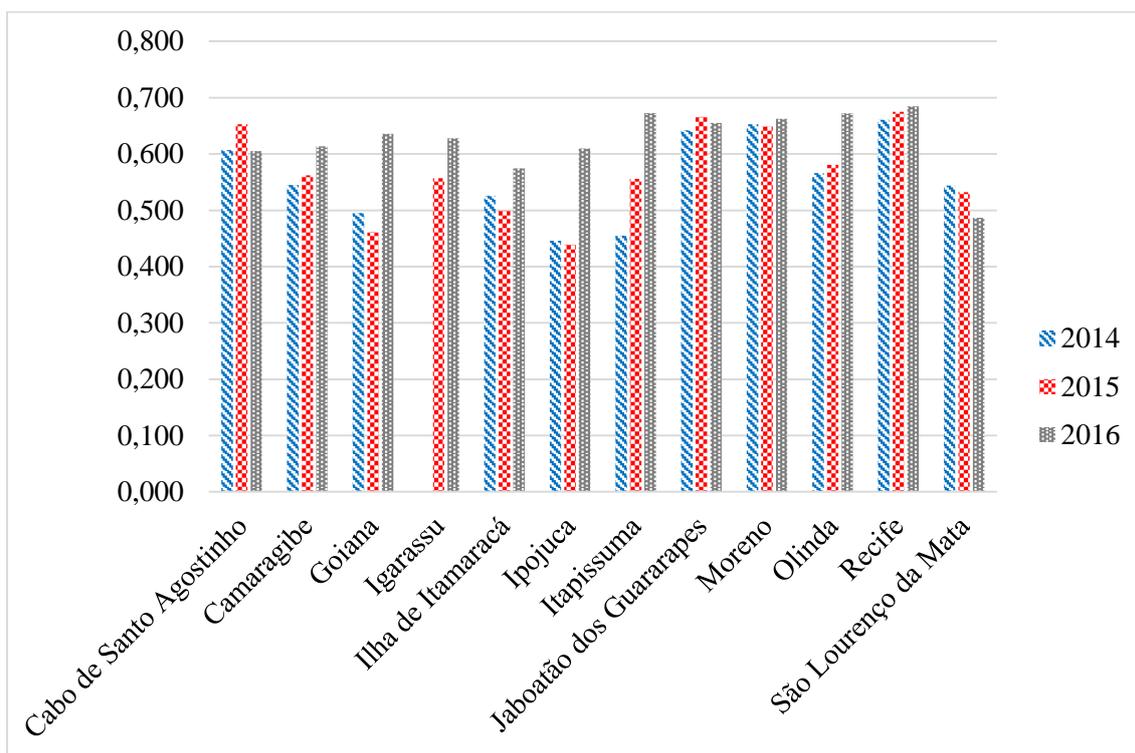
Recife, que é o município considerado mais sustentável da RMR de acordo com o ISLU, vem apresentando uma melhora constante a cada ano quando se trata da sustentabilidade na limpeza urbana.

É importante mencionar que a média do ISLU na RMR, 0,623, também é mais alta que a média alcançada pelo estado de Pernambuco, que, de acordo com os dados da SELUR (2017), é de 0,541. O estudo aponta ainda que a média nacional do ISLU é 0,639, com melhores resultados apresentados por municípios localizados no Sul e no Sudeste do Brasil.

---

<sup>1</sup> Os municípios da Abreu e Lima, Araçoiaba e Paulista não participaram do estudo da SELUR (2017) por não disponibilizarem seus dados ao SNIS.

Figura 26 - Comparação do ISLU para os municípios da RMR



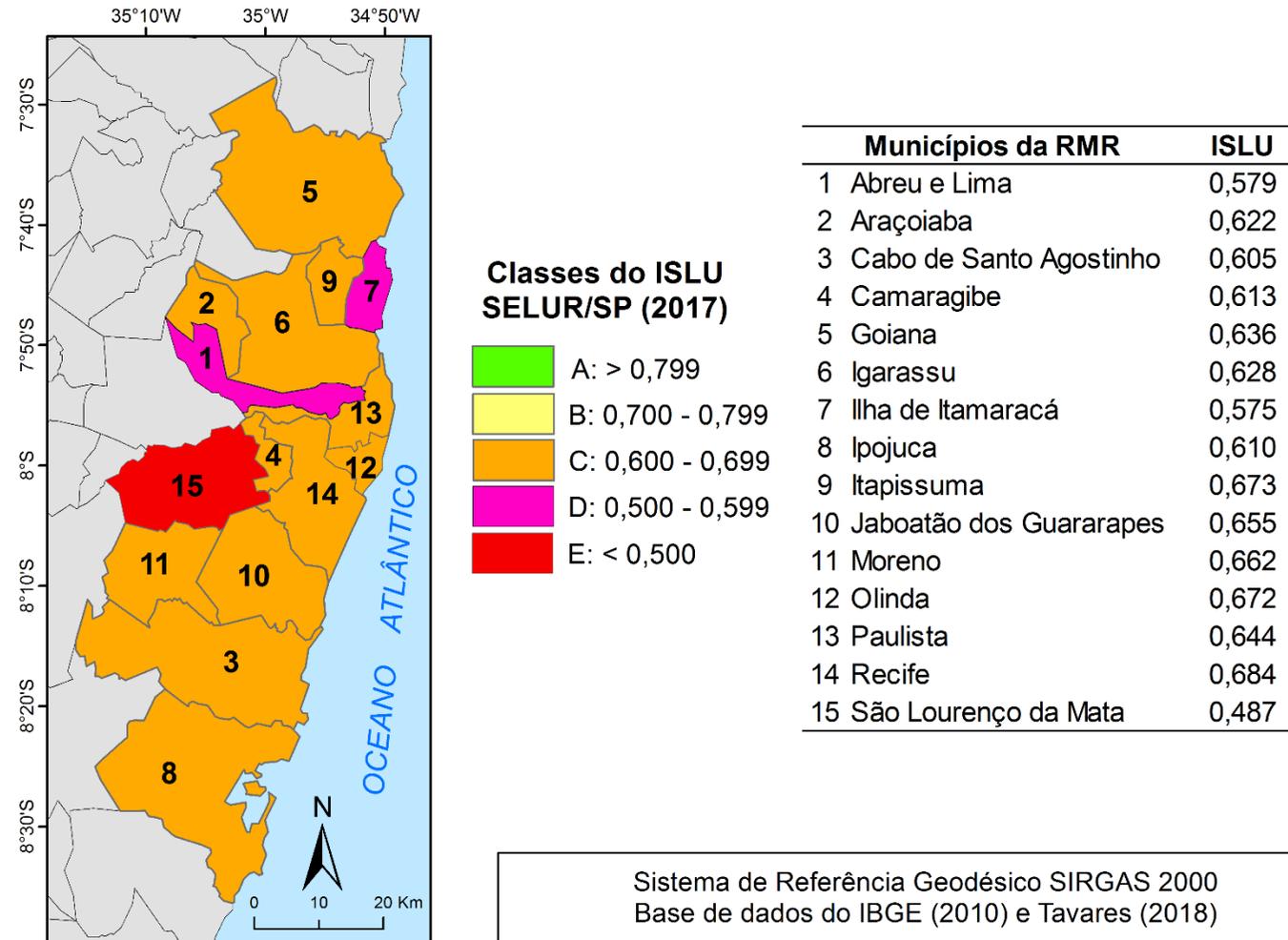
Fonte: Autora.

Para uma melhor visualização da atual situação dos municípios da RMR quanto a sustentabilidade na gestão de limpeza urbana e cumprimento da PNRS, criou-se mapas indicando a classe de cada município de acordo com os resultados do ISLU. A Figura 27 traz o mapa com os municípios da RMR e os resultados dessa pesquisa, e a Figura 28 mostra os resultados do estado de Pernambuco, onde, para os demais municípios, foram utilizados os valores do ISLU indicados pelo estudo<sup>2</sup> de SELUR (2017).

O ISLU é uma ferramenta que pode auxiliar o gestor público na gestão do seu sistema de limpeza urbana, avaliando as conexões entre o engajamento da sociedade, a reciclagem e a destinação correta dos resíduos, por meio de uma estrutura financeira sustentável. No entanto, por ser um índice novo, ainda precisa passar por melhorias, especialmente a respeito de inclusões de indicadores que podem ser mais significativos para avaliar a sustentabilidade do sistema de limpeza urbana, como geração de resíduos, políticas de tratamento, educação ambiental, entre outras.

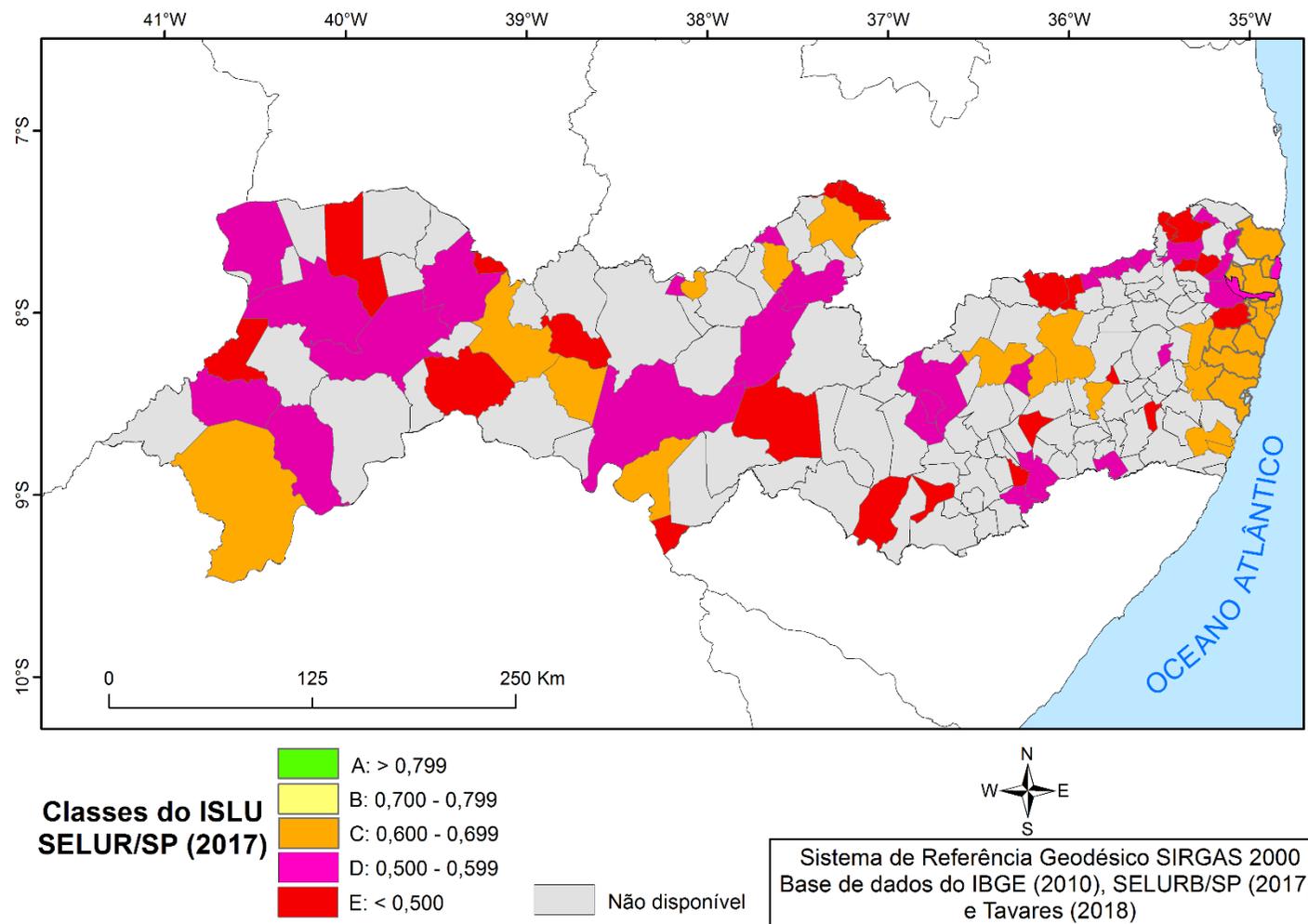
<sup>2</sup> O quadro com os resultados do estudo de SELUR (2017) para as cidades de Pernambuco estão apresentados no Anexo 01.

Figura 27 – Mapa de sustentabilidade na Gestão de Limpeza Urbana dos municípios da RMR baseada no ISLU



Fonte: Autora.

Figura 28 – Mapa de sustentabilidade na Gestão de Limpeza Urbana dos municípios de Pernambuco baseada no ISLU



Fonte: Autora a partir de SELUR (2017).

## 5 CONCLUSÕES

Como conclusões dessa pesquisa, constatou-se que a Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos na Região Metropolitana do Recife segue o modelo de terceirização, onde a prefeitura realiza o papel fiscalizador e empresas contratadas através de licitação realizam as operações.

Comparando a RMR com médias nacionais, esta possui valores melhores, tanto no número de trabalhadores para cada 1.000 habitantes, quanto na geração de resíduos *per capita*. Os municípios que possuem alta geração são aqueles que possuem a chamada população flutuante, que são pessoas que permanecem nas cidades por um período de curta duração, por motivos de turismo ou de negócios, gerando resíduos mas não contabilizando o total da população do município.

Quanto aos serviços de coleta, os municípios da RMR possuem uma boa cobertura da coleta convencional, onde é alto o percentual de população atendida, no entanto, quando se trata da coleta seletiva, ainda é preciso avançar. O percentual de coleta diferenciada é pequeno e, estimando uma média de aproveitamento de 63,5%, na RMR apenas 1,12% do total dos resíduos coletados são aproveitados para reciclagem.

Sobre a disposição final dos RSU, a RMR encontra-se satisfatória quando comparada à média brasileira, porém 7,31% dos resíduos ainda são dispostos inadequadamente em lixões, apesar da lei que definia até 2014 o prazo para encerramento de lixões.

Observou-se que a falta de tecnologias de tratamento é o principal problema da Gestão dos RSU nos municípios da RMR. Atualmente, o único tratamento existente é a reciclagem resultante da coleta seletiva. Mas como já foi mencionado anteriormente, a coleta seletiva abrange um percentual muito pequeno dos resíduos gerados, e grande parte dos resíduos que poderiam ser reciclados estão indo parar nos aterros, como mostrou a composição gravimétrica. Cerca de 37% dos resíduos que são aterrados tem potencial reciclável, indicando que os municípios estão perdendo benefícios ambientais e econômicos com essa situação.

Quanto ao Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana, o valor resultante da RMR, pode ser considerado satisfatório apesar de encontra-se na classe C. Baseado nos ISLU calculados pela SLUR, as médias do Nordeste e de Pernambuco se encontram na classe D.

Percebeu-se que dentre as dimensões analisadas para o cálculo do ISLU nos municípios da RMR, os indicadores de engajamento do município e sustentabilidade financeira tiveram destaques. Os municípios considerado mais sustentável em gestão de limpeza urbana baseados nos resultados do ISLU foi Recife, e o menos sustentável foi São Lourenço da Mata.

O ISLU tem um papel importante como auxílio ao gestor público na avaliação da sustentabilidade na gestão de limpeza urbana do seu município, contribuindo para satisfazer a necessidade de acompanhamento no cumprimento da PNRS. Por ser um índice novo, tem suas limitações e pode ser melhorado, mas já contribui bastante para estudos na área, onde muitas vezes há falta de parâmetros de referência, devido à escassez de informações oficiais dessa natureza, que, muito embora sejam de interesse público, carecem ainda de levantamento e divulgação eficaz pelos órgãos que as controlam.

Assim, apesar de caminhar a passos lentos, a PNRS vem sendo implementada na RMR, podendo notar um avanço quanto a gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos para esses municípios. Entretanto, vale lembrar que a gestão de resíduos é uma responsabilidade compartilhada, iniciando-se desde a prática de um consumo consciente até a disposição adequada dos resíduos. É preciso trabalhar em conjunto para que a pirâmide das prioridades na gestão dos resíduos sólidos seja alcançada.

## 5.1 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

As recomendações para pesquisas futuras serão estruturadas em tópicos.

- Estudar individualmente os municípios da RMR, fazendo uma análise da gestão dos resíduos sólidos urbanos, incluindo a participação da prefeitura, empresas e população;
- Realizar um estudo sobre o potencial para reciclagem dos resíduos sólidos urbanos da RMR e avaliar a perda dos benefícios ambientais e econômicos que esses municípios sofrem a partir dos materiais aterrados, baseando-se na diferença entre os custos econômicos e ambientais da produção primária e os da reciclagem;
- Propor novas tecnologias de tratamento para os resíduos sólidos urbanos da RMR;
- Propor novos indicadores para o cálculo do ISLU, como baixa geração de resíduos, números de empregos gerados no setor de limpeza urbana, programas de educação ambiental, existência de planos de resíduos sólidos, etc.

## REFERÊNCIAS

- ABREU E LIMA. **Lei nº 419, 29 de dezembro de 2000**. Dispõe sobre o Código Tributário do Município de Abreu e Lima. Abreu e Lima, 2000.
- ALBUQUERQUE, Maria do Socorro Cavalcanti. **Coleta seletiva e participação dos catadores organizados de materiais recicláveis: a experiência do Recife - PE**. Dissertação de Mestrado – Curso de Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental, Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife: 2017. 108 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2011**. São Paulo, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2012**. São Paulo, 2012.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2013**. São Paulo, 2013.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2014**. São Paulo, 2014.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2015**. São Paulo, 2015.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2016**. São Paulo, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10007: Amostragem de resíduos**. Rio de Janeiro, 2004b. 14 p.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15.849: 2010 - RSU – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento**. Rio de Janeiro, 2010.
- BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424 p.
- BESEN, Gina Rispah; FREITAS, Luciana; JACOBI, Pedro Roberto. **Política nacional de resíduos sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos**. São Paulo: IEE USP: OPNRS, 2017.
- BRAGA, Benedito *et al.*. **Introdução à engenharia ambiental – 2ª ed.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.
- \_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 14, de 8 de junho de 1973**. Estabelece as regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Curitiba, Belém e Fortaleza. Diário Oficial da União - Seção 1. Brasília, DF, 1973.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 87, de 13 de setembro de 1996.** Dispõe sobre o imposto dos Estados e do Distrito Federal sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, e dá outras providências. Lei Kandir. Brasília, DF, 1996.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

BRASÍLIA, Senado Federal. Secretaria de Comunicação Social. Rumo a 4 bilhões de toneladas por ano. **Em Discussão! : os principais debates do Senado Federal.** v. 22, p.26-32, set. 2014.

CABO DE SANTO AGOSTINHO. **Lei nº 1.993, 12 de dezembro de 2001.** Institui o Código Tributário do Município do Cabo de Santo Agostinho e dá outras providências. Cabo de Santo Agostinho, 2001.

CAMARAGIBE. **Lei nº 266, 16 de dezembro de 2005.** Institui o Código Tributário do Município do Camaragibe e dá outras providências. Camaragibe, 2005.

CARVALHO JUNIOR, Francisco Humberto de. **Estudos de indicadores de sustentabilidade e sua correlação com a geração de resíduos sólidos urbanos na cidade de Fortaleza-CE.** 2013. 209 p. Tese de Doutorado - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

CATALISA. **Rede de Cooperação para a Sustentabilidade.** 2003. Disponível em: <http://www.catalisa.org.br/content/view/30/59/> Acesso em: 14/02/2013.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). Radiografando a Coleta Seletiva. **CICLOSOFT 2015.** Disponível em: <http://cempre.org.br/ciclosft/id/2>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

CHAVES, Felipe. Palestra. Secretaria Estadual de Desenvolvimento Econômico. **Seminário Desafios Metropolitanos,** 3 de out. 2013.

CURY, Anay; SILVEIRA, Daniel. **PIB recua 3,6% em 2016, e Brasil tem pior recessão da história.** 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/pib-brasileiro-recua-36-em-2016-e-tem-pior-recessao-da-historia.ghtml>>. Acesso em: 27 set. 2017.

DIÁRIO DA REPÚBLICA PORTUGUESA. **Portaria nº 851/2009.** Norma portuguesa que estabeleci a padronização da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos. 1º Série, nº 152, 7 de agosto de 2009.

FRADE, Diego de Carvalho. **Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro: Finep, 2014.

FREITAS, Ruskin. Regiões Metropolitanas: uma abordagem conceitual. **Humanae,** v.1, n.3, p. 44-53, Dez. 2009.

FROEHLICH, Cristiane. Sustentabilidade: dimensões e métodos de mensuração de resultados. **Desenvolve: Revista de Gestão do Unilasalle**, Canoas, v. 3, n. 2, p.151-168, set. 2014.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A POPULAÇÃO (UNFPA). **Relatório sobre Situação da População Mundial 2007**. Disponível em: <[http://www.crianca.mppr.mp.br/arquivos/File/publi/unfpa/swp\\_2007.pdf](http://www.crianca.mppr.mp.br/arquivos/File/publi/unfpa/swp_2007.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2017.

GARSON, Sol; RIBEIRO, Luiz Cesar de Queiroz; RODRIGUES, Juciano Martins (Org.). **Regiões Metropolitanas do Brasil**. Observatório das Metrôpoles, 2010. Disponível em: <[http://www.observatoriodasmetrosoles.net/download/observatorio\\_RMs2010.pdf](http://www.observatoriodasmetrosoles.net/download/observatorio_RMs2010.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2017.

GOIANA. **Lei nº 1.973, 30 de novembro de 2005**. Institui o Código Tributário do Município de Goiana e dá outras providências. Goiana, 2005.

HAMMOND, A. *et al.* ENVIRONMENTAL INDICATORS: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development. Washington, DC: World Resources Institut, 1995. Disponível em: <[http://pdf.wri.org/environmentalindicators\\_bw.pdf](http://pdf.wri.org/environmentalindicators_bw.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2018.

HOORNWEG, Daniel; BHADA-TATA, Perinaz. **What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management**. Technical Report. 15. ed. Washington, Dc: World Bank, 2012. 116 p.

ILHA DE ITAMARACÁ. **Lei nº 972, 31 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre o Código Tributário do Município da Ilha de Itamaracá e dá outras providências. Ilha de Itamaracá, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**; coordenação técnica: Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro, RJ, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

\_\_\_\_\_. **Perfil dos municípios brasileiros: 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

\_\_\_\_\_. **Estimativas de População: 2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

\_\_\_\_\_. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. **Relatório de Pesquisa**. Rio de Janeiro, RJ, 2012.

\_\_\_\_\_. **Situação Social das Catadoras e dos Catadores de Material Reciclável e Reutilizável – Brasil.** Sandro Pereira Silva; Fernanda Lira Goes; Albino Rodrigues Alvarez. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

\_\_\_\_\_. **Governança Metropolitana no Brasil: Caracterização e Quadros de Análise Comparativa da Governança Metropolitana no Brasil: análise comparativa das funções públicas de interesse comum (Componente 2).** Região Metropolitana do Recife. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

\_\_\_\_\_. **A Nova Plataforma da Vulnerabilidade Social: primeiros resultados do índice de vulnerabilidade social para a série histórica da PNAD (2011-2015) e desagregações por sexo, cor e situação de domicílio.** Coordenação de Bárbara Oliveira Marguti. Atlas da Vulnerabilidade Social, 2017.

IPOJUCA. **Lei n.º 1.181, 30 de dezembro de 1998.** Institui o Código Tributário do Município do Ipojuca e dá outras providências. Ipojuca, 1998.

JABOATÃO DOS GUARARAPES. **Lei nº 14, 11 de agosto de 2005.** Introduz alterações em dispositivos da Lei nº 155, de 27 de dezembro de 1991, e dá outras providências. Jaboatão dos Guararapes, 2005.

JUCÁ, José Fernando Thomé *et al.*. **Diagnóstico de resíduos sólidos no estado de Pernambuco.** In: XXVIII CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, Cancun, 2002.

JUCÁ, José Fernando Thomé *et al.*. **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão.** 1. ed. Recife: CCS Gráfica Editora Ltda., 2013. 186p.

JUCÁ, José Fernando Thomé *et al.*. Estudo da geração e composição dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Recife. **Relatório técnico.** Abril, 2014.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; RITTER, Luciana Gregory; BORBA, Wilian Fernando. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 13, n. 5, p.3723-3736, 29 set. 2014.

KUMAR, Sunil. **Municipal Solid Waste Management in Developing Countries.** Crc Press, 2016. 174 p.

MARIANO, M.O.H.; MACIEL, F.J.; FUCALE, JUCÁ. F.T.J.; BRITO, A.R. **Estudo da composição dos RSU do projeto piloto para recuperação do biogás no Aterro da Muribeca/PE.** In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL, Recife, 2007.

MENEZES, Pedro da Cunha e et al. **O que é o ICMS Ecológico.** 2014. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28048-o-que-e-o-icms-ecologico/>>. Acesso em: 7 dez. 2017.

MORENO. **Lei nº 512-A, 26 de setembro de 2014.** Institui o Código Tributário do Município do Moreno e dá outras providências. Moreno, 2014.

NASTARI, Alfredo. Prefeitura de São Paulo. **AMLURB – Autoridade Municipal de Limpeza Urbana de São Paulo, cidade limpa**: gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana para 12 milhões de pessoas. Apresentação de José Alberto Serra e Ricardo Brandão Figueiredo. – São Paulo: CECOM – Centro de Estudos da Comunicação, 2016. 120 p.

NAUCLÉR, T.; ENKVIST, P.A. **Pathways to a low-carbon economy: version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve**. McKinsey & Company, New York: 2009.

NOVAES, Washington. **Agenda 21: Um Novo Modelo de Civilização**. Brasília: Secretaria de Políticas Para O Desenvolvimento Sustentável do Ministério do Meio Ambiente, 2007.

OLINDA. **Lei Complementar nº 040/2011**. Institui o Programa de Incentivo ao Desenvolvimento Econômico do Município de Olinda – PRODESO, altera dispositivos da Lei Complementar Municipal nº 03, de 30 de dezembro de 1997 - Código Tributário do Município de Olinda e dá outras providências. Olinda, 2011. PAULISTA. Lei nº 3.472, 30 de dezembro de 1997. Institui o Código Tributário do Município de Paulista e dá outras providências. Paulista, 1997.

PAWLOWSKI, Artur. **How many dimensions does sustainable development have?** Sustainable Development, São Francisco, v.16, n. 2, p. 81-90, 2008.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Regiões Metropolitanas**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/regioes-metropolitanas.htm>>. Acesso em: 04 set. 2017.

PEREIRA NETO, João Tinoco. **Gerenciamento do lixo urbano**: aspectos técnicos e operacionais. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 129 p.

PERNAMBUCO. **Lei nº 10.489, de 2 de outubro de 1990**. Dispõe sobre a distribuição, entre os municípios, da parcela do ICMS que lhes é destinada. Recife, 1990.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 19, de 9 de dezembro de 1997**. Introduce modificações na Organização Judiciária do Estado, oficializa as serventias do foro judicial nas comarcas de 1ª e 2ª Entrâncias, cria e extingue cargos e determina providências pertinentes. Recife, 1997.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 14.529, de 9 de dezembro de 2011**. Modifica a Lei nº 10.489, de 2 de outubro de 1990, relativamente a redefinições de critérios de distribuição de parte do ICMS que cabe aos Municípios. Recife, 2011.

\_\_\_\_\_. **Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos**. Secretaria das Cidades. Recife, 2011. 95 p.

\_\_\_\_\_. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos**. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Recife, 2012. 306 p.

\_\_\_\_\_. **Projeto de Lei Complementar nº 1739/2017**. Dispõe sobre a Região Metropolitana do Recife – RMR. Recife, 2017.

PHARINO, Chanathip. **Challenges for Sustainable Solid Waste Management: Lessons from Thailand**. Ed. Springer, 2017. 146 p.

RAMETSTEINER, E.; PULZL, H.; ALKAN-OLSSON, J.; FREDERIKSEN, P. (2011) Sustainability indicator development — Science or political negotiation? **Ecological Indicators**, v. 11, n. 1, p. 61-77.

RECIFE. **Lei nº 18.274, 25 de novembro de 2016**. Altera dispositivos da Lei nº 15.563, de 27 de dezembro de 1991. Recife, 2016.

REDDY, Jayarama. **Municipal Solid Waste Management: Processing, Energy Recovery, Global Examples**. Bs Publications, 2011. 470 p.

RIVAS, Katherine. **A sociedade de consumo e o descarte de resíduos**. 2013. Disponível em: <<http://envolverde.cartacapital.com.br/a-sociedade-de-consumo-e-o-descarte-de-residuos/>>. Acesso em: 06 dez. 2017.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de Transição para o Século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel e Fundação de Desenvolvimento Administrativo (Fundap), p.24-27, 1993.

SANTOS, Simone Machado. **Gerenciamento do Destino Final dos Resíduos Sólidos Municipais na Região Metropolitana do Recife: histórico e proposições**. Dissertação de Mestrado - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2007. 192 p.

SILVA, Jailson Gutemberg da; LIMA, Lavoisiene Rodrigues de. **ICMS Socioambiental: Uma Avaliação dos Repasses Voltados aos Critérios Ambientais dos Municípios do Estado de Pernambuco**. In: XVI ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 2014. São Paulo, 2014.

SILVA, Rodrigo Cândido Passos da. **Avaliação do modelo de gestão dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Recife/PE e estudos dos indicadores gerenciais nos setores de coleta por meio de técnicas multivariadas**. Dissertação de Mestrado - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2015. 118 p.

SILVA JÚNIOR, Luiz Honorato da; SOBRAL, Eryka Fernanda Miranda. **O ICMS Socioambiental de Pernambuco: Uma Avaliação dos Componentes Socioeconômicos da Política a Partir do Processo de Markov**. Planejamento e Políticas Públicas, Rio de Janeiro, v. 42, n. 0, p.2-6, jun. 2014.

SINDICATO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA NO ESTADO DE SÃO PAULO (SELUR). **Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana para os Municípios Brasileiros**. São Paulo, 2017.

SINDICATO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA NO ESTADO DE SÃO PAULO (SELUR); ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA (ABLP). **Gestão da Limpeza Urbana**: Um investimento para o futuro das cidades. São Paulo, 2010.

\_\_\_\_\_. **Três anos após a regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**: seus gargalos e superações. São Paulo, SP: 2014.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2015**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. 2016.

SOARES, Flávia Passos. **Diálogos para além da “Idade Produtiva”**. Reflexões a partir de uma pesquisa no estado do Rio de Janeiro. 2008. Tese de Doutorado - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 219 p. Rio de Janeiro, 2008.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO (TCE-PE). **Relatório de Destinação dos Resíduos Sólidos em Pernambuco**. Recife: TCE, 2015.

\_\_\_\_\_. **Sistema Tome Conta**. Disponível em:  
<<http://sistemas.tce.pe.gov.br/tomeconta/index.html>>. Acesso em: 20 out. 2017.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Relatório de Levantamento de Auditoria na Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2016. Disponível em:  
<<https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/levantamento-sobre-a-politica-nacional-de-residuos-solidos-1.htm>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision**.

VAN BELLEN, Hans Michel. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005. 253 p.

WORRELL, W. A.; VESILIND, P. A. **Solid Waste Engineering**. Stamford, EUA, 2012. 2 ed. 401 p.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO**

Nome do município

---

Nome do entrevistado

---

Órgão responsável pelos resíduos sólidos (lixo)

---

Cargo do entrevistado

---

Contato do entrevistado

(\_\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

**A) LIMPEZA URBANA NO MUNICÍPIO**

1. Existe serviços de limpeza de vias públicas (varrição e capina) no município?  
 Só varrição  
 Só capina  
 Existem os dois serviços  
 Não existem
  
2. Os serviços de limpeza pública são executados pela prefeitura ou empresa privada? (%)  
Prefeitura:  
Empresa terceirizada (qual empresa):
  
3. Qual a porcentagem de ruas (ou bairros) ocorre a ocorrência da limpeza pública?
  
4. Qual a frequência da ocorrência da limpeza de ruas?
  
5. Qual o número de empregados (funcionários e terceirizados) no serviço de limpeza das vias?
  
6. Onde são realizados os serviços de limpeza pública:

- Em todas as vias (pavimentadas e não pavimentadas)
- Nas vias pavimentadas
- Só nos passeios
- Em toda a via
- Praças públicas
- Prédios públicos
- Margens de rios
- Outros – quais?

## **B) RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DO MUNICÍPIO**

7. Existe coleta dos resíduos sólidos (lixo) no município?
  - Sim
  - Não
8. Os serviços de coleta de resíduos (lixo) são realizados pela própria prefeitura ou empresa privada? (%)  
Prefeitura:  
Empresa privada (qual empresa):
9. No caso de coleta convencional, qual a porcentagem da população atendida? (quantos bairros?)
10. Qual a frequência da coleta convencional?
11. Nos bairros onde não existe coleta convencional, existe coleta outro tipo de coleta?
  - Sim – Como é feita? \_\_\_\_\_
  - Não
12. Qual a frequência dessa coleta?
13. Existem caçambas estacionárias para coleta de resíduos em feiras, mercados, áreas de urbanização precárias?
  - Sim
  - Não
14. Qual a frequência dessa coleta?
15. Qual o número de empregados (funcionários e terceirizados) no serviço de coleta de resíduos domiciliares?
16. Qual o volume de RSU no último ano? (t/dia ou t/ano)

**C) COLETA SELETIVA**

17. Existe coleta seletiva no município?  
( ) Sim  
( ) Não (passe para o item E)
18. Quem realiza essa coleta seletiva?  
( ) Prefeitura  
( ) Empresa Terceirizada (qual?)  
( ) Catadores  
( ) Particulares  
( ) Outros – quem? \_\_\_\_\_
19. Como é feita essa coleta seletiva?
20. No caso de coleta porta a porta no município, qual a porcentagem da população atendida? (número de bairros)
21. No caso de pontos de coleta, quantos pontos existem? Onde estão localizados?
22. Existe associação de catadores?  
( ) Sim  
( ) Não
23. Quantos catadores estão associados?
24. Existe catadores autônomos?  
( ) Sim  
( ) Não
25. Quantos catadores autônomos?
26. Existem outras unidades de triagem que não sejam as cooperativas? Quantas?
27. Qual o número de empregados (funcionários e terceirizados) no serviço de coleta seletiva?
28. Para onde são direcionados os resíduos da coleta seletiva?
29. Qual o volume de resíduos coletados na coleta seletiva no último ano?
30. Existem campanhas de educação ambiental e conscientização sobre coleta seletiva? Quais?

**D) TRATAMENTOS E DISPOSIÇÃO FINAL**

31. Existem unidades de tratamento para os resíduos coletados no município?  
( ) Sim  
( ) Não
32. Qual a disposição final dos resíduos do município?  
( ) Aterro sanitário  
( ) Aterro controlado  
( ) Lixão
33. Qual a distância do município à disposição final (lixão/aterro) (km)?
34. Qual o número de viagens dos caminhões por mês?
35. Custo por tonelada de resíduo depositada no aterro?

**E) COBRANÇAS E CUSTOS**

36. Existem alguma taxa pelos serviços de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos (lixo)?  
( ) Não existe cobrança  
( ) Taxa de Limpeza Pública (TLP)  
( ) Junto com IPTU  
( ) Boleto bancário  
( ) Tarifa específica  
( ) Outra – qual?
37. Qual o custo com os serviços de resíduos sólidos do município?  
Coleta convencional / Coleta Seletiva / Limpeza Pública

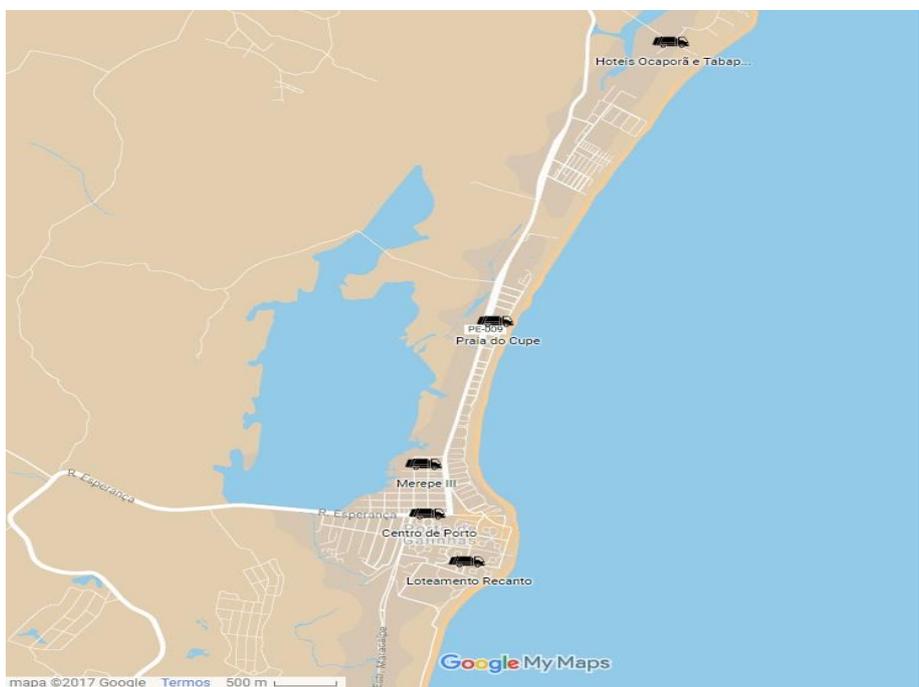


Figura B-3 – Mapa da rota de Itapissuma



Fonte: Autora.

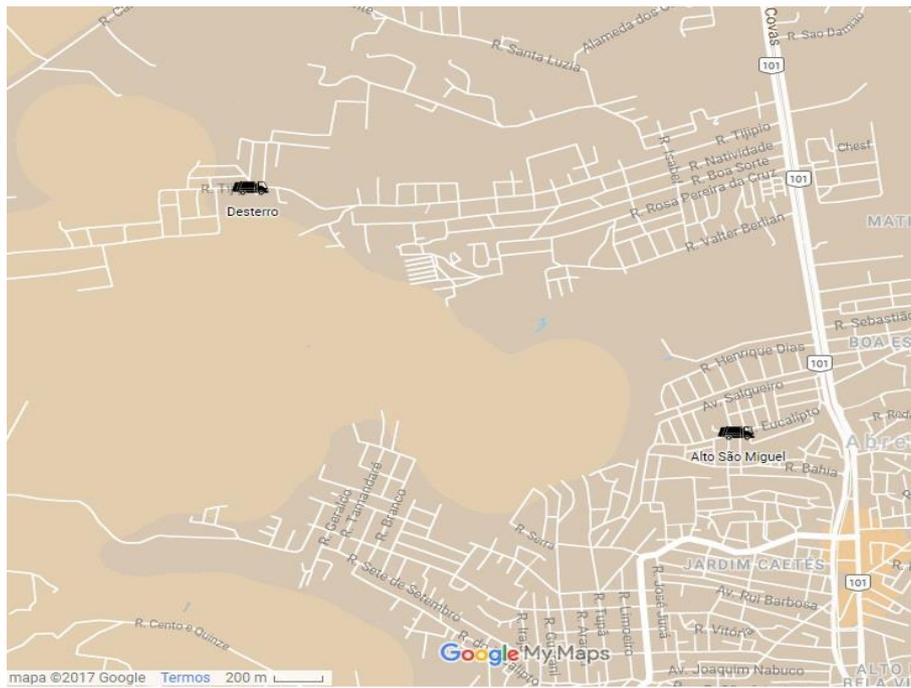
Figura B-4 – Mapa da rota de Ipojuca 01



Fonte: Autora.

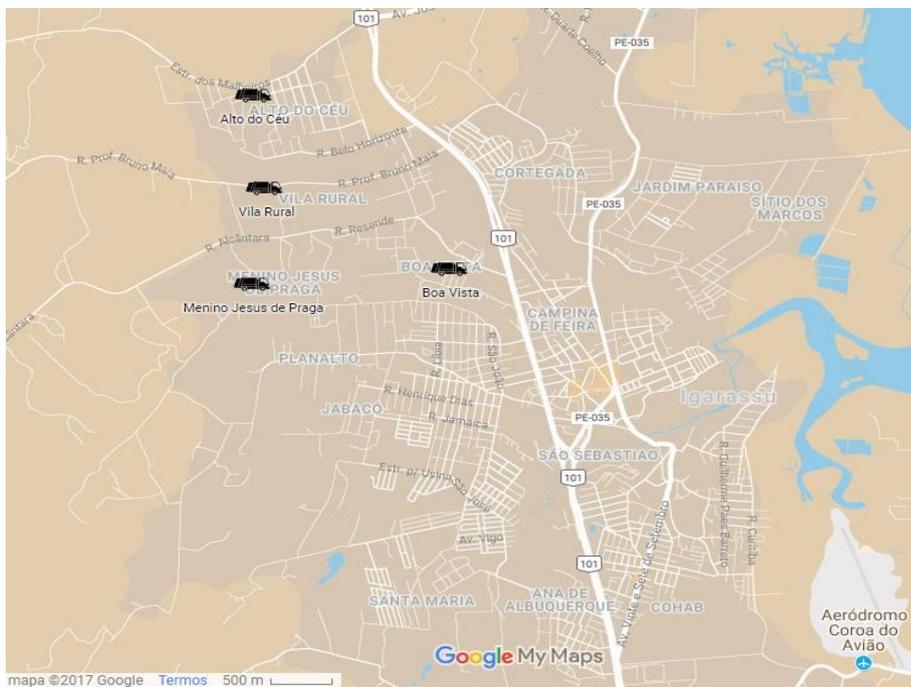


Figura B-7 – Mapa da rota de Abreu e Lima 02



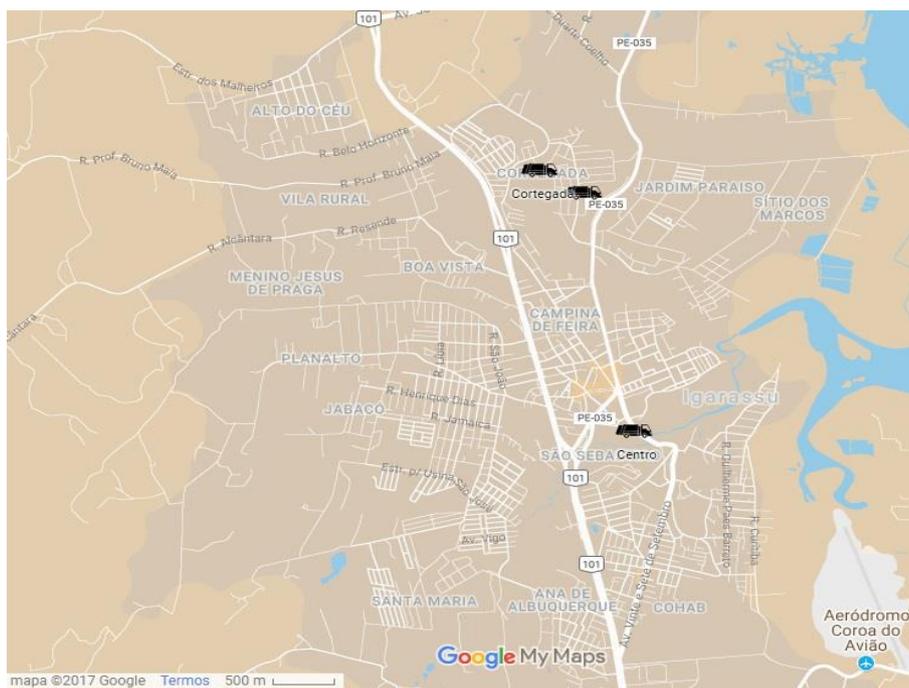
Fonte: Autora.

Figura B-8 – Mapa da rota de Igarassu 01



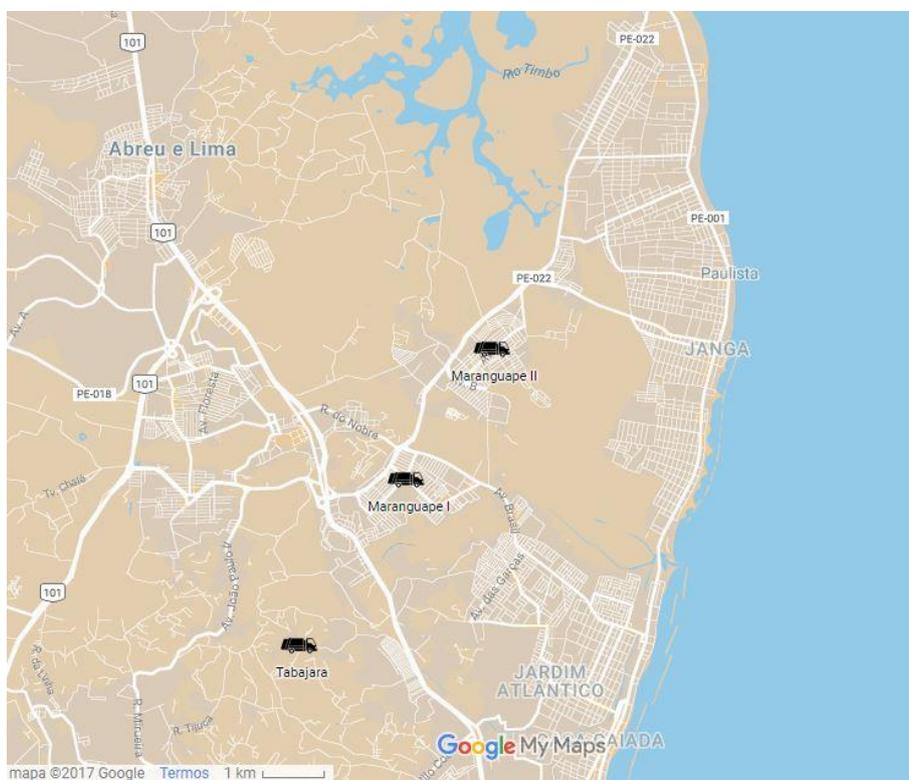
Fonte: Autora.

Figura B-9 – Mapa da rota de Igarassu 02



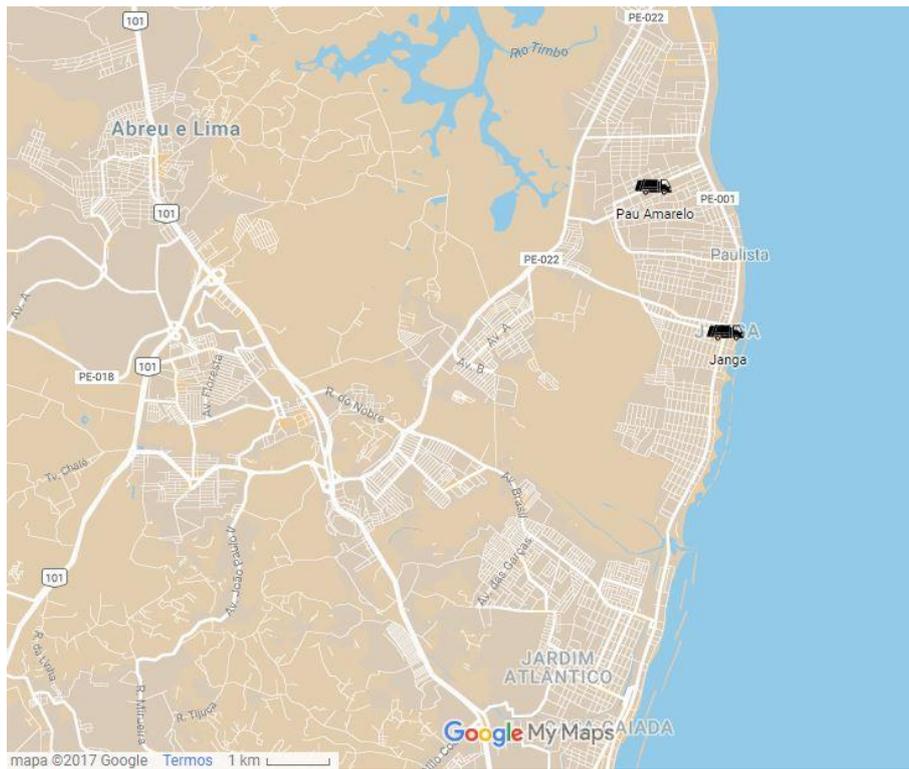
Fonte: Autora.

Figura B-10 – Mapa da rota de Paulista 01



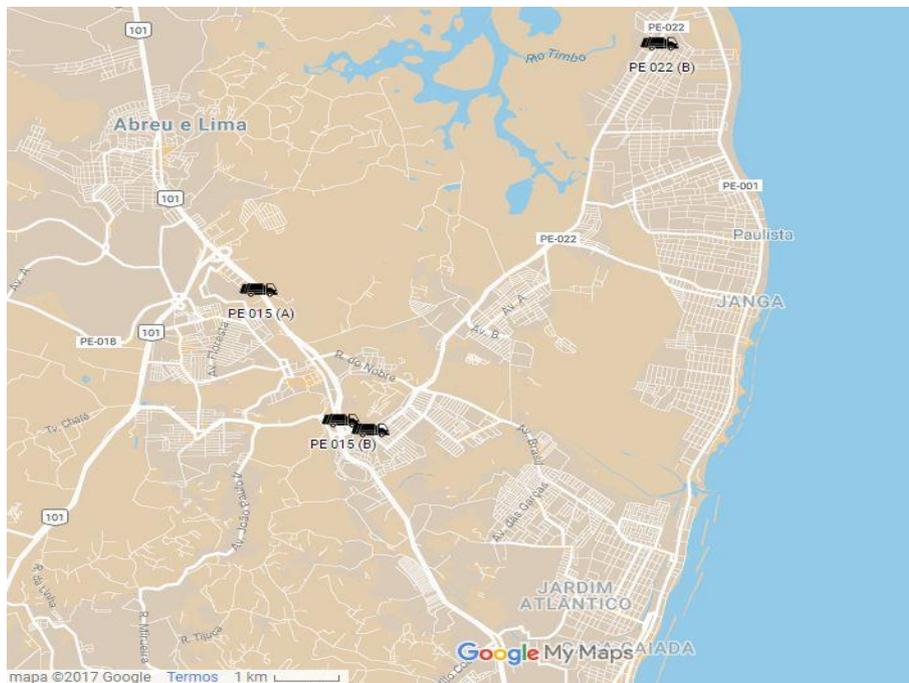
Fonte: Autora.

Figura B-11 – Mapa da rota de Paulista 02



Fonte: Autora.

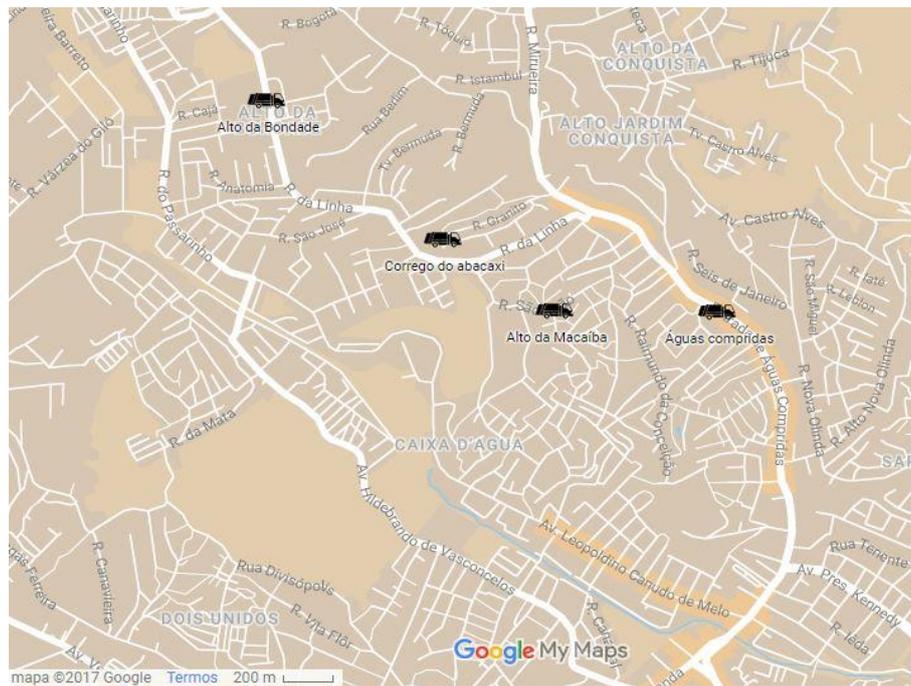
Figura B-12 – Mapa da rota de Paulista 03



Fonte: Autora.



Figura B-15 – Mapa da rota de Olinda 03



Fonte: Autora.

## APÊNDICE C – COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS MUNICÍPIOS DA RMR

Tabela C.1 – Composição Gravimétrica dos RSU dos municípios da RMR, exceção Camaragibe, Goiana e São Lourenço da Mata

	Abreu e Lima	Araçoiaba	Cabo de Santo Agostinho	Igarassu	Ilha de Itamaracá	Ipojuca	Itapissuma	Jaboatão dos Guararapes	Moreno	Olinda	Paulista	Recife
<b>Vidro</b>	2,22%	2,71%	0,70%	1,47%	2,34%	6,10%	1,88%	2,10%	2,30%	3,13%	2,94%	2,00%
<b>Metal Ferroso</b>	2,15%	2,27%	3,30%	1,59%	1,20%	1,46%	1,39%	1,30%	1,10%	1,89%	1,11%	2,00%
<b>Alumínio</b>	0,96%	0,67%	0,30%	1,25%	0,62%	1,49%	0,56%	0,40%	0,40%	0,92%	0,80%	0,00%
<b>Papel</b>	1,90%	1,66%	7,05%	4,24%	2,51%	1,55%	1,48%	3,00%	1,30%	3,90%	3,36%	3,60%
<b>Papelão</b>	4,43%	3,32%	14,09%	6,58%	6,83%	1,14%	5,54%	5,62%	4,40%	6,72%	10,27%	12,20%
<b>PET</b>	5,25%	2,03%	1,50%	3,75%	2,06%	3,61%	2,59%	1,00%	0,80%	3,18%	3,22%	1,90%
<b>Plástico Mole ou Filme</b>	12,48%	10,20%		11,04%	3,74%	10,23%	5,19%	14,69%	13,94%	5,83%	10,11%	14,50%
<b>Plástico Duro ou Rígido</b>	5,59%	6,25%	14,70%	7,57%	3,02%	10,51%	4,40%	2,90%	3,40%	5,72%	7,76%	4,20%
<b>Matéria Orgânica</b>	36,21%	43,30%	19,46%	36,94%	50,69%	43,29%	43,75%	28,99%	38,84%	48,69%	34,96%	35,90%
<b>Resíduos perigosos</b>	2,07%	0,00%	0,30%	1,76%	2,01%	0,80%	1,00%	0,40%	1,53%	1,39%	1,42%	0,80%
<b>Outros</b>	18,32%	14,83%	11,20%	15,73%	10,76%	11,35%	20,55%	13,50%	14,50%	13,71%	16,65%	16,80%
<b>Rejeitos</b>	8,43%	12,75%	27,40%	8,08%	14,22%	8,48%	11,66%	26,10%	17,49%	4,91%	7,41%	6,10%

Fonte: Autora.

Tabela C.2 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Araçoiaba

<b>Município:</b>	<b>Araçoiaba</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Loteamento Idelbrando, Centro, Nova Araçoiaba, Área de Cal</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>KWS 2569</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	3,35	2,71%
Metal Ferroso	2,81	2,27%
Alumínio	0,83	0,67%
Papel	2,05	1,66%
Papelão	4,11	3,32%
PET	2,51	2,03%
Plástico Fino ou Mole	12,62	10,20%
Plástico Duro	7,74	6,25%
Compósitos	1,45	1,17%
Orgânicos	52,66	42,57%
Madeira	0,90	0,73%
Resíduos perigosos	0,00	0,00%
Têxteis	5,44	4,39%
Sanitários	11,46	9,26%
Rejeitos	15,77	12,75%
<b>TOTAL</b>	<b>123,70</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.3 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Ilha de Itamaracá

<b>Município:</b>	<b>Ilha de Itamaracá</b>	
<b>Rota:</b>	<b>jaguaribe, mercado/centro, pilar</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>KII 5027</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	2,51	2,34%
Metal Ferroso	1,29	1,20%
Alumínio	0,66	0,62%
Papel	2,69	2,51%
Papelão	7,32	6,83%
PET	2,21	2,06%
Plástico Fino ou Mole	4,00	3,74%
Plástico Duro	3,24	3,02%
Compósitos	0,77	0,72%
Orgânicos	48,30	45,05%
Madeira	6,04	5,63%
Resíduos perigosos	2,16	2,01%
Têxteis	4,61	4,30%
Sanitários	6,16	5,75%
Rejeitos	15,24	14,22%
<b>TOTAL</b>	<b>107,20</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.4 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Itapissuma

<b>Município:</b>	<b>Itapissuma</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Ferro velho, Loteamento Cidade Criança, Cajueiro e Sede do Dominó</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>KIO 4912</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	2,26	1,88%
Metal Ferroso	1,68	1,39%
Alumínio	0,68	0,56%
Papel	1,78	1,48%
Papelão	6,67	5,54%
PET	3,12	2,59%
Plástico Fino ou Mole	6,24	5,19%
Plástico Duro	5,29	4,40%
Compósitos	0,94	0,78%
Orgânicos	51,34	42,68%
Madeira	1,30	1,08%
Resíduos perigosos	1,20	1,00%
Têxteis	11,54	9,60%
Sanitários	12,24	10,17%
Rejeitos	14,03	11,66%
<b>TOTAL</b>	<b>120,30</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.5 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Ipojuca 01

<b>Município:</b>	<b>Ipojuca</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Centro de Porto de Galinhas, 24 praças, 05 coletores especiais, Loteamento Recanto, Loteamento Merepe III, Hotel Pontal de Ocaporã, Pousada Tabapitanga, Cupe.</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>OYZ 7197</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	11,96	11,40%
Metal Ferroso	1,56	1,49%
Alumínio	1,38	1,31%
Papel	1,17	1,12%
Papelão	0,57	0,55%
PET	1,92	1,83%
Plástico Fino ou Mole	11,60	11,05%
Plástico Duro	8,02	7,64%
Compósitos	3,04	2,90%
Orgânicos	45,40	43,26%
Madeira	4,82	4,59%
Resíduos perigosos	1,67	1,59%
Têxteis	1,61	1,54%
Sanitários	2,86	2,73%
Rejeitos	7,35	7,00%
<b>TOTAL</b>	<b>104,93</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.6 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Ipojuca 02

<b>Município:</b>	<b>Ipojuca</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Centro de Ipojuca, Feira de Ipojuca, Rua Três, Laçadores, Beira da Pista, Frente ao Hospital, Frente ao Cemitério, Bairro do Convento, Bairro do Estádio de Futebol.</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>PDR 9711</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	0,91	0,80%
Metal Ferroso	1,61	1,42%
Alumínio	1,89	1,67%
Papel	2,24	1,98%
Papelão	1,96	1,73%
PET	6,09	5,38%
Plástico Fino ou Mole	10,64	9,41%
Plástico Duro	15,12	13,37%
Compósitos	1,09	0,96%
Orgânicos	42,81	37,85%
Madeira	0,98	0,87%
Resíduos perigosos	0,00	0,00%
Têxteis	4,03	3,56%
Sanitários	12,46	11,02%
Rejeitos	11,27	9,96%
<b>TOTAL</b>	<b>113,10</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.7 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Abreu e Lima 01

<b>Município:</b>	<b>Abreu e Lima</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Centro / Setor Industrial / Fosfato</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>KLS 0053</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	2,93	2,71%
Metal Ferroso	3,30	3,06%
Alumínio	1,04	0,96%
Papel	1,52	1,41%
Papelão	3,84	3,55%
PET	6,28	5,82%
Plástico Fino ou Mole	13,35	12,37%
Plástico Duro	8,70	8,06%
Compósitos	1,68	1,56%
Orgânicos	33,45	30,98%
Madeira	3,19	2,96%
Resíduos perigosos	1,55	1,43%
Têxteis	3,76	3,48%
Sanitários	15,44	14,30%
Rejeitos	7,95	7,36%
<b>TOTAL</b>	<b>107,97</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.8 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Abreu e Lima 02

<b>Município:</b>	<b>Abreu e Lima</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Desterro e Alto do São Miguel</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>KII 5027</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	1,89	1,74%
Metal Ferroso	1,34	1,23%
Alumínio	1,04	0,96%
Papel	2,60	2,40%
Papelão	5,76	5,31%
PET	5,07	4,68%
Plástico Fino ou Mole	13,65	12,59%
Plástico Duro	3,38	3,12%
Compósitos	0,79	0,73%
Orgânicos	38,48	35,49%
Madeira	3,24	2,99%
Resíduos perigosos	2,94	2,71%
Têxteis	7,39	6,82%
Sanitários	10,57	9,75%
Rejeitos	10,29	9,49%
<b>TOTAL</b>	<b>108,43</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.9 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Igarassu 01

<b>Município:</b>	<b>Igarassu</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Alto do Céu, Vila Rural, Boa Vista, Menino Jesus de Praga</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>KLY 7363</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	1,55	1,21%
Metal Ferroso	2,94	2,29%
Alumínio	2,20	1,71%
Papel	1,90	1,48%
Papelão	6,90	5,38%
PET	4,16	3,24%
Plástico Fino ou Mole	15,64	12,18%
Plástico Duro	10,45	8,14%
Compósitos	2,41	1,88%
Orgânicos	51,36	40,02%
Madeira	0,64	0,50%
Resíduos perigosos	1,44	1,12%
Têxteis	7,57	5,90%
Sanitários	6,76	5,26%
Rejeitos	12,44	9,69%
<b>TOTAL</b>	<b>128,35</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.10 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Igarassu 02

<b>Município:</b>	<b>Igarassu</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Tabatinga, Cortegada, Centro de Igarassu</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>PGE 5783</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	1,99	1,73%
Metal Ferroso	1,03	0,89%
Alumínio	0,91	0,79%
Papel	8,07	7,00%
Papelão	8,96	7,77%
PET	4,91	4,26%
Plástico Fino ou Mole	11,40	9,89%
Plástico Duro	8,06	6,99%
Compósitos	1,84	1,59%
Orgânicos	38,47	33,38%
Madeira	0,00	0,00%
Resíduos perigosos	2,77	2,41%
Têxteis	0,00	0,00%
Sanitários	19,39	16,83%
Rejeitos	7,45	6,46%
<b>TOTAL</b>	<b>115,25</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.11 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Paulista 01

<b>Município:</b>	<b>Paulista</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Pau Amarelo e Janga</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>OYY 0005</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	4,82	3,78%
Metal Ferroso	1,37	1,07%
Alumínio	1,50	1,17%
Papel	3,64	2,85%
Papelão	13,47	10,55%
PET	3,33	2,61%
Plástico Fino ou Mole	10,21	7,99%
Plástico Duro	12,42	9,72%
Compósitos	2,87	2,25%
Orgânicos	44,98	35,23%
Madeira	0,82	0,64%
Resíduos perigosos	1,61	1,26%
Têxteis	3,48	2,73%
Sanitários	14,78	11,58%
Rejeitos	8,41	6,59%
<b>TOTAL</b>	<b>127,68</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.12 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Paulista 02

<b>Município:</b>	<b>Paulista</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Maranguape II, Maranguape I, Tabajara</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>OYY 0085</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	4,52	3,28%
Metal Ferroso	2,00	1,45%
Alumínio	0,73	0,53%
Papel	4,34	3,15%
Papelão	8,40	6,09%
PET	5,72	4,15%
Plástico Fino ou Mole	15,22	11,04%
Plástico Duro	9,35	6,78%
Compósitos	2,71	1,97%
Orgânicos	41,82	30,32%
Madeira	6,66	4,83%
Resíduos perigosos	1,80	1,31%
Têxteis	6,47	4,69%
Sanitários	14,33	10,39%
Rejeitos	13,84	10,04%
<b>TOTAL</b>	<b>137,91</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.13 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Paulista 03

<b>Município:</b>	<b>Paulista</b>	
<b>Rota:</b>	<b>PE 015 e PE 022</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>PFN 0434</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	2,30	1,77%
Metal Ferroso	1,04	0,80%
Alumínio	0,91	0,70%
Papel	5,28	4,07%
Papelão	18,37	14,16%
PET	3,76	2,90%
Plástico Fino ou Mole	14,66	11,31%
Plástico Duro	8,78	6,77%
Compósitos	3,67	2,83%
Orgânicos	40,09	30,91%
Madeira	3,83	2,95%
Resíduos perigosos	2,21	1,70%
Têxteis	7,56	5,83%
Sanitários	10,00	7,71%
Rejeitos	7,26	5,60%
<b>TOTAL</b>	<b>129,70</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.14 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Olinda 01

<b>Município:</b>	<b>Olinda</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Sítio Histórico</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>PFA 5501</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	5,84	4,67%
Metal Ferroso	1,95	1,56%
Alumínio	1,53	1,23%
Papel	9,17	7,33%
Papelão	11,00	8,79%
PET	5,47	4,37%
Plástico Fino ou Mole	5,64	4,51%
Plástico Duro	7,02	5,61%
Compósitos	1,99	1,59%
Orgânicos	51,00	40,77%
Madeira	1,62	1,29%
Resíduos perigosos	1,30	1,04%
Têxteis	0,85	0,68%
Sanitários	17,12	13,69%
Rejeitos	3,60	2,88%
<b>TOTAL</b>	<b>125,10</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.15 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Olinda 02

<b>Município:</b>	<b>Olinda</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Jardim Atlântico</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>PFF 9706</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	2,62	2,07%
Metal Ferroso	1,48	1,17%
Alumínio	1,12	0,88%
Papel	3,50	2,77%
Papelão	9,67	7,65%
PET	3,35	2,65%
Plástico Fino ou Mole	9,88	7,81%
Plástico Duro	7,31	5,78%
Compósitos	1,29	1,02%
Orgânicos	67,66	53,53%
Madeira	0,00	0,00%
Resíduos perigosos	1,44	1,14%
Têxteis	0,78	0,62%
Sanitários	12,34	9,76%
Rejeitos	3,97	3,14%
<b>TOTAL</b>	<b>126,40</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

Tabela C.16 – Composição Gravimétrica dos RSU da rota de Olinda 03

<b>Município:</b>	<b>Olinda</b>	
<b>Rota:</b>	<b>Águas Compridas, Córrego do Abacaxi, Alto da Macaíba, Alto da Bondade (conferir)</b>	
<b>Placa do carro:</b>	<b>KFP 8856</b>	
<b>Resíduos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>%</b>
Vidro	3,60	2,67%
Metal Ferroso	3,97	2,94%
Alumínio	0,90	0,66%
Papel	2,15	1,59%
Papelão	5,02	3,72%
PET	3,41	2,52%
Plástico Fino ou Mole	6,97	5,17%
Plástico Duro	7,76	5,75%
Compósitos	1,93	1,43%
Orgânicos	66,02	48,94%
Madeira	2,09	1,55%
Resíduos perigosos	2,68	1,98%
Têxteis	3,40	2,52%
Sanitários	13,26	9,83%
Rejeitos	11,77	8,72%
<b>TOTAL</b>	<b>134,90</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autora.

## ANEXO – ISLU DOS MUNICÍPIOS DE PERNAMBUCO

Quadro 1.1 – Resultados do ISLU para os municípios de Pernambuco (Continua)

## Pernambuco

Município	UF	Dimensão E 2017	Dimensão S 2017	Dimensão R 2017	Dimensão I 2017	ISLU 2017	Classe 2017	ISLU 2016	Diferença
Afogados da Ingazeira	PE	0,693	0,9	0,035	0,73	0,601	C	0	●
Águas Belas	PE	0,616	0,903	0	0	0,407	E	0,412	▼
Alagoinha	PE	0,589	0,955	0	0,586	0,54	D	0	●
Angelim	PE	0,608	0,678	0	0,408	0,444	E	0	●
Araripina	PE	0,603	0,797	0	0,759	0,547	D	0,553	▼
Belo Jardim	PE	0,697	0,775	0	1	0,627	C	0	●
Bodocó	PE	0,507	0,821	0	0,551	0,474	E	0,346	▲
Brejinho	PE	0,542	0,844	0	0,03	0,376	E	0,502	▼
Buenos Aires	PE	0,633	0,851	0	0,412	0,492	E	0	●
Cabo de Santo Agostinho	PE	0,769	0,787	0	1	0,653	C	0,607	▲
Cabrobó	PE	0,643	0,668	0	0,271	0,424	E	0,381	▲
Camargibe	PE	0,782	0,726	0	0,629	0,562	D	0,545	▲
Camocim de São Félix	PE	0,708	0,596	0	0,237	0,422	E	0	●
Canhotinho	PE	0,665	0,906	0	0,665	0,571	D	0	●
Carnaubeira da Penha	PE	0,698	0,96	0	0,946	0,656	C	0	●
Caruaru	PE	0,771	0,829	0,064	1	0,678	C	0,641	▲
Casinhas	PE	0,552	0,918	0	0,841	0,575	D	0,544	▲
Cedro	PE	0,606	0,809	0	0	0,383	E	0	●
Chã Grande	PE	0,652	0,622	0,072	0,695	0,526	D	0	●
Condado	PE	0,703	0,882	0	0,694	0,585	D	0,515	▲
Custódia	PE	0,622	0,965	0	0,642	0,565	D	0	●
Dormentes	PE	0,544	0,945	0	0,839	0,578	D	0	●
Escada	PE	0,721	0,868	0,004	0,748	0,601	C	0	●
Ferreiros	PE	0,673	0,947	0	0,477	0,542	D	0,541	▲
Floresta	PE	0,642	0,827	0	0,78	0,571	D	0	●
Golana	PE	0,731	0,641	0,006	0,328	0,461	E	0,495	▼
Ibimirim	PE	0,519	0,931	0	0,069	0,397	E	0	●
Ibirajuba	PE	0,524	0,939	0	0,255	0,441	E	0	●
Igarassu	PE	0,757	0,719	0	0,65	0,557	D	0	●
Iguaracy	PE	0,715	0,889	0	0,628	0,576	D	0,585	▼
Ilha de Itamaracá	PE	0,73	0,765	0	0,383	0,499	E	0,526	▼
Ipojuca	PE	0,73	0,821	0	0,055	0,439	E	0,446	▼
Itaíba	PE	0,472	0,956	0	0,329	0,444	E	0,598	▼
Itapetim	PE	0,596	0,705	0	0,59	0,487	E	0,519	▼
Itapissuma	PE	0,682	0,954	0	0,521	0,556	D	0,455	▲
Jaboatão dos Guararapes	PE	0,8	0,791	0,005	1	0,666	C	0,642	▲
Jatobá	PE	0,642	0,756	0	0,497	0,493	E	0,573	▼
Joaquim Nabuco	PE	0,552	0,723	0	0,576	0,473	E	0	●
Lagoa Grande	PE	0,651	0,978	0	0,441	0,533	D	0	●
Macaparana	PE	0,55	0,903	0	0	0,386	E	0	●
Maraial	PE	0,582	0,887	0	0,74	0,556	D	0	●
Mirandiba	PE	0,556	0,859	0	0	0,378	E	0	●
Moreno	PE	0,72	0,843	0	1	0,649	C	0,653	▼
Nazaré da Mata	PE	0,726	0,838	0	0,196	0,473	E	0,503	▼
Olinda	PE	0,812	0,795	0,002	0,598	0,581	D	0,566	▲
Orobó	PE	0,58	0,766	0	0,799	0,541	D	0	●
Ouricuri	PE	0,685	0,711	0	0,752	0,553	D	0,511	▲
Palmeirina	PE	0,681	0,914	0	0,551	0,553	D	0	●
Parnamirim	PE	0,545	0,938	0,026	0,823	0,579	D	0	●
Paudalho	PE	0,739	0,685	0	0,623	0,537	D	0	●
Pesqueira	PE	0,608	0,868	0	0,784	0,57	D	0	●
Petrolândia	PE	0,733	0,998	0,003	1	0,689	C	0,644	▲
Petrolina	PE	0,786	0,798	0	1	0,661	C	0	●
Recife	PE	0,839	0,78	0,002	1	0,675	C	0,661	▲

Quadro 1.1 – Continuação

Município	UF	Dimensão E 2017	Dimensão S 2017	Dimensão R 2017	Dimensão I 2017	ISLU 2017	Classe 2017	ISLU 2016	Diferença
Rio Formoso	PE	0,659	0,902	0	1	0,642	C	0,607	▲
Salgueiro	PE	0,736	0,732	0	1	0,63	C	0,63	◀▶
Saloá	PE	0,54	0,768	0	0,443	0,45	E	0	●
Santa Cruz da Baixa Verde	PE	0,564	0,69	0	0,927	0,547	D	0,403	▲
Santa Filomena	PE	0,47	0,882	0	0,377	0,437	E	0,58	▼
Santa Maria do Cambucá	PE	0,563	0,803	0	0,798	0,544	D	0,56	▼
São Caitano	PE	0,661	0,885	0	0,955	0,629	C	0	●
São Joaquim do Monte	PE	0,672	0,926	0	0,931	0,637	C	0	●
São José do Egito	PE	0,742	0,933	0,007	0,864	0,648	C	0	●
São Lourenço da Mata	PE	0,754	0,76	0	0,501	0,532	D	0,544	▼
Serrita	PE	0,522	0,823	0	0,756	0,525	D	0,563	▼
Solidão	PE	0,579	0,9	0	0,818	0,575	D	0	●
Tacaimbó	PE	0,573	0,959	0	0,441	0,503	D	0	●
Tamandaré	PE	0,712	0,861	0	1	0,651	C	0	●
Taquaritinga do Norte	PE	0,718	0,86	0	0,106	0,455	E	0	●
Timbaúba	PE	0,73	0,688	0	0,38	0,481	E	0	●
Tracunhaém	PE	0,692	0,858	0	0,686	0,574	D	0	●
Triunfo	PE	0,762	0,797	0	0,844	0,619	C	0	●
Venturosa	PE	0,615	0,885	0	0,674	0,552	D	0,541	▲
Vertente do Lério	PE	0,542	0,916	0	0,94	0,593	D	0,593	◀▶
Vertentes	PE	0,619	0,844	0	0,433	0,491	E	0	●
Vicência	PE	0,556	0,99	0,013	0,541	0,529	D	0,53	▼
Vitória de Santo Antão	PE	0,708	0,709	0,04	0,898	0,602	C	0	●

Fonte: SELUR (2017).