

UFPA

PPGEC

Universidade Federal do Pará



Raisa Rodrigues Neves

**Avaliação da sustentabilidade da gestão
dos resíduos sólidos urbanos de
municípios paraenses**

TESE DE DOUTORADO

Instituto de Tecnologia

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Tese orientada pelo Professor Dr. Lindemberg Lima Fernandes.

Belém – Pará – Brasil
2022

RAISA RODRIGUES NEVES

**AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE
MUNICÍPIOS PARAENSES**

Projeto de Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, na área de concentração em Engenharia Hídrica, linha de Pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes.

Coorientadora: Prof^ª Dra. Risete Maria Queiroz Leão Braga

BELÉM/ PA
2022

[Digite aqui]

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

- N511a Neves, Raisia Rodrigues Neves.
AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO
DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE MUNICÍPIOS
PARAENSES / Raisia Rodrigues Neves Neves. — 2022.
163 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Lindemberg Fernandes
Coorientador(a): Prof. Dr. Risete Maria Queiroz Leão Braga
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de
Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
Belém, 2022.
1. resíduos sólidos. 2. gestão de resíduos,. 3. indicadores.
4. índices. I. Título.

CDD 628



AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE MUNICÍPIOS PARAENSES.

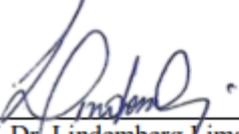
AUTORA:

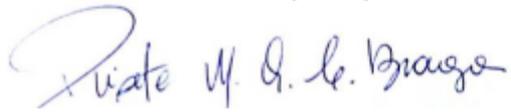
RAISA RODRIGUES NEVES

TESE SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTORA EM ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL.

APROVADO EM: 24 / 05 / 2022.

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes
Orientador (UFPA)



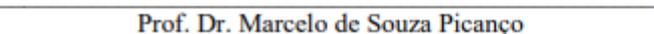
Profa. Dra. Risete Maria Queiroz Leão Braga
Coorientadora (UFPA)



Profa. Dra. Elisângela Maria Rodrigues Rocha
Membro Externo (UFPB)

Prof. Dr. José Almir Rodrigues Pereira
Membro Interno (UFPA)

Visto:


Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me permitido chegar até aqui e por estar presente em todos os momentos da minha vida.

Agradeço à minha família, meus pais Ilídio e Ana Cristina, meus irmãos Rubia e Raphael, em especial, agradeço ao maior presente que Deus poderia me dar, meu filho Davi, que foi o maior motivo para que eu conseguisse finalizar essa pesquisa.

Agradeço aos meus professores Lindemberg e Risete pela orientação, confiança, profissionalismo, dedicação e por todo o apoio dados ao longo desses anos, principalmente por terem me dado a oportunidade de trabalhar com o que tanto amo, Resíduos Sólidos.

Agradeço a todos meus amigos que construíram juntos comigo essa linda trajetória, em especial ao Diego Crispim e Igor Campos, obrigada por todo apoio e incentivo.

Agradeço também à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, Campus Tucuruí por toda ajuda dada desde a minha gestação até a conclusão essa pesquisa.

Vocês são anjos que Deus colocou em meu caminho, serei eternamente grata por tudo!

[Digite aqui]

RESUMO

A pesquisa teve o objetivo de realizar a avaliação da qualidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos, considerando as ações praticadas e as informações previstas nos Planos Municipais de gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Para isso, foi estruturada uma matriz inicial composta por 73 indicadores, a qual passou por etapas de filtro, a fim de retirar informações com baixo potencial para serem respondidas pelos gestores municipais, originando a matriz final de 40 indicadores incorporados em 7 dimensões, fundamentando a elaboração dos questionários utilizados neste trabalho. Inicialmente, houve a aplicação dos questionários aos gestores para obter conhecimento acerca da realidade da gestão local; em seguida, os questionários foram encaminhados aos especialistas selecionados para participar do Método Delphi. No total, 5 grupos responderam os questionamentos das 7 dimensões, os quais forneceram notas de 1 a 5 para cada indicador e pesos à cada dimensão. Com base nas respostas dos gestores, nas notas finais de cada indicador e nos pesos finais de cada dimensão, foi possível calcular o Índice de Qualidade da Gestão dos Resíduos Sólidos (IQGRS), enquadrando os valores encontrados em níveis de sustentabilidades. Em seguida, a mesma metodologia foi aplicada para avaliar a qualidade de elaboração dos PMGIRS, sendo proposto o Índice de Qualidade dos PMGIRS (IQPMGIRS), dessa forma foi possível comparar o que estava sendo feito na prática e o que estava disposto no texto do instrumento de planejamento. Como resultados quanto à gestão, 4 municípios apresentaram condições de insustentabilidade, 4 apresentaram sustentabilidade regular, 5 apresentaram sustentabilidade boa e apenas 3 apresentaram sustentabilidade excelente. Após a aplicação das técnicas de *clusterização* quanto à gestão, foram formados 5 grupos, sendo Inhangapi e Canaã dos Carajás inseridos no grupo com melhor desempenho; Abel Figueiredo, Augusto Correa e Curuçá inseridos no grupo com pior desempenho. A *clusterização* também foi aplicada quanto à qualidade dos PMGIRS, garantindo a formação de 5 grupos, sendo o grupo com melhor desempenho formado por Abaetetuba, Bonito, Goianésia do Pará e Juruti; já o grupo com pior desempenho foi composto por Acará e Concórdia do Pará. Os grupos com piores desempenhos refletiram à necessidade de investimentos e progressões tanto em relação à prática da gestão, quanto em termos de melhorias nos PMGIRS, a fim de garantir a efetivação dos PMGIRS como ferramenta de tomada de decisão.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos sólidos, gestão de resíduos, indicadores, índices.

[Digite aqui]

ABSTRACT

The research aimed to evaluate the quality of urban solid waste management, considering the actions taken and the information provided in the Municipal Plans for Integrated Management of Solid Waste (PMGIRS). For this, an initial matrix composed of 73 indicators was structured, which went through filtering stages, in order to extract information with low potential to be answered by municipal managers, giving rise to the final matrix of 40 indicators incorporated into 7 dimensions, basing the elaboration of the questionnaires used in this work. Initially, there was the application of questionnaires to managers to obtain knowledge about the reality of local management; then, the questionnaires were sent to the experts selected to participate in the Delphi Method. In total, 5 groups answered the questions on the 7 dimensions, which provided scores from 1 to 5 for each indicator and weights for each dimension. Based on the managers' responses, on the final grades of each indicator and on the final weights of each dimension, it was possible to calculate the Solid Waste Management Quality Index (IQGRS), framing the values found in sustainability levels. Then, the same methodology was applied to evaluate the quality of preparation of the PMGIRS, being proposed the Quality Index of the PMGIRS (IQPMGIRS), in this way it was possible to compare what was being done in practice and what was provided in the text of the instrument of planning. As a result in terms of management, 4 municipalities presented unsustainable conditions, 4 presented regular sustainability, 5 presented good sustainability and only 3 presented excellent sustainability. After the application of clustering techniques in terms of management, 5 groups were formed, with Inhangapi and Canaã dos Carajás included in the group with the best performance; Abel Figueiredo, Augusto Correa and Curuçá were included in the group with the worst performance. Clustering was also applied regarding the quality of PMGIRS, guaranteeing the formation of 5 groups, with the group with the best performance being formed by Abaetetuba, Bonito, Goianésia do Pará and Juruti; the group with the worst performance was composed of Acará and Concórdia do Pará. The groups with the worst performances reflected the need for investments and progressions both in terms of management practice and in terms of improvements in PMGIRS, in order to guarantee the effectiveness of PMGIRS as a decision-making tool.

KEYWORDS: solid waste, waste management, indicators, indices.

[Digite aqui]

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS	13
INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3. REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	22
3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS	24
3.2.1 Levantamento bibliométrico.....	24
3.2.2 Problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos	27
3.2.3 Gestão e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos	31
3.2.4 Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos na União Européia	34
3.2.5 Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Japão	40
3.2.6 Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos nos EUA	44
3.2.7 Histórico brasileiro da Legislação sobre Resíduos Sólidos.....	46
3.2.8 Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos e Panorama do Brasil	51
3.2.9 Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)	58
3.2.10 Classificação dos Resíduos no Brasil	60
4. USO DE INDICADORES E ÍNDICES.....	62
4.1 INDICADORES E ÍNDICES AMBIENTAIS	62
4.2 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS	65
5. APLICAÇÃO DE MÉTODO PARTICIPATIVO.....	69
5.1 ABORDAGEM SOBRE O MÉTODO DELPHI	69
5.1.1 Seleção do painel de especialistas.....	72

5.1.2 Estruturação do questionário	73
5.1.3 Feedback e análise dos resultados	75
6. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	77
6.1 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON	77
6.2 TÉCNICA DE REGRESSÃO LINEAR SIMPLES	79
7. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO	80
8. METODOLOGIA	84
8.1 ÁREA DE ESTUDO	86
8.2 SELEÇÃO DAS DIMENSÕES E INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS.....	89
8.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI	96
8.3.1 Seleção dos especialistas para a primeira rodada	96
8.3.2 Elaboração do questionário	97
8.4 CÁLCULO DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DA GESTÃO DOS RS (IQGRS)..	99
8.5 AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	102
8.7 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO	104
8.8 APLICAÇÃO DO IQGRS NA AVALIAÇÃO DOS PMGIRS	106
8.8.1 Avaliação dos PMGIRS dos municípios paraenses	106
8.8.2 Avaliação dos IQPMGIRS baseado nos IQGRS	108
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO	109
9.1 SELEÇÃO DAS DIMENSÕES E INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS	110
9.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI	121
9.3 CÁLCULO DOS IQGRS PARA AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.	124
9.3.1 Composição do IQGRS	124
9.3.2 Pesos obtidos para as dimensões do IQGRS	139
9.3.3 Resultados matemáticos dos IQGRS	140
9.4.1 Coeficiente de correlação de Pearson	150

9.4.2 Regressão Linear Simples	150
9.5 TÉCNICAS DE <i>CLUSTERIZAÇÃO</i>	154
9.5.1 Cálculo do coeficiente aglomerativo	154
9.6 AVALIAÇÃO DOS PMGIRS DOS MUNICÍPIOS PARAENSES	162
9.7 AVALIAÇÃO DOS IQPMGIRS BASEADO NOS IQGRS	176
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	185
REFERÊNCIAS	187
APÊNDICES	203
ANEXO	252

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Metodologia para seleção elaboração do portfólio.	25
Figura 2: Levantamento inicial de artigos.	26
Figura 3: Levantamento final de artigos com importância para a pesquisa.	26
Figura 4: Composição de resíduos no mundo para o ano de 2009.	29
Figura 5: Hierarquização do processo de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos.	32
Figura 6: Processo de inclusão dos países na União Européia.	34
Figura 7: Distribuição populacional da União Européia em milhões de habitantes.	35
Figura 8: Conceito de economia circular.	36
Figura 9: Métodos para tratamento dos resíduos na União Européia.	38
Figura 10: Desempenho da União Européia em 2012 diante dos objetivos para 2030.	39
Figura 11: Visão sistêmica da sociedade de ciclo fechado de materiais.	41
Figura 12: Evolução das medidas adotadas em relação às taxas de reciclagem.	42
Figura 13: Esquema de fluxo de materiais no Japão.	43
Figura 14: Estrutura organizacional dos órgãos de Meio Ambiente.	46
Figura 15: Estrutura hierárquica das legislações brasileiras.	47
Figura 16: Resíduos Sólidos Urbanos coletados por região no país.	55
Figura 17: Municípios com iniciativas de atividades de coleta seletiva.	56
Figura 18: Disposição final dos RSU por tipo de destinação (ton/dia).	57
Figura 19: Modelo de pirâmide de informações.	63
Figura 20: Representação do Modelo PER.	66
Figura 21: Condições referentes às dimensões do modelo PEIR.	67
Figura 22: Estrutura de execução do método Delphi por comunicação via Internet.	71
Figura 23: Representação gráfica dos valores extremos de r.	78
Figura 24: Esquema metodológico das etapas da pesquisa.	85
Figura 25: Espacialização dos municípios com PMGIRS por mesorregião no Pará.	86
Figura 26: Critérios para filtros dos indicadores.	94
Figura 27: Ilustração do formulário para respostas da Dimensão Cultural.	100
Figura 28: Ilustração do formulário para respostas dos gestores municipais na Dimensão Cultural.	100
Figura 29: Níveis de sustentabilidade.	102
Figura 30: Dendograma de ilustração do agrupamento hierárquico.	105
Figura 31: Quantidade de indicadores selecionados após aplicação dos critérios.	120
Figura 32: Quantificação de notas por municípios e por condição.	137

Figura 33: Representação espacial dos municípios quanto ao nível de sustentabilidade da gestão de RSU.	143
Figura 34: Condição dos indicadores atribuída por dimensão.	144
Figura 35: Análise do quantitativo de notas ruins e excelentes por município.	147
Figura 36: Representação gráfica da distribuição de dados.	152
Figura 37: Dendograma com formação dos cinco agrupamentos gerados pelo Método de Ward e uso da distância euclidiana.....	155
Figura 38: Representação dos elementos pertencentes a cada grupo.	156
Figura 39: Quantidade de itens atendidos nos PMGIRS quanto ao conteúdo mínimo legal da PNRS e do Decreto Federal.....	174
Figura 40: Diagrama de radar para identificação do comportamento das dimensões nos PMGIRS.	178
Figura 41: Comparação entre os valores calculados de IQGRS e IQPMGIRS.	180
Figura 42: Dendograma com formação dos cinco agrupamentos gerados pelo Método de Ward e uso da distância euclidiana.....	182
Figura 43: Representação dos elementos pertencentes a cada grupo.	183

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação de resíduos e suas composições.	28
Tabela 2: Sumário das principais diretivas europeia sobre a gestão de resíduos.	37
Tabela 3: Histórico dos sistemas jurídicos para o desenvolvimento de uma sociedade com ciclo fechado de materiais (pós-guerra aos dias atuais).	42
Tabela 4: Geração, reciclagem, compostagem, combustão com recuperação de energia e aterramento de resíduos sólidos municipais de 1960 - 2015 (em milhões de toneladas).	44
Tabela 5: Evolução das principais legislações americanas voltadas à Gestão de Resíduos Sólidos.	45
Tabela 6: Modificações provocadas pela implementação da Lei 12.305/2010.	49
Tabela 7: Descrição das rodadas de implementação do método Delphi.	75
Tabela 8: Classificação do coeficiente de correlação de Pearson.	78
Tabela 9: Índices de validação para definição do número ótimo de grupos.	83
Tabela 10: Sistematização das informações dos municípios paraenses.	87
Tabela 11: Descrição das dimensões da gestão de resíduos sólidos.	89
Tabela 12: Matriz A das dimensões e indicadores para avaliar a gestão de resíduos sólidos.	90
Tabela 13: Grupos de especialistas do Método Delphi por dimensão.	97
Tabela 14: Modelo de estruturação da planilha para avaliação dos PMGIRS, considerando conteúdo mínimo legal para população maior e menor que 20.000 habitantes.	106
Tabela 15: Matriz B com 47 indicadores: a cor laranja representa os indicadores eliminados e suas relações com os outros indicadores da matriz, e a cor verde representa os indicadores com dimensões reajustadas.	111
Tabela 16: Matriz C com 43 indicadores: a cor cinza representa os indicadores eliminados (pelo não atendimento e por serem dados quantitativos sem referência) e a cor azul representa os indicadores de permanência.	115
Tabela 17: Matriz D final composta por 40 indicadores.	118
Tabela 18: Painel de especialistas para serem utilizados na composição dos IQGRS. .	121
Tabela 19: Taxas de adesão de pesquisas que utilizaram o Método Delphi.	122
Tabela 20: Notas finais dos descritores obtidas pelo Método Delphi.	124
Tabela 21: Condição das gestões municipais de RSU com base matriz de 40 indicadores.	129
Tabela 22: Pesos médios calculados para as dimensões do IQGRS.	139

Tabela 23: Valores médio das notas calculados para as dimensões em cada município.	140
Tabela 24: Formulação matemática para cálculo dos IQGRS municipais.	141
Tabela 25: Níveis de sustentabilidade para avaliação da gestão de resíduos sólidos....	143
Tabela 26: Matriz de correlação entre variáveis.....	150
Tabela 27: Equações de regressão linear para cada dimensão.	151
Tabela 28: Quartis para construção do gráfico boxplot.....	152
Tabela 29: Definição do método de agrupamento com base nos valores de CA.	154
Tabela 30: Representação dos indicadores na condição Excelente por dimensão.	156
Tabela 31: Representação dos indicadores na condição Ruim por dimensão.....	158
Tabela 32: Relação das condições de atendimento dos itens dos PMGIRS segundo o conteúdo mínimo da PNRS e do Decreto Federal com a Matriz D de 40 indicadores..	163
Tabela 33: Responsabilidade pela elaboração dos PMGIRS.....	174
Tabela 34: Valores médios das dimensões calculadas com base na avaliação dos PMGIRS.	177
Tabela 35: Valores de IQGRS e IQPMGIRS.	179
Tabela 36: Definição do método de agrupamento com base nos valores de CA.	182
Tabela 37: Valores de IQPMGIRS e dimensões médias por grupo.....	183

LISTA DE SIGLAS

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AE	Ambiental/ Ecológico
AEA	Agência Européia do Ambiente
C	Cultural
CA	Coefficiente Aglomerativo
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCC	Coefficiente de Correlação Cofenética
CEMPRE	Compromisso Empresarial para reciclagem
CEA	Conhecimento e Educação Ambiental
CRA	Centro de Recursos Ambientais
CF	Constituição Federal
CMMAD	Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
EC	European Commission
EEA	European Environmental Agency
EF	Econômico/ Financeiro
EMOJ	Environment Ministry of Japan
EPRS	Serviço de Pesquisa do Parlamento Europeu
EUROSTAT	European Statistics
FAT	Fundo de Amparo ao Trabalhador
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FPEIR	Força motriz – Pressão – Estado – Impacto – Resposta
GEE	Gases do Efeito Estufa
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQRS	Índice de Qualidade da Gestão de Resíduos Sólidos
IQPMGIRS	Índice de Qualidade dos PMGIRS
IPEA	Instituto Pesquisa Econômica Aplicada
IS	Inclusão Social
LabMCDA	Laboratório de Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão
LCA	Lei de Crimes Ambientais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Ministério da Saúde
NS	Nível de Sustentabilidade
OCDE	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos Globais de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PDF	Portable Document Format
PEIR	Pressão – Estado – Impacto – Resposta
PER	Pressão – Estado – Resposta
PI	Político/Institucional
PMGIRS	Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PEVs	Pontos de Entrega Voluntária

RS	Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEDOP	Secretaria de Obras e Desenvolvimento Urbano do Estado do Pará
SEMAS	Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SESAN	Secretaria de Saneamento
SMCS	Sound Material- Cycle Society
TADS	Temas e Agendas Para o Desenvolvimento Sustentável
TO	Tecnológico/Operacional
UNCSD	Comissão de Desenvolvimento das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável
UNEP	United Nations Environment Programme
US EPA	United States Environmental Protection Agency

INTRODUÇÃO

A problemática dos resíduos sólidos vem sendo discutida constantemente em vários países, no intuito de propor e adotar alternativas para solucionar essas questões (CEZAR et al., 2015). A má gestão de resíduos sólidos é considerada um dos grandes fatores relacionados à crise ambiental, devido ao desperdício de matéria e energia, bem como pelos impactos ambientais provocados pela disposição final inadequada de materiais que poderiam ser reciclados ou reutilizados (MEDEIROS et al., 2015).

Dentre os diversos tipos de resíduos, destaca-se a elevada produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) ligados aos padrões de consumo da sociedade, principalmente em locais com alta densidade populacional, sendo caracterizados por materiais de difícil degradação na natureza e que podem contribuir para danos ao meio ambiente e à população, quando manuseados de forma inadequada, como: proliferação de doenças, maus odores, emissão de gases poluentes para atmosfera, entre outros (JACOBI e BESEN, 2011; AGOSTINHO et al., 2013; MEDEIROS et al., 2015).

Diante desse cenário, viu-se a necessidade de criar políticas públicas relacionadas aos serviços de saneamento básico capazes de fornecer diretrizes, a fim de adequar os padrões de consumo com as vertentes do desenvolvimento sustentável. Para isso, foi criada a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), instituída pela Lei 11.445/2007 e regulamentada pelo Decreto Federal 7.217 de 21 de junho de 2010, com a finalidade de viabilizar os investimentos nesse setor pelas parcerias público-privadas e por arrecadações advindas do próprio setor, através do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), do Orçamento Geral da União (OGU) e de programas voltados para as vertentes do saneamento: água, esgoto, drenagem e resíduos sólidos (BRASIL, 2007, 2010; LEONETI et al., 2011; SANTANA e SOUSA, 2016).

No Brasil, destaca-se como marco legal no tema em estudo, a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto Federal 10.936 de 12 de janeiro de 2022, que revoga o Decreto 7.404/2010, com a finalidade de orientar os gestores em busca das melhores soluções para essa questão, a fim de controlar ações potencialmente poluidoras e incentivar atitudes sustentáveis (BRASIL, 2010; CEZAR et al., 2015; BORTOLI e GARCIAS, 2016).

A legislação vigente aborda a responsabilidade compartilhada entre os entes federativos com um de seus princípios, no entanto, os maiores esforços para realizar as atividades do processo de gestão cabem aos governos locais, por estarem mais próximos das realidades e necessidades da população (SILVA, 2011; DOS REIS e MATTOS, 2016). Pinho (2011) ressalta que as prefeituras brasileiras costumam destacar como prioridades as etapas de coleta e transporte, afastando os resíduos para locais distantes dos grandes centros urbanos sem considerar impactos provocados pela disposição inadequada dos resíduos sólidos.

O processo de gestão dos resíduos sólidos deve ser elaborado e avaliado constantemente, uma vez que influencia na qualidade de vida população e se caracteriza como a base para o desenvolvimento urbano e regional (PINHO, 2011; SANTIAGO e DIAS, 2012). Aos municípios cabem realizar a elaboração e implementação dos Planos Municipais de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos (PMGIRS), considerando critérios para acesso aos recursos federais, no intuito de destinarem recursos financeiros para manutenção dos serviços relacionados aos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Logo, a situação problema da pesquisa consiste em responder e discutir quais são os fatores que possuem maior influência na qualidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos nos municípios paraenses. A partir disso, foi possível elaborar as hipóteses do estudo, descritas a seguir:

- As diretrizes estabelecidas pelo governo federal no artigo 19 da Lei 12.305/2010 consideram as diferentes limitações de recursos técnicos e financeiros entre os governos locais para elaboração e execução das atividades propostas pelos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS);
- O uso de indicadores contribui para auxiliar no monitoramento da gestão dos RSU de forma eficiente;
- Os PMGIRS traduzem as realidades práticas das gestões municipais, sendo possível fazer uso deste documento para avaliar o nível de sustentabilidade da gestão.

As hipóteses da pesquisa foram embasadas no fato dos governos municipais possuírem recursos humanos e financeiros limitados, e pouca ou nenhuma informação sobre os resíduos sólidos (Pinho, 2011; Dos Reis et al., 2018), o que dificulta a elaboração de políticas públicas eficientes e a implementação das atividades voltadas para esse setor,

caracterizadas na pesquisa de Marotti et al., (2017) como ferramentas de auxílio para as tomadas de decisões dos governos.

Para auxiliar o acompanhamento e evolução da gestão dos resíduos sólidos, torna-se de extrema importância adotar indicadores capazes de fornecer informações sobre uma determinada condição ou ainda elaborar índices pela agregação de vários indicadores para representar uma realidade global. A Agência Européia do Ambiente (AEA, 2005), considera o indicador como “medida, geralmente quantitativa, que pode ser usada para ilustrar e comunicar de forma simples, fenômenos complexos, incluindo tendências e progressos ao longo do tempo”. Para Benetti (2006), um indicador é considerado uma ferramenta para obter informações de uma determinada realidade, sintetizando uma série de informações, restando apenas o significado das características analisadas. No entanto, há uma carência de pesquisas envolvendo indicadores de avaliação da gestão dos resíduos sólidos, por ser um assunto relativamente novo e ainda de pouco destaque no contexto nacional.

Além disso, para a construção de uma ferramenta de avaliação, é importante considerar o envolvimento de profissionais da área de resíduos sólidos e de atores inseridos no processo de gestão através de métodos participativos, como o Método Delphi, cuja finalidade está relacionada à atribuição de pesos e notas a partir da análise de importância dos especialistas, a fim de obter valores próximos à realidade.

No Brasil, a necessidade do estudo foi originada por não ter sido encontrado na literatura um método de avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos paraenses com base nas peculiaridades dos municípios e das dinâmicas regionais. A pesquisa realizada por Pinho (2011) elaborou um método qualitativo e simplificado para avaliar o sistema de gestão de 18 municípios amazônicos. Esta pesquisa buscou sintetizar os principais indicadores utilizados para avaliar a gestão dos resíduos sólidos e representar a situação dos municípios de forma quali-quantitativa, através da elaboração do índice de Qualidade da Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (IQGRS) e da identificação do nível de sustentabilidade da gestão.

A nível internacional, a importância dessa pesquisa mostrou-se como complemento relacionado aos indicadores voltados não apenas para sistema de gerenciamento, mas também para os cumprimentos legais estabelecidos pela Lei Federal. As pesquisas encontradas garantem maiores destaques aos indicadores ligados à parte

operacional do sistema, como reciclagem, tratamento e disposição final, pois a resposta de um bom desempenho indica que as políticas públicas foram eficientes no alcance do objetivo; por isso, esses indicadores geralmente são agrupados nas dimensões de sustentabilidade conhecida globalmente: social, econômica e ambiental (SANJEEVI e SHAHABUDEEN, 2015; IKHLAYEL, 2017; DEUS et al., 2018; EUROPEAN STATISTICS - EUROSTAT, 2018).

A lacuna do conhecimento identificada justifica a elaboração da pesquisa, através do levantamento de diversos indicadores na literatura para elaborar um método de avaliação da gestão dos resíduos sólidos nos municípios paraenses, considerando as realidades locais e capacidades dos governos municipais na implementação das atividades previstas na gestão, tornando o método útil para aplicação em outras regiões do país.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a sustentabilidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos, a partir das condições atuais da gestão e dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) no Estado do Pará, a fim de auxiliar o processo de tomada de decisão dos gestores.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I- Elaborar questionários para aplicação aos especialistas e gestores da área de resíduos sólidos para avaliar a gestão dos RSU;
- II- Calcular índices de qualidade da gestão de resíduos sólidos (IQGRS) considerando a realidade da gestão municipal;
- III- Analisar os níveis de sustentabilidade da gestão atual dos RSU, a partir da realidade municipal;
- IV- Avaliar os índices de qualidade dos PMGIRS (IQPMGIRS), a partir dos IQGRS calculados.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A preocupação e interesse sobre problemas ambientais tornaram-se mais intensos a partir das décadas de 60 de 70 do século XX, quando estes questionamentos ganharam espaço nas discussões políticas e científicas, devido à percepção da degradação ambiental proveniente da alteração dos padrões de consumo da sociedade, dando origem a diversos movimentos ambientalistas, encontros e criação de leis que pudessem contornar essa situação (CARVALHO et al., 2015).

Nesse contexto, havia uma grande preocupação em aliar as mudanças no modo de viver à preservação ambiental, dando origem ao que mais tarde foi denominado de desenvolvimento sustentável. O primeiro encontro foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada no ano de 1972 em Estocolmo, na Suécia, onde foi proposta a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), pertencente à Organização das Nações Unidas (ONU), com a finalidade de tratar sobre as questões ambientais a nível mundial.

No início da década de 80, iniciaram-se debates ambientais na Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD, 1991), também chamada Comissão de Brundtland, tendo como produto o relatório “Nosso Futuro Comum” publicado em 1987, sendo então definido desenvolvimento sustentável como “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”.

Em 1992, a cidade do Rio de Janeiro sediou a segunda Conferência da ONU sobre meio ambiente, conhecida como ECO 92 ou RIO 92, tendo como um dos principais produtos a Agenda 21, sendo considerado um importante instrumento de planejamento, subsidiando a elaboração de políticas voltadas para a preservação do meio ambiente.

Segundo Romeiro (2012), após vinte anos do primeiro encontro foi possível notar que o avanço técnico havia sido mais eficiente em lidar com os problemas ambientais que combatê-los, sendo um provedor de matérias-primas, provocando redução nos seus preços, devido a forma de exploração dos recursos naturais, substituição de insumos onerosos por outros mais baratos e eficiência ecológica de seu uso; ao mesmo

tempo, a degradação dos ecossistemas aumentavam, havendo riscos de esgotamento das matérias-primas.

Em 2000, foi realizado um encontro com os integrantes das Nações Unidas para tratar de preocupações internacionais sobre assuntos relacionados ao desenvolvimento, direitos humanos e meio ambiente, dando forma ao documento que estabeleceu metas a serem alcançadas até 2015, conhecido como Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) (TEMAS E AGENDAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – TADS, 2012).

Em 2012, o Rio de Janeiro foi novamente palco para novas discussões de cunho ambiental, dessa vez sediando a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, conhecida como Rio+20. Esse encontro não foi exclusivamente para tratar de assuntos ligados à preservação ambiental, como os já mencionados anteriormente, mas também teve a finalidade de assegurar um comprometimento político renovado com o desenvolvimento sustentável, avaliar o avanço realizado até o momento e os obstáculos para implementação das diretrizes propostas em conferências anteriores, além de levantar novos desafios com focos na economia verde e erradicação da pobreza. (TEMAS E AGENDAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – TADS, 2012).

Com base nos ODM, nesse encontro foi proposto o documento que trata sobre os Objetivos Globais de Desenvolvimento Sustentável (ODS) a serem concluídos até 2015, fazendo uma projeção até 2030. Para isso, seria criada uma cooperação entre os países para elaboração de relatórios com adequada coleta de informações, bem como monitoramento confiável e eficiente para avaliar a progressão no alcance dos ODS, contando com apoio financeiro e de recursos humanos variados, formando uma parceria mundial.

Os ODS 6 e 12 tratam sobre a problemática de resíduos sólidos, como uma vertente do saneamento que deve ser globalizado, ou seja, acessível a todos, além de tratar a questão da geração dos resíduos e as consequências do seu desperdício para o meio ambiente, em decorrência de novos padrões de consumo.

3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

3.2.1 Levantamento bibliométrico

Os estudos bibliométricos vem ganhando espaço no meio técnico e científico, com a finalidade de sintetizar informações de trabalhos publicados no mundo inteiro, a fim de identificar a relevância destas pesquisas diante de determinado assunto. Para Oliveira (2012), a bibliometria é uma metodologia utilizada por estudiosos quando se pretende analisar trabalhos publicados em plataformas científicas, para obter informações semelhantes acerca de um tema selecionado para estudo e verificar o grau de conhecimento sobre o assunto até o presente momento.

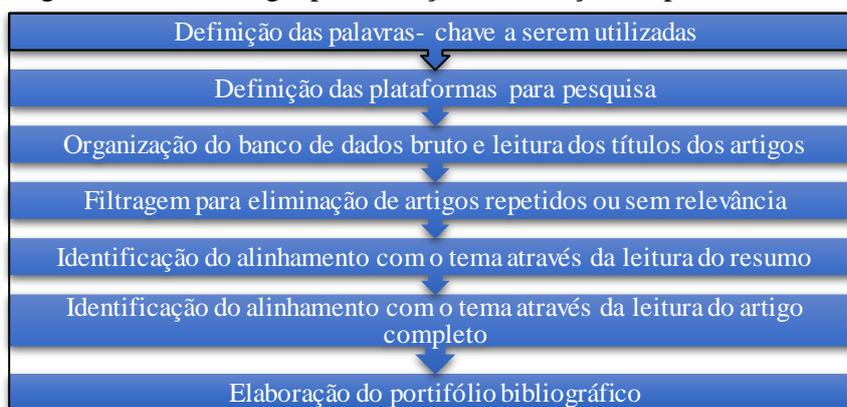
Esta metodologia permite analisar, quantificar e identificar os trabalhos publicados, considerando fatores, como: ano de publicação, país, metodologia adotado pelos autores, escala do periódico (*qualis*), entre outras informações, consideradas relevantes para classificar a confiabilidade e importância dos trabalhos dentro da pesquisa (Oliveira, 2012). Para Tasca et al., (2010) e Vilela (2012), o sucesso ou fracasso de uma pesquisa também está relacionada, além de outros fatores, com a definição de uma estratégia de busca por informações em bases de dados adequadas, podendo considerar alguns critérios pré-definidos, como: palavras-chave, autor, assunto, entre outros.

O método utilizado nesta pesquisa foi o PROKnow-C ou *Knowledge Development Process – Constructivist*, desenvolvido pelo Laboratório de Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão (LabMCDA), do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina (WAICZYK e ENSSLIN, 2013).

Segundo Afonso et al., (2012), o PROKnow-C é caracterizado como uma série de procedimentos sequenciais, composta pelas seguintes etapas: seleção do mecanismo de busca de artigos científicos; definição de procedimentos; filtragem e seleção do portfólio bibliográfico. Vale ressaltar que neste método são considerados apenas artigos publicados em inglês e em periódicos qualificados, sendo descartados teses, dissertações e artigos de congresso (VILELA, 2012). No entanto, isso não significa que não possam ser utilizados estes tipos de documentos. Nesta pesquisa, optou-se fazer a busca de artigos científicos em periódicos nacionais e internacionais indexados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O processo PROKnow-C é descrita como uma metodologia estruturada em quatro segmentos: 1) seleção do portfólio bibliográfico que proporciona a revisão de literatura; 2) análise bibliométrica do portfólio bibliográfico; 3) análise sistêmica do portfólio bibliográfico; 4) elaboração dos objetivos de pesquisa. Dessa forma é possível selecionar os trabalhos mais relevantes acerca do tema de pesquisa (ENSSLIN et al., 2010; AFONSO et al., 2012). O método utilizado foi adaptado de Ensslin et al., 2010, semelhante ao utilizado na pesquisa de Vilela (2012), em etapas resumidas, como apresentado na Figura 1.

Figura 1: Metodologia para seleção elaboração do portfólio.

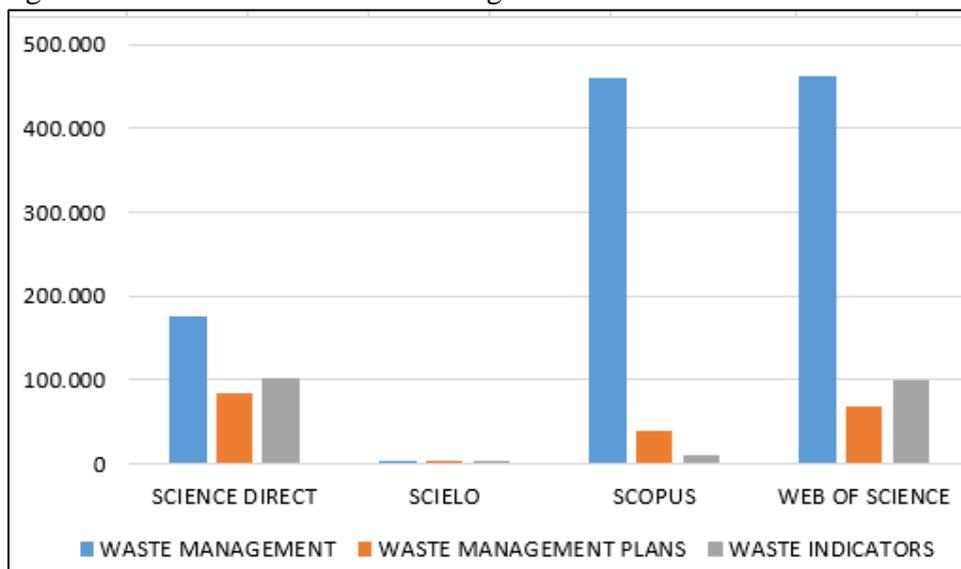


Adaptado de Ensslin et al., 2010.

A primeira etapa consiste na definição das palavras-chave da pesquisa, as quais foram selecionadas partindo do pressuposto de maior abrangência de estudos realizados sobre a temática de gestão dos resíduos sólidos. Como a área de resíduos apresenta várias ramificações, desde estudos sobre geração de resíduos (Campos e Borba, 2016) até estudos sobre o processo de gestão destes materiais (Reis e Matos, 2016; Klein et al., 2018), foram destacados os seguintes termos para a pesquisa: *waste management*, *waste management plans*, *waste indicator*.

Dessa forma, foi possível alcançar um número considerável de artigos, devido a abrangência dos termos de pesquisa. A segunda etapa consistiu na escolha das plataformas para constituir o banco de dados, em que foram considerados os periódicos de maior relação com o tema em estudo. A Figura 2 contém a quantidade de artigos levantados em cada plataforma, considerando trabalhos realizados de 2006 a 2019. Os limites escolhidos para busca foram selecionados considerando o cenário brasileiro e mundial 5 anos antes da implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos até o ano de 2019.

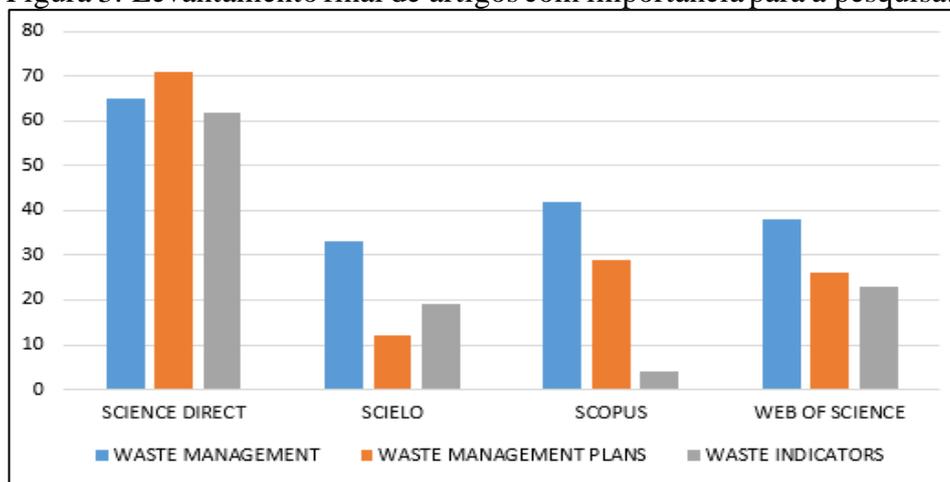
Figura 2: Levantamento inicial de artigos.



Fonte: Autora, 2022.

Após essa etapa, os artigos foram organizados no software *Zotero 5.0 for Windows*, o qual possibilitou uma conexão entre a extensão do *Google Chrome* e cada plataforma para facilitar a organização das informações, considerando os títulos das pesquisas. Em seguida, o *software* contribuiu na remoção de artigos duplicados, havendo assim, uma redução no número de trabalhos. Após isso, foi feita a leitura dos resumos dos trabalhos, para avaliar o alinhamento destes com a pesquisa, ocorrendo uma nova fase de eliminação. Por fim, os artigos restantes passaram pela última rodada de avaliação (Figura 3), sendo estes lidos integralmente e compondo o portfólio bibliográfico, devido a sua relevância nesta pesquisa.

Figura 3: Levantamento final de artigos com importância para a pesquisa.



Fonte: Autora, 2022.

3.2.2 Problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos

O homem consegue se adaptar em qualquer ambiente natural, visto que ele é o agente transformador, sendo uma consequência dessa capacidade de adaptação as formações de aglomerados urbanos, caracterizados como áreas modificadas para atender as necessidades humanas (BORTOLI e GARCIAS, 2016). Com a falta de infraestrutura das cidades em receber um enorme contingente populacional ao mesmo tempo, tornou-se cada vez mais precário o acesso a serviços, como: saneamento básico, educação e segurança, os quais são princípios fundamentais para garantir adequada qualidade de vida (NETA, 2012).

Para Silva (2015), um dos principais alvos da gestão urbana atual está no alcance da sustentabilidade ambiental, a qual está associada com a qualidade de infraestrutura das cidades. Dentre as várias ramificações desses serviços, do ponto de vista ambiental, o acesso ao saneamento é a base de garantia de uma vida salubre, pois está diretamente ligado a impactos tanto à saúde pública, quanto ao meio ambiente.

A geração de resíduos sólidos provenientes das atividades humanas sempre esteve presente na história do homem, porém Deus et al., (2015) afirmam que desde o momento em que o homem passou da condição de nômade para viver em sociedade, houve um aumento na produção destes materiais. Com o início da Revolução Industrial, introdução e consolidação do capitalismo, o consumo se tornou cada vez mais intenso, devido as mudanças no comportamento da sociedade, desrespeitando as limitações do sistema natural e contribuindo com o aumento na geração de resíduos sólidos (SCHENEIDER, 2001).

Embora as taxas de geração de resíduos apresentem variações dentro e entre os países, a geração per capita de resíduos é fortemente correlacionada com a renda nacional. Em países de alta renda, as taxas de geração estão começando a se estabilizar ou até mesmo reduzindo, devido ao estabelecimento de metas e o compromisso na implementação de programas e políticas públicas que garantam melhorias condições ao meio ambiente e à população, desassociando o crescimento do desperdício do crescimento econômico. Já em países de baixa e média renda, o crescimento econômico acelerado contribui para o constante aumento na geração destes materiais, tornando explícita a necessidade de evoluções no que tange a problemática dos resíduos (UNEP, 2015).

A quantidade de resíduos sólidos urbanos é considerada um dos mais importantes subprodutos do estilo de vida capitalista e apresenta taxa de crescimento

superior às taxas de urbanização. Em 2002, a população era de aproximadamente 2,9 bilhões de habitantes urbanos que geravam cerca de 0,64 kg per capita de RSU por dia. No entanto, a projeção para o ano de 2025 corresponde a uma população de 4,3 bilhões de habitantes urbanos, com geração de 1,42 kg per capita de RSU por dia, ou seja, a taxa populacional apresentará um acréscimo de 48%, enquanto a taxa de geração de resíduos aumentará em torno de 122%, implicando no aumento em torno de 83% nos custos do processo de gerenciamento destes materiais, refletindo sérios impactos negativos especialmente em países de baixa renda (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012).

Estes autores afirmam em seu relatório chamado *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*, que a gestão dos resíduos sólidos é o serviço de responsabilidade das prefeituras dos municípios para o bem-estar da população. Apesar dos impactos e custos ambientais desta atividade, é considerado o mais importante serviço municipal, servindo como pré-requisito para outras ações municipais.

Os resíduos sólidos urbanos podem ser classificados de forma ampla como orgânicos e inorgânicos, este último sendo composto por 5 tipos: papel, plástico, vidro, metal e outros (Tabela 1). Essa classificação engloba os principais tipos de resíduos gerados nos municípios para embasar a elaboração do sistema de gestão local.

Tabela 1: Classificação de resíduos e suas composições.

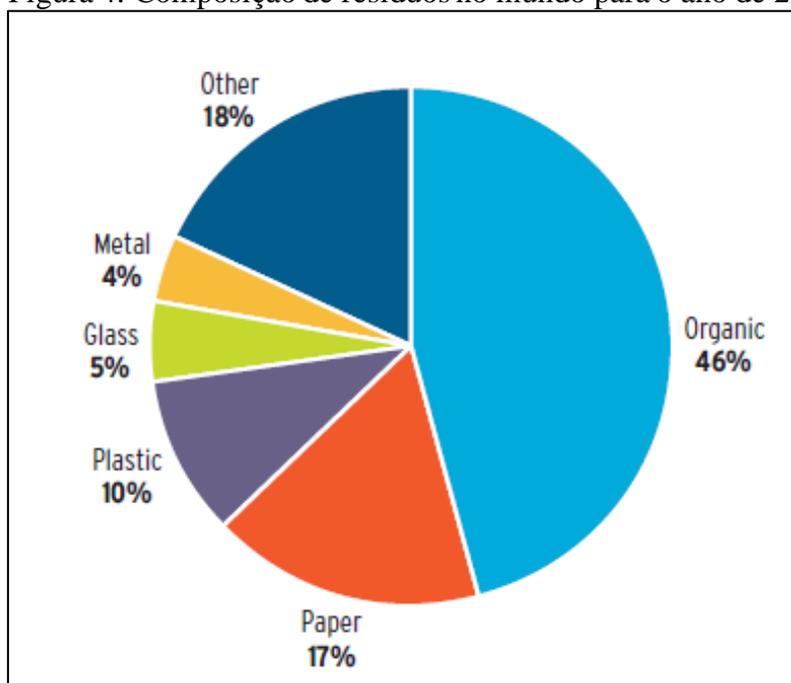
Tipos	Fontes
Orgânico	Restos de comida, resíduos de jardim (folhas, grama, arbustos), madeira, resíduos de processo.
Papel*	Restos de papel, papelão, jornais, revistas, bolsas, caixas, papel de embrulho, catálogos telefônicos, papel picado, copos para bebidas em papel.
Plástico	Garrafas, embalagens, recipientes, sacos, tampas, copos.
Vidro	Garrafas, vidros quebrados, lâmpadas, vidros coloridos
Metal	Latas, garrafas, floretes, grades, bicicletas
Outros	Têxtil, couro, borracha, lixo eletrônico, eletrodomésticos, cinzas e outros materiais inertes

Fonte: HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012.

*Papel: O papel seco é considerado como resíduo inorgânico, mas caso esteja contaminado por resíduos de alimentos, o papel passa a ser classificado como orgânico.

A composição dos resíduos considera basicamente fatores culturais, nível de desenvolvimento econômico, questões climáticas, localização geográfica, normas culturais e fontes de energia, sendo afetada pela frequência de coleta e pela forma com que estes materiais são destinados. Os países de baixa renda possuem maior proporção de resíduos orgânicos, já os países de alta renda apresentam maior proporção de resíduos inorgânicos, como papel, plásticos e outros materiais, representando uma variação de 40 a 85% do total gerado (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012). A Figura 4 ilustra a composição de resíduos a nível global no ano de 2009, sendo perceptível a maior geração de resíduos orgânicos.

Figura 4: Composição de resíduos no mundo para o ano de 2009.



Fonte: Hoornweg e Bhada-Tata, 2012.

Segundo Lopes (2003), até o ano de 1975 não havia a distinção entre rejeitos e resíduos sólidos, ou seja, estes últimos não possuíam qualquer valor econômico. No entanto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) faz claramente a diferença entre estes dois conceitos. Segundo esta legislação, resíduos sólidos são:

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 técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Já os rejeitos são definidos por esta legislação como (BRASIL, 2010):

Rejeitos são materiais que depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Os problemas referidos à crescente produção de resíduos sólidos ocupam importante espaço nas discussões sobre políticas sociais e econômicas no mundo inteiro, sendo que os países mais avançados, onde esta questão apareceu de forma mais recente, estão a uma ou duas gerações à frente dos demais, entre os quais encontra-se o Brasil (BARROS, 2012).

A produção de resíduos em grande escala começou a ser vista como um problema ambiental, e passou a ganhar destaque no âmbito nacional e internacional a partir da década de 1970, com discussões em encontros nacionais e internacionais de grande relevância na tentativa de resolver ou amenizar os impactos das atividades humanas sob aspecto ambiental e de saúde pública, através da elaboração e implementação de políticas norteadoras (SCHENEIDER, 2001; VELOSO, 2008; DEUS et al., 2015).

Medeiros et al., (2015) afirmam que a geração de resíduos sólidos é um dos grandes fatores da crise ambiental, devido ao desperdício de matéria e energia, que está relacionada ao consumo de energia na etapa de tratamento destes materiais, pela falta de controle do volume de resíduos que poderiam ser reutilizados ou reciclados, mas que são destinados aos aterros sanitários, tornando-os inservíveis (rejeitos). Para Barros (2012), a problemática dos resíduos tem que ser analisada de maneira mais abrangente que mera solução tecnológica e operacional, sendo necessário saber a quantidade total de resíduos gerados e questionar suas consequências.

No intuito de contornar os problemas relacionados aos resíduos sólidos, viu-se a necessidade da elaboração de políticas públicas e de adaptação da sociedade a novos padrões de consumo e formas de pensar, caracterizada por Worrell e Vesilind (2011), como “Revolução da Redução de Resíduos”, em que são priorizadas práticas de não geração e redução destes materiais, ações previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos acrescida com a prática de reciclagem, a fim de reduzir os custos no processo de gerenciamento dos resíduos e promover a inclusão sócio- produtiva de catadores (BRASIL, 2010).

3.2.3 Gestão e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos

Os resíduos sólidos vêm mudando há décadas em termos de volume e composição, devido fatores, como: crescimento populacional, mudança nos hábitos de consumo e introdução de novos costumes, possuindo um manuseio deficiente, em que a sua gestão não acompanha a evolução das tecnologias de produção (DIAS, 2009; NARAYANA, 2009; PATTNAIK E REDDY, 2010).

Inicialmente, cabe fazer a distinção entre os termos gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, pois muitas vezes são utilizados de forma similar, tornando dificultoso o processo de entendimento. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010):

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

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

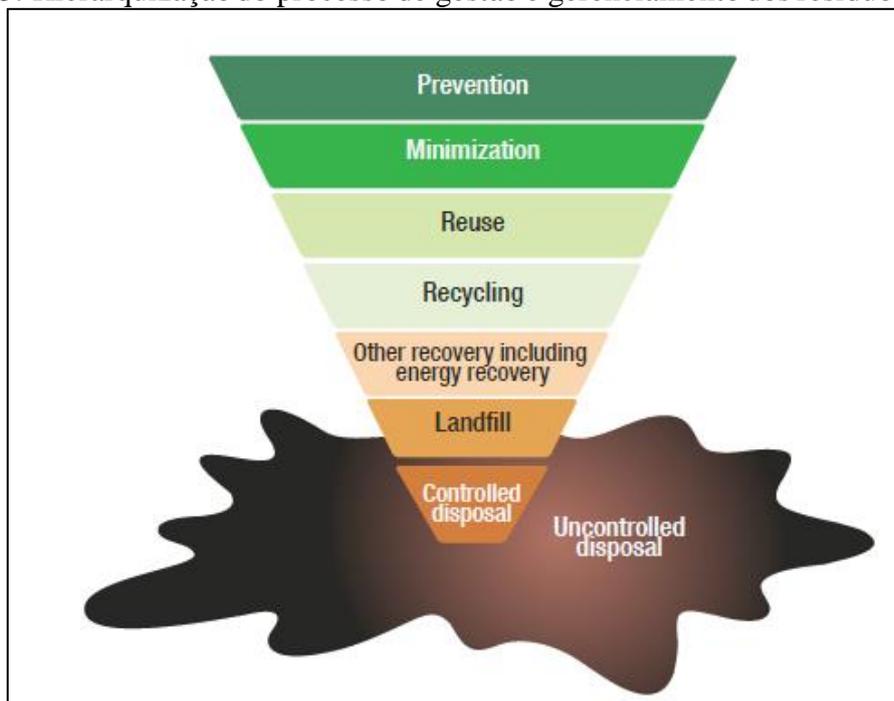
Outra definição para gerenciamento e gestão integrada de resíduos é fornecida por Araújo (2011, *apud* Barros 2012):

Gerenciamento (...) apresenta lógica processual ou operacional (...) diz respeito apenas à tipo determinado de resíduos. (...) gestão integrada engloba o planejamento e a coordenação de todas as etapas inseridas no gerenciamento e, também, a inter-relação das dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social envolvidas. (...) trabalha-se com os diferentes tipos de resíduos sólidos ao mesmo tempo.

Resumidamente, podemos associar o termo gerenciamento às práticas operacionais e ao uso de tecnologias nas suas diversas etapas, enquanto o termo gestão integrada está relacionado ao planejamento e monitoramento de programas, políticas e ações juntamente com a sociedade civil e órgãos gestores responsáveis pelo manejo dos resíduos para serem implementados nas diversas localidades, buscando melhorias nas dimensões contempladas pela Lei 12.305/2010, que são: política, econômica, ambiental, cultural e social. A Figura 5 ilustra as prioridades no sistema de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, obedecendo a hierarquia de não geração até a etapa de disposição

final destes materiais, em que as ações de planejamento dão diretrizes para a implementação das melhoras alternativas operacionais.

Figura 5: Hierarquização do processo de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos.



Fonte: UNEP, 2015.

Jacobi e Besen et al., (2011) descrevem que nos países mais ricos, existe uma necessidade e interesse para refinamento de seus processos de gestão, devido à quantidade de resíduos gerados, envolvendo a disponibilidade de fatores, como: recursos econômicos, preocupação ambiental e desenvolvimento tecnológico; já em países em desenvolvimento com intenso processo de urbanização, como o Brasil, verificam-se obstáculos para implementação de uma gestão adequada, devido fatores, como: baixa capacidade financeira e administrativa para garantir infraestrutura de serviços básicos, dentre eles, os serviços de coleta e destinação adequada do lixo.

Agamuthu et al., (2009) afirmam a complexidade do processo de gestão, portanto as políticas de gestão de resíduos só podem ser consideradas eficazes quando os resíduos são geridos de forma consistente, devendo abranger a não geração e a redução no uso de recursos naturais, o que pode ser amenizado com a prática de coleta seletiva, a fim de combater o desperdício de resíduos com potencial para reutilização ou reciclagem.

Segundo Santiago e Dias (2012); Reis e Matos (2016), uma das maiores dificuldades é realizar a gestão adequada de resíduos sólidos, considerando sua avaliação e monitoramento para formular estratégias e garantir a sustentabilidade ambiental, bem

como melhorias na qualidade de vida da população, tornando-se um desafio a longo prazo. De acordo com Besen et al., (2010), a gestão inadequada dos resíduos causa impactos socioambientais, como: degradação do solo, poluição de corpos hídricos, intensificação de enchentes, poluição atmosférica, proliferação de vetores causadores de doenças, além de proporcionar um ambiente insalubre para a atividade do catador.

Alguns autores vêm realizando pesquisas em busca de modelos de gestão integrada dos resíduos, no intuito de propor melhores soluções ou alternativas para minimização dos impactos socioeconômicos, ambientais e sanitários que envolvam a questão dos resíduos sólidos, desde sua geração até a etapa de disposição final, tendo em vista o seu caráter da inesgotabilidade (PINHO, 2011; AGOSTINHO ET AL., 2013; PEREIRA e CURI, 2013; KNEIPP ET AL., 2014; AGOVINO ET AL., 2016; AGUILAR ET AL., 2018).

3.2.4 Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos na União Européia

A União Européia é constituída atualmente por 28 países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Romênia e Suécia. A Figura 6 ilustra os países que foram inseridos no Bloco Europeu ao longo dos anos, passando de 6 para 28 membros.

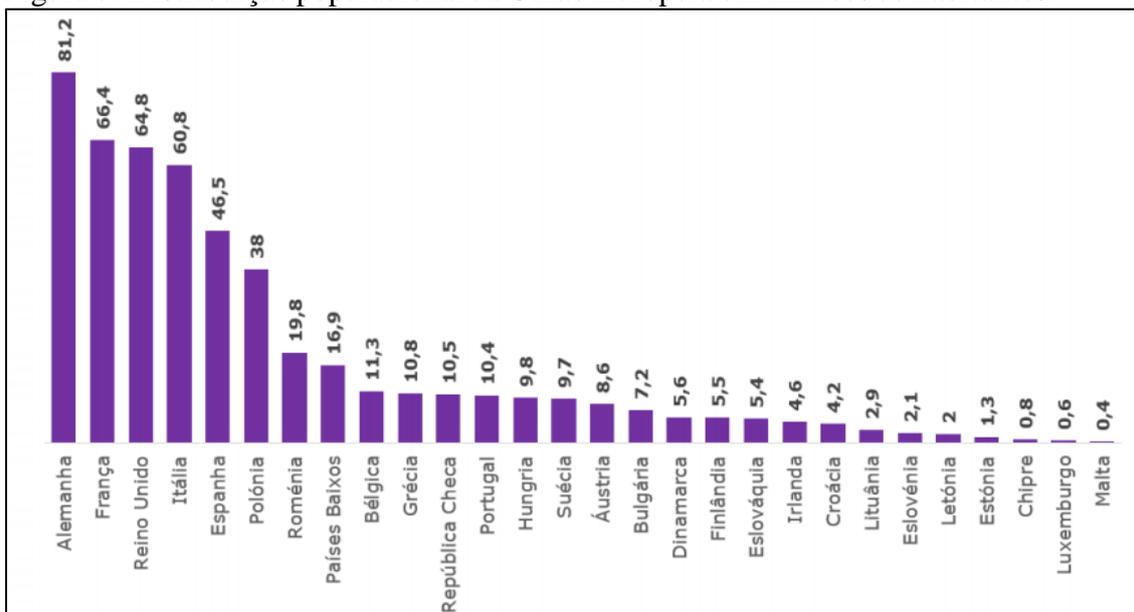
Figura 6: Processo de inclusão dos países na União Européia.



Fonte: Europe Direct, 2016.

Sua população é de aproximadamente 508 milhões de habitantes, distribuídos conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7: Distribuição populacional da União Europeia em milhões de habitantes.



Fonte: Europe Direct, 2016.

O Serviço de Pesquisa do Parlamento Europeu (EPRS, 2017) elaborou um relatório chamado Rumo a Uma Economia Circular, com a finalidade de apresentar a dinâmica da gestão dos resíduos nos países membros, abordando desde os princípios legislativos aplicados até o uso de diversas tecnologias nos seus processos operacionais, como tratamento e disposição final dos resíduos.

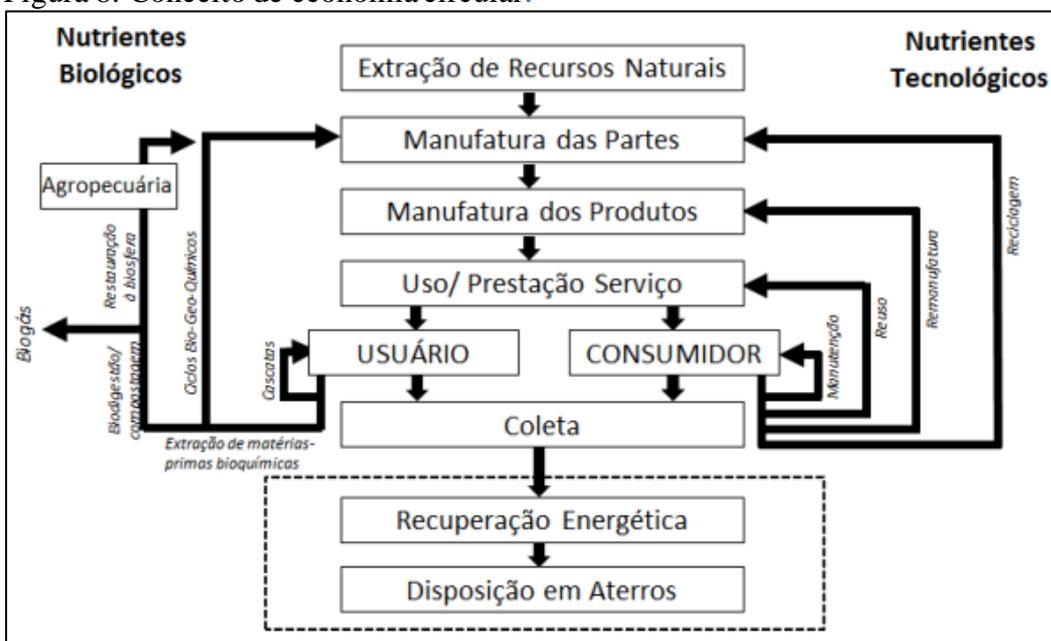
O modelo econômico europeu atual é considerado linear, pois há produção contínua e impensável de resíduos, o que provoca impactos ambientais e de saúde evitáveis, bem como o uso ineficiente de recursos naturais e dependência por recursos externos. Nesse contexto, a economia circular cria um novo cenário capaz de aliviar as pressões e preocupações, além de proporcionar benefícios socioeconômicos e ambientais (EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY- EEA, 2017).

Segundo a *United Nations Environment Programme* (UNEP, 2011), uma economia com alto Produto Interno Bruto reflete na geração de grande volume de resíduos, logo a dissociação entre a produção destes materiais e o crescimento econômico é fundamental no processo de transição de uma economia linear para uma economia circular, com um olhar mais sustentável, tendo em vista o alcance de objetivos, como: desperdício zero, geração de um ciclo fechado, eficiência de recursos, evasão de resíduos, reutilização e reciclagem.

Para a (EPRS, 2017), a gestão de resíduos sólidos ambientalmente adequada tem sido um verdadeiro desafio para as políticas europeias desde o início, no entanto já foram alcançados avanços significativos no que diz respeito à minimização de impactos provenientes da geração destes materiais ao meio ambiente e à saúde humana.

Considerando a perspectiva de uma economia circular, a gestão de resíduos vai além de simplesmente “limpar a bagunça”, ela deve se tornar parte integrante da economia, diretamente ligada aos padrões de consumo e produção, em que o máximo aproveitamento dos produtos caracteriza o design circular (Figura 8), através de alternativas para remanufaturamento, desmontagem e reciclagem destes materiais, reduzindo o volume de rejeitos, aumentando a possibilidade na geração de energia e promovendo economia de recursos, bem como redução de custos nos processos de tratamento e disposição final (EPRS, 2017).

Figura 8: Conceito de economia circular.



Fonte: Ribeiro e Kruglianskas (2014). Adaptado de EMF, 2012.

De forma geral, segundo a *European Commission* (EC, 2014), o conceito de economia circular engloba todos os aspectos da atividade econômica, com a intenção de criar um ciclo fechado, onde os rejeitos passam a ser considerados recursos. Algumas metas foram consideradas para melhorias da gestão dos resíduos nos países europeus, dentre elas: a redução dos aterros para receber apenas 10% dos resíduos sólidos urbanos

até o ano de 2030 e o preparo de 65% desses resíduos para reutilização ou reciclagem, além da implementação de políticas públicas para combate ao desperdício.

Na União Européia os marcos regulatórios sobre a gestão dos resíduos são dados através de Diretiva, estabelecendo metas para todos os países, sem definir necessariamente como esses objetivos devem ser alcançados, gerando certa flexibilidade quanto a adoção de suas ações (EEA, 2015). As principais diretivas relacionadas à problemática dos resíduos, são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Sumário das principais diretivas europeia sobre a gestão de resíduos.

	Prevenção de resíduos	Resíduos Municipais	Resíduos de embalagens	Resíduos de alimentos	Bio-resíduos	Matérias-primas críticas
Quadro de resíduos: Diretiva 2008/98/EC	X	X	X	X	X	X
Aterros: Diretiva 99/31/CE		X	X	X	X	X
Embalagem e Resíduos de embalagem: Diretiva 94/62/CE	X		X			
Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: Diretiva 2012/19/EU						X
Baterias e resíduos de baterias: Diretiva 2006/66/CE						X

Fonte: EPRS, 2017.

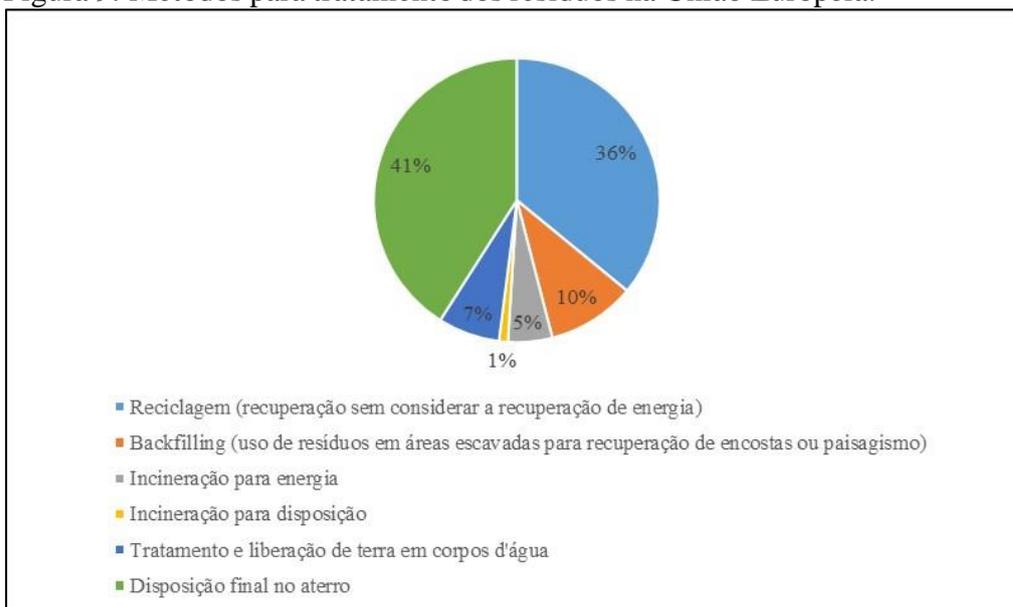
Vale ressaltar que não existem apenas as diretrizes apresentadas na Tabela 2, mas uma série de outras diretivas e regulamentos também provocam impactos sobre a gestão de resíduos na Europa, dentre elas a diretiva de concepção ecológica, de regulação de embarque de resíduos e o regulamento de fertilizantes (EPRS, 2017). No entanto, como o foco deste estudo está relacionado aos resíduos sólidos urbanos, foram citadas apenas as consideradas principais dentro deste contexto.

Na Europa, foram gerados aproximadamente 2,6 milhões de toneladas de resíduos em 2014, com maior percentual de contribuição do setor da construção civil (33,5%), seguido da indústria extrativista (29,8%). Os outros percentuais se distribuem em diversos outros tipos de resíduos, como: domiciliares, de produtos manufaturados, de serviços de saneamento básico, minerais, entre outros (EPRS, 2017).

Segundo a (EC, 2016), os resíduos sólidos urbanos representam apenas 10% do total gerado, apesar de possuírem alta carga poluidora e ao mesmo tempo, alto potencial de recuperação através de uma boa gestão. No ano de 2012, a média per capita de resíduos gerados era de 486 kg, destacando a Dinamarca com per capita de 791 kg. Já Chipre, Malta, e Grécia possuem elevada produção per capita devido o turismo ser atividade predominante. No entanto, a implementação de políticas públicas e o compromisso no alcance de suas metas, têm feito os países europeus reduzirem o valor de resíduo gerado por pessoa, passando de um média de 515 kg em 2005 para 476 kg em 2015, ou seja, uma redução de 8% em 10 anos.

No que se refere ao tratamento, maior parte dos resíduos europeus são destinados para aterros sanitários (Figura 9), o que gera uma série de preocupações ambientais relacionadas à poluição, ocupação de terra e recursos perdidos. A segunda alternativa para tratamento destes materiais ocorre através da reciclagem (36%) e do uso de resíduos em áreas escavadas chamado de *backfilling*, representando que 46% dos resíduos são recuperados de alguma forma, contribuindo para manutenção do ciclo fechado da economia circular.

Figura 9: Métodos para tratamento dos resíduos na União Européia.



Fonte: Eurostat (2018).

De acordo com a EPRS (2017), os objetivos e metas estabelecidos pela proposta da economia circular vêm gerando vários desafios para os países membros do bloco europeu. Apesar de a previsão para cumprimento dos objetivos pré-definidos ser

2030, alguns países têm mostrados seus esforços através do alcance de certos pontos ainda no ano de 2012 (Figura 10).

Figura 10: Desempenho da União Européia em 2012 diante dos objetivos para 2030.

Estado Membro	Resíduo sólido municipal		Materiais de embalagem					
	< 10% (aterros)	> 65% (reciclagem)	Vidro > 85%	Metal > 85%	Papel e papelão > 85%	Madeira > 75%	Plástico > 55%	Total > 75%
Áustria								
Bélgica								
Bulgária								
Croácia								
Chipre								
República Tcheca								
Dinamarca								
Estônia								
Finlândia								
França								
Alemanha								
Grécia								
Hungria								
Irlanda								
Itália								
Letônia								
Lituânia								
Luxemburgo								
Malta								
Holanda								
Polônia								
Portugal								
Romênia								
Eslováquia								
Eslovênia								
Espanha								
Suécia								
UK (Reino Unido)								

Fonte: Eurostat, 2018.

Codificação de cores: verde = alvo já atingido; alaranjado = dentro de 20% da meta; vermelho = falta mais de 20% da meta.

Pelas informações da Figura 10, 35,7% dos países já alcançaram as metas estabelecidas para 2030 referente à recuperação de papel e papelão. A recuperação da madeira é um processo bem particular, por isso apenas a Irlanda apresentou avanços nesse sentido, sendo 82,1% dos países afastados das metas em mais de 20% das ações. Com relação a recuperação de materiais para a reciclagem, apenas a Alemanha já alcançou o objetivo; em termos de disposição final em aterros, apenas a Bélgica e Holanda conseguiram reduzir o volume dos resíduos destinados para menos de 10% do total gerado.

3.2.5 Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Japão

As preocupações com os passivos ambientais têm ganhado cada vez mais atenção, principalmente em locais altamente povoados, devido os aterros estarem atingindo os seus limites de saturação, logo, vem a seguinte pergunta: “onde despejar o lixo”? (TSOI et al., 2009). O cenário da gestão dos resíduos no Japão esbarra em problemas de disponibilidade de área para disposição destes materiais e de elevada densidade populacional, intimamente ligada com a produção de resíduos. Até o ano de 2016, o país abrigava 126,93 milhões de habitantes, representando 1,7% da população mundial, com densidade de 340,8 pessoas por quilômetro quadrado (HOTTA e SUZUKI, 2014).

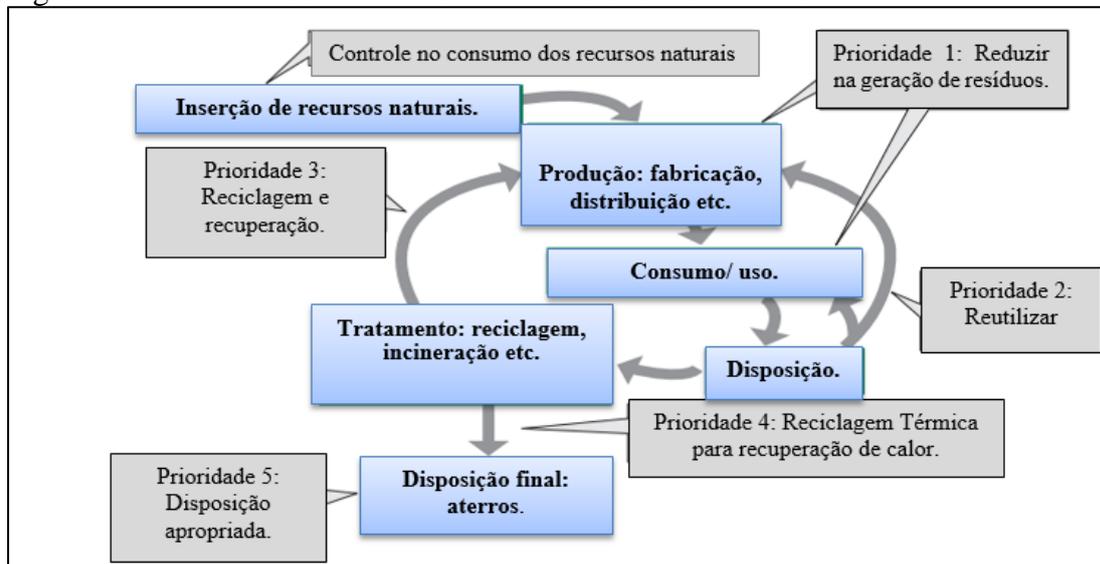
No Japão, os resíduos eram tratados pelos próprios geradores ou por operadores privados que coletavam o total gerado e selecionavam objetos de valor para vendê-los, a fim de obter lucro. No entanto, muito resíduos ainda eram descartados em lugares inapropriados, como estradas, terrenos baldios ou empilhados em espaços insalubres. Como consequência, ocorreu a atração de vetores causadores de doenças, dentre eles: moscas, mosquitos e ratos, tornando-se o mau gerenciamento dos resíduos uma questão de saúde pública (*ENVIRONMENT MINISTRY OF JAPAN – EMOJ, 2011*).

Para MOEJ (2006), a gestão municipal dos resíduos no Japão entre as décadas de 1970 a 1980 tiveram a finalidade de aumentar as taxas de saneamento e reduzir a quantidade de resíduos para descarte, através dos processos de incineração e reciclagem; no entanto, os incineradores passaram a liberar alta concentração de dioxinas para a atmosfera, consideradas substâncias tóxicas e prejudiciais à saúde humana. Segundo MOEJ (2007), houve a necessidade de investimentos nesse setor, com elevados custos para construir instalações mais avançadas e de maior escala, logo, os municípios passaram a adotar medidas para redução da quantidade de resíduos por meio da reciclagem.

A existência de incineradores como principal tratamento dos resíduos no Japão, não implicou negativamente na redução e reciclagem dos resíduos. Pelo contrário, é visto como um incentivo, pois devido ao alto custo investido nessa tecnologia, houve forte resistência da população japonesa, tendo o risco de fechar essa atividade. Para reverter essa situação, viu-se como alternativa de saída a adoção de práticas mais sustentáveis, como a reciclagem (HOTTA e SUZUKI, 2014).

A Lei Base para Implantação da Sociedade de ciclo fechado de materiais no Japão em 2000 (*Sound Material- Cycle Society- SMCS*) (Figura 11), define princípios básicos para a criação de uma sociedade mais consciente em frente à problemática da geração de resíduos sólidos.

Figura 11: Visão sistêmica da sociedade de ciclo fechado de materiais.



Fonte: Adaptado de EMOJ, 2011.

O *SMCS* tem a finalidade de reduzir o consumo de recursos e minimizar os impactos ambientais provenientes do mau gerenciamento dos resíduos. Além disso, são elencadas as seguintes prioridades: controle na geração, reutilização, reciclagem/recuperação, reciclagem térmica e por fim, disposição final ambientalmente adequada.

A grave situação sobre os resíduos contribuiu na formulação e aprovação de leis, havendo parceria entre os governos, operadores de empresas privadas e residentes, para estabelecer metas e objetivos em combate ao desperdício, utilizando de modo mais eficaz os recursos para o alcance de uma gestão adequada dos materiais gerados. Estas leis estabeleceram o início do debate e de ações de questões como descarte dos resíduos e a reciclagem de eletrodomésticos e automóveis. Outro desafio proposto, consiste na introdução do “3R” (reduzir, reutilizar e reciclar), além de incluir aspectos como a gestão adequada de materiais perigosos e tecnologias para tratamento dos resíduos.

A Tabela 3 apresenta a evolução das legislações japonesas no âmbito dos resíduos sólidos (EMOJ, 2011).

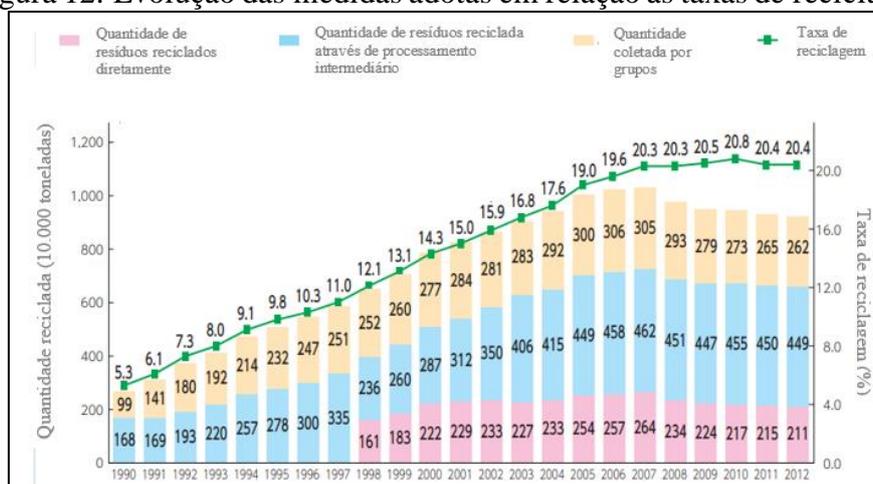
Tabela 3: Histórico dos sistemas jurídicos para o desenvolvimento de uma sociedade com ciclo fechado de materiais (pós-guerra aos dias atuais).

Período	Maiores problemas	Leis promulgadas	Ano
Período pós- guerra para a década de 1950	Gestão dos resíduos para saneamento ambiental	Lei de Limpeza Pública	1954
	Manutenção de um ambiente saudável e confortável		
1960 a 1970	Aumento da quantidade de resíduos industriais e surgimento de problemas de poluição como resultado do rápido crescimento econômico	Lei sobre Medidas de Emergência para o Desenvolvimento de Instalações Ambientais Vivas	1963
	Gestão de resíduos para proteção ambiental	Lei de Gestão de Resíduos	1970
		Revisão da Lei de Gestão de Resíduos	1976
1980	Promoção do desenvolvimento de instalações de gestão de resíduos	Lei do Centro de Desenvolvimento do Ambiente Costeiro de Grande Área	1981
	Proteção ambiental necessária para o gerenciamento de resíduos	Lei do Sistema de Esgotos Privados	1983
1990	Controle de geração de resíduos e reciclagem	Revisão da Lei de Gestão de Resíduos	1991
		Ação para Promover o Desenvolvimento de Instalações Específicas para o Disposição de Resíduos Industriais	1992
	Estabelecimento de vários sistemas de reciclagem	Lei de Basileia Japonesa	1992
		Lei Ambiental Básica	1993
		Lei de Reciclagem de Recipientes e Embalagens	1995
		Revisão da Lei de Gestão de Resíduos	1997
		Lei de Reciclagem de Eletrodomésticos	1998
Introdução de um sistema adequado de gestão de resíduos para lidar com a diversificação no tipo e natureza dos resíduos.	Lei sobre Medidas Especiais contra as Dioxinas	1999	
2000	Promoção de medidas 3R visando o estabelecimento de uma sociedade sadia de ciclo material	Lei Básica para estabelecer uma Sociedade de Ciclo fechado de materiais (<i>Sound Material-Cycle Society</i> - <i>Lei de Reciclagem para Construção</i>)	2000
		Lei de Reciclagem de Alimentos	2000
		Revisão da Lei de Gestão de Resíduos	2000
		Lei sobre medidas especiais relativas à promoção do tratamento adequado de resíduos de PCB (<i>Polychlorinated biphenyl</i>)	2001
	Melhoria do gerenciamento de resíduos industriais	Lei de Reciclagem de Automóveis	2002
		Agir sobre Medidas Especiais Relativas à Remoção de Problemas Ambientais Causados por Resíduos Industriais Especificados	2003
	Aprimoramento dos regulamentos de exportação ilegal	Revisão da Lei de Gestão de Resíduos	2003 - 2006 e 2010
		Lei de Reciclagem de Pequenos Eletrodomésticos	2013

Fonte: Adaptado de EMOJ, 2011.

Na Figura 12 são apresentados os resultados das medidas do governo na implantação do 3R e seu impacto na redução no volume de resíduos destinados aos aterros sanitários, após a década de 1990, quando de fato houve uma preocupação com o controle na geração de resíduos e reciclagem.

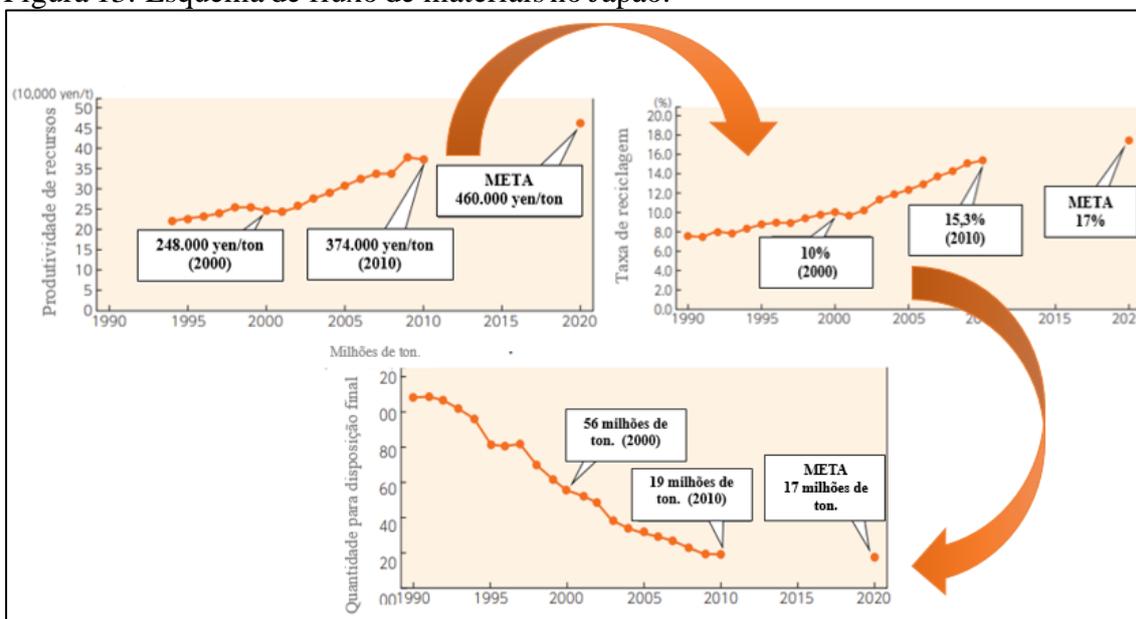
Figura 12: Evolução das medidas adotadas em relação às taxas de reciclagem.



Fonte: Adaptado de EMOJ, 2011.

Segundo a UNEP (2005) e EMOJ (2011), o governo japonês vem tomando uma série de iniciativas para reduzir o descarte de resíduos, definindo metas para taxas de reciclagem e de disposição final no Plano Básico de Reciclagem, além de propor medidas para incineração e reciclagem destes materiais (Figura 13). Esse plano aborda três aspectos de fluxo dos materiais: entrada, circulação e saída através de diagramas.

Figura 13: Esquema de fluxo de materiais no Japão.



Fonte: Adaptado de EMOJ, 2011.

A produtividade dos recursos está relacionada ao valor obtido em moeda nacional (yen) por tonelada de resíduo gerado, em que se percebeu um aumento do montante de arrecadação em 33,7% de 2000 para 2010; dos resíduos gerados, verifica-se a quantidade de materiais que podem ser reciclados (taxa de reciclagem), tendo aumentado desde a década de 1990, a partir do período de preocupação no processo de redução dos resíduos; os resíduos que não podem ser recuperados são transferidos para os aterros sanitários. Essa variável tem reduzido para proporcionar o aumento da vida útil destas áreas, adiando a sua saturação.

3.2.6 Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos nos EUA

A geração dos resíduos é proveniente da atividade humana, devido ao descarte de lixo alimentar, agrícola, embalagens e produtos sem utilidade para o gerador em sua forma atual, sendo o aumento destes materiais no ambiente causado pelo crescimento populacional do período Pós Revolução Industrial, caracterizado por conduzir passivos já existentes, dentre eles, os problemas de saneamento urbano, os quais atrelados à prática de desperdício, cria a necessidade de gestão eficiente dos resíduos (LOUIS, 2004).

Para Singh et al., (2014), um sistema de gerenciamento adequado conta com elementos operacionais que vão desde a geração dos resíduos até o processo de disposição final destes materiais, por isso, são considerados elementos interligados e devem ser cuidadosamente estudados no processo de gestão antes de serem colocados em prática.

Nos Estados Unidos são gerados de 200 a 400 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos anualmente, com geração per capita de 2 a 3 kg/dia (TONJES e GREENE, 2012). Os dados mais recentes são de 2015, com a produção de 262 milhões de toneladas destes materiais sendo 25,8% inserido novamente na cadeia produtiva pela reciclagem; 8,9% destinado ao processo de compostagem; 12,8% foram queimados para recuperação energética e 52,5% foram destinados aos aterros sanitários.

Na Tabela 4 são apresentadas as taxas de geração de resíduos, bem como suas utilidades desde 1960 até 2015, mostrando que as mudanças nos padrões de consumo afetaram significativamente a produção destes materiais e contribuíram para criação de legislações a fim de amenizar estes impactos (LOUIS, 2004; *UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – US EPA, 2018*).

Tabela 4: Geração, reciclagem, compostagem, combustão com recuperação de energia e aterramento de resíduos sólidos municipais de 1960 - 2015 (em milhões de toneladas).

Atividade	1960	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2014	2015
Geração	88.1	121.1	151.6	208.3	243.5	253.7	251.1	259.0	262.4
Reciclagem	5.6	8.0	14.5	29.0	53.0	59.2	65.3	66.6	67.8
Compostagem *	ins.	ins.	ins.	4.2	16.5	20.6	20.2	23.0	23.4
Combustão com recuperação de energia **	0.0	0.5	2.8	29.8	33.7	31.7	29.3	33.2	33.5
Aterro sanitário e outras disposições ***	82.5	112.6	134.3	145.3	140.3	142.2	136.3	136.2	137.7

Fonte: US EPA, 2018.

*compostagem de resíduos do quintal, comidas, e outros resíduos orgânicos dos RSU. Não inclui a compostagem de resíduos no quintal.

**Inclui a combustão de RSU em queima de massa ou na forma de combustível derivados de resíduos, e combustão com recuperação de energia de materiais separados na fonte (paletes de madeira, combustível de pneus).

***Aterramento após reciclagem, compostagem e combustão com recuperação de energia.
ins: insignificante. Materiais correspondentes a 5.000 toneladas.

Na Tabela 5 é apresentada a evolução das principais legislações americanas criadas a partir do início da preocupação com as pilhas de resíduos formadas nas ruas, que além de provocarem problemas à estética local, eram vistas como questão de saúde pública.

Tabela 5: Evolução das principais legislações americanas voltadas à Gestão de Resíduos Sólidos.

Legislações Federais	Ano	Influência na Gestão dos Resíduos Sólidos
Lei dos rios e portos	1899	Controle do lançamento de resíduos em corpos d'água e áreas verdes
Lei de Resíduos Sólidos	1965	Financiamento de aterros sanitários e controle de "lixões"
Lei de Recuperação de Recursos	1970	Trata a questão da recuperação de materiais pela reciclagem
Lei do Ar Limpo	1970	Controle na emissão de gases atmosféricos
Lei de Conservação e Recuperação de Recursos (LCRR)	1976	Trata sobre a disposição dos resíduos sólidos e de resíduos perigosos, além de dar à EPA autoridade para controlar a gestão nacional dos resíduos sólidos
Lei de Responsabilidade, Compensação e Resposta Ambiental	1980	Trata a recuperação de áreas degradadas pela construção de áreas de disposição inadequada de resíduos
Emendas de Resíduos Sólidos e perigosos	1984	Amplia o âmbito e os requisitos do LCRR. Exige da EPA o desenvolvimento de um programa abrangente para a regulamentação dos sistemas reservatórios subterrâneos para proteger a saúde humana e o meio ambiente. Estabelecem diretrizes e condições para a operação e o licenciamento da atividade de destinação de resíduos sólidos em aterros sanitários.
Emenda de Superfundo e Lei de Reautorização	1986	Fundo de reforço nas ações de recuperação de áreas degradadas por aterros inadequados
Lei de Prevenção da Poluição	1990	Eliminação ou redução da poluição na fonte, considerando a disposição final no meio como última alternativa e ambientalmente adequada. Alguns estados e cidades possuem estratégias para aumentar a reciclagem, como o sistema de depósito-retorno, funcionando como a logística reversa no Brasil.
Nova Lei do Ar Limpo	1995	Garante mais restrições a emissão de gases poluentes para atmosfera, como complemento à lei de 1970

Fonte: Adaptado de Louis, 2004; Juras, 2012 e Jucá et al., 2014.

3.2.7 Histórico brasileiro da Legislação sobre Resíduos Sólidos

Inicialmente, torna-se importante conhecer a estrutura institucional dos órgãos que compõe o quadro da área de meio ambiente no âmbito nacional e suas devidas funções, desde o nível federal até o nível municipal (Figura 14), os quais são responsáveis pela elaboração de políticas públicas, realização de planejamentos e criação de estratégias para a implementação e monitoramento de atividades que podem ser consideradas lesivas ao meio ambiente.

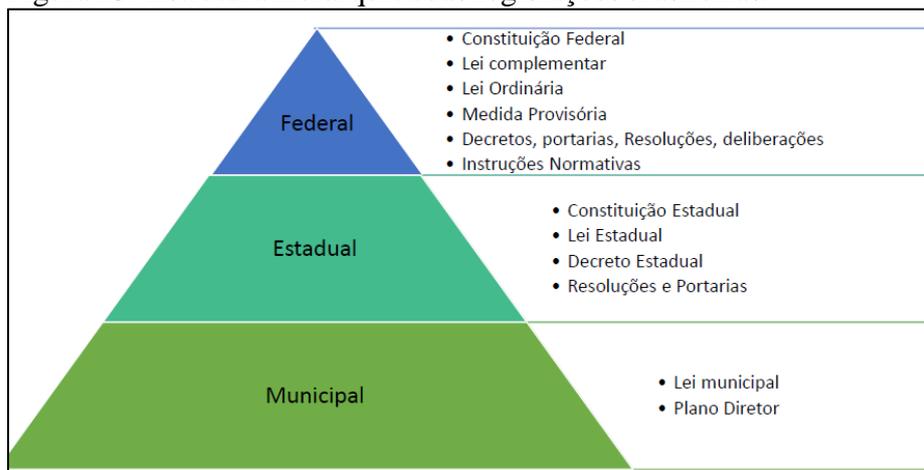
Figura 14: Estrutura organizacional dos órgãos de Meio Ambiente.



Fonte: SISNAMA, 2016.

É importante também conhecer a hierarquização dos documentos legais no Brasil (Figura 15), em que a CF/88 representa o topo da pirâmide, seguida por leis complementares, ordinárias, medidas provisórias, instruções normativas, resoluções, decretos e portarias, as quais não podem ferir os princípios previstos na CF, nem ser menos rigorosas em qualquer nível.

Figura 15: Estrutura hierárquica das legislações brasileiras.



Fonte: SISNAMA, 2016.

No Brasil, a legislação ambiental tem seu ponto de partida em 1981 com a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) através da Lei no 6.938 de 31 de agosto de 1981 e regulamentada pelo Decreto no 99.274 de 6 de junho de 1990. Nesse momento as questões ambientais passaram a ser tratadas de forma holística e não mais de forma fragmentária, sendo considerado um dos maiores avanços do campo da legislação ambiental no nosso país. Em seu artigo 2 é descrito o objetivo desta lei, como:

A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

No entanto, com a promulgação da Constituição Federal em 1988 (CF/88), as questões ambientais passaram a ser tratadas de forma mais rigorosa, sendo destinado um capítulo específico para estas questões. Em seu capítulo VI, artigo 225 estabelece que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

O trabalho realizado por Silva et al., (2017) sintetiza a evolução histórica das legislações que abordam a questão dos resíduos sólidos no Brasil, desde 1981 até 2017, baseados em documentos do Ministério do meio Ambiente (MMA) e do Instituto Brasileiro do Meio ambiente (IBAMA).

O artigo 30 (incisos I, II e III) desta legislação fornece mais autonomia aos municípios, passando a ser um ente federativo autônomo, com competências próprias, independência administrativa, legislativa e financeira e, com capacidade de legislar sobre assuntos de interesse local; complementar a legislação federal e a estadual e, ainda, organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local de caráter essencial. Logo, é de responsabilidade do município realizar os serviços de limpeza urbana, a gestão dos resíduos e seu gerenciamento, que vai desde a geração até o processo de destinação ou disposição final adequada (SILVA et al., 2017).

No artigo 225, § 3º da CF/88 é tratada a questão de condutas ou atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, que devem provocar sanções penais e administrativas aos infratores, pessoas físicas ou jurídicas, independente da obrigação de reverter o dano causado. Dez anos depois foi instituída a Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 denominada Lei de Crimes Ambientais (LCA), apresentando um arcabouço mais rígido e inovador em comparação com a CF/88, claramente perceptível pela responsabilidade penal da pessoa jurídica. Em seus artigos 21, 22, 23 e 24, esta legislação trata sobre as penas aplicáveis às pessoas jurídicas, contudo não estabelece parâmetros legais para fixação das penas, diferente do que ocorre com a pessoa física que é julgada segundo o direito penal, aplicável apenas aos seres humanos.

No artigo 54 é descrita de forma abrangente as atividades que podem provocar sanções penais ou administrativas de acordo com a lei: “Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora”. Mais especificamente neste mesmo artigo, § 2º, inciso V, é considerado crime ambiental atividades ligadas “ao lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substância oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos”, provocando como pena reclusão de 1 a 5 anos.

No artigo 56, também é considerada atividade lesiva ao meio ambiente a questão do manuseio de materiais classificados como perigosos, que serão descritos posteriormente segundo a classificação da Política Nacional de Resíduos Sólidos e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), afirmando o seguinte: “Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar,

guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos”, resultando pena de reclusão variando de 1 a 4 anos.

Dando continuidade ao histórico das legislações mais importantes no campo ambiental, tem-se a criação da Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), instituída pela Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007, a qual estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Como complementação desta lei, a Medida Provisória 868/2018 define como parte constituinte do sistema de saneamento básico a “limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbanas”.

Após a criação da PNSB, em agosto de 2010 foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010. A Tabela 6 apresenta as mudanças a partir da implementação da PNRS, nos termos da participação do Poder público, do setor empresarial, da inserção dos catadores e da participação da população no processo de gestão compartilhada dos resíduos sólidos.

Tabela 6: Modificações provocadas pela implementação da Lei 12.305/2010.

ANTES	DEPOIS
Poder público	
Não priorizava a problemática do lixo urbano	Os municípios devem elaborar planos para cumprir as exigências legais
Existência de lixões na maioria dos municípios	Erradicação dos lixões em 4 anos para implantação de aterros sanitários
Não aproveitavam os resíduos orgânicos	Passaram a realizar a compostagem destes materiais
Coleta seletiva cara e ineficiente	Torna-se obrigatório controlar os custos e medir a qualidade do serviço
Empresas	
Inexistência de lei nacional para nortear os investimentos	Marco legal passa a estimular as ações empresariais
Falta de incentivos financeiros	Novos instrumentos financeiros passa a estimular a reciclagem
Baixo retorno de produtos eletrônicos pós-consumo	Retorno dos produtos para às indústrias após uso (logística reversa)
Desperdício econômico sem a reciclagem	Com a reciclagem, mais negócios serão gerados com impacto na geração de renda
Catadores	
Exploração por atravessadores e riscos à saúde	Redução dos riscos à saúde e aumento da renda em cooperativas
Informalidade	Contrato de cooperativas pelos municípios para realizar a coleta e reciclagem
Problemas de qualidade e quantidade de materiais	Melhorias na qualidade e quantidade de materiais
Falta de qualificação e visão de mercado	Capacitação e treinamento dos catadores para melhorar a produção
População	
Não realizava a separação do material reciclável nas casas	O consumidor passa a realizar a separação de forma criteriosa
Falta de informação	Realização de campanhas educativas para mobilização da população
Falhas nos atendimento da coleta municipal	Coleta seletiva deverá melhorar para recolher mais resíduos
Pouca reivindicação junto às autoridades	Maior cobrança dos seus direitos junto aos governantes

Fonte: Adaptado de Compromisso Empresarial para reciclagem (CEMPRE, 2012).

Em seu artigo 4º, a PNRS reúne “o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos”. Em seu escopo são estabelecidas diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos, as responsabilidades dos geradores e do poder público, bem como os instrumentos econômicos aplicáveis, internalizando conceitos vigentes em países desenvolvidos, particularmente da Europa (MANNARINO et al., 2015).

Em seu artigo 5º descreve as legislações que estão integradas a PNRS “integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, regulada pela Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999, com a Política Federal de Saneamento Básico, regulada pela Lei nº 11.445, de 2007, e com a Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005, que trata sobre consórcios públicos”. Em seu artigo 7º são descritos os 11 objetivos desta Política, considerando aspectos de “proteção da saúde pública, qualidade ambiental, não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento, disposição final ambientalmente adequada, gestão integrada de resíduos sólidos, entre outros”.

Outro ponto importante desta legislação está no prazo estipulado inicialmente para a extinção dos lixões, que era até agosto de 2014, garantindo aos municípios um período 4 anos para adequação à Política e adoção de aterros sanitários para realizar a disposição ambientalmente adequada destes materiais. No entanto, devido a dificuldade dos municípios em implementar essas medidas, o prazo foi prorrogado pelo Projeto de Lei nº 2.289/2015 para os seguintes prazos, dependendo da faixa de tamanho populacional: população superior a 100.000 habitantes o prazo é de 31 de julho de 2018, população de 50 a 100.000 habitantes, o prazo é de 31 de julho de 2020 e para municípios com população inferior a 50.000 habitantes, o prazo é de 31 de julho de 2021. Resumidamente, as leis que garantem a proteção do meio ambiente se apresentam como um dos mecanismos existentes para o alcance desta finalidade. Logo, a sociedade deve realizar suas atividades seguindo ações que compatibilizem o desenvolvimento econômico com a proteção do ecossistema (BORTOLI e GARCIAS, 2016).

3.2.8 Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos e Panorama do Brasil

Nos últimos anos o aumento da preocupação com a defesa do meio ambiente tornou-se intensa em todo mundo, deixando de ser uma apenas um problema para os ambientalistas e passando a se tornar um problema do governo público e seus gestores. As ações intergovernamentais acerca das questões ambientais tiveram início com a Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente ocorrida em Estocolmo na Suécia no ano de 1972, também conhecida como Conferência de Estocolmo ou Eco-72, onde foram tratados assuntos ligados à preservação da natureza, como: poluição atmosférica e o uso de recursos naturais (MACHADO e OLIVEIRA, 2010).

Desde então, as questões ambientais vêm ganhando força com a realização de conferências e encontros de governantes para elaborar estratégias que garantam um equilíbrio entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais. Em 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU) elaborou um documento chamado “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, abordando 17 áreas temáticas e vários objetivos dentro de cada área para serem alcançados até 2030.

Os resíduos sólidos são considerados em 2 áreas: “Cidades e Comunidades Sustentáveis - até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros” e Consumo e Produção Responsáveis - até 2020, alcançar o manejo ambientalmente adequado dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionalmente acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reúso.

No Brasil, as questões ambientais ganharam destaque com a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio-92, onde foram abordados assuntos sobre os impactos que o desenvolvimento provocava nos ecossistemas e na saúde da população (GOUVEIA, 2012). Em 2012, a cidade do Rio de Janeiro sediou a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, conhecida também como Rio+20 para tratar de assuntos relacionados a conservação e proteção do meio ambiente. Uma questão pouco abordada, mas de extrema importância é a adoção de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo como medida mitigadora para os efeitos

climáticos provocados pela emissão de gases do efeito estufa (GEE), sendo essencial realizar um gerenciamento adequado dos resíduos, pois Gouveia (2012) afirma que quando não gerenciados de maneira correta, podem provocar impactos no ar, devido a liberação de partículas e poluentes atmosféricos que se decompõem, gerando GEE, como o metano, considerado o principal responsável pelo aquecimento global. Valle (2009) descreve outra forma de poluição atmosférica ligada aos resíduos sólidos, proveniente da queima de materiais descartados em locais inapropriados (lixões), devido a falta de conscientização da população, aumentando os riscos de erosão do solo por conta da perda de vegetação e consequentes prejuízos ambientais.

A questão dos resíduos no Brasil vem enfrentando dificuldades ao longo do tempo, favorecido pela desafio do governo em elaborar e implementar políticas públicas eficientes para este setor, bem como da sociedade em estabelecer novos padrões de consumo em prol das diretrizes do desenvolvimento sustentável, podendo ser explicado pela falta de conhecimento da sociedade sobre os impactos provocados pelo gerenciamento inadequado destes materiais, dificultando o desenvolvimento desta área no nosso país (CEZAR et al., 2015).

Andreoli et al., (2014) garantem que a dificuldade da gestão dos resíduos sólidos está ligada a dois aspectos: a quantidade de resíduos gerados e sua composição, sendo necessário buscar novas alternativas para tratamento e disposição destes materiais. A gestão integrada dos resíduos é considerada uma difícil tarefa, devido a sua complexidade, a qual envolve profissionais de diversas áreas necessitando de um arranjo legal- institucional compatível; envolve o controle social através da participação da população; e envolve negociação com ajustes políticos, devendo estes serem contínuos (BARROS, 2012).

Quando os municípios conseguem atingir um sistema sustentável de gestão de resíduos, são alcançados: a) a satisfação às demandas da população; b) a promoção da saúde e do bem-estar da população; c) a proteção da qualidade e garantia da sustentabilidade do ambiente urbano; d) a preservação dos recursos naturais (da retirada da matéria-prima até a sua disposição final ambientalmente adequada); e) o aumento da eficiência e da produtividade da economia; f) a geração de emprego e renda (BARROS, 2012).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, capítulo II, inciso XI, define gestão integrada de resíduos sólidos, como:

“O conjunto de ações voltadas para solucionar o problema dos resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (Brasil, 2010).

Baptista (2014) considera a multidimensionalidade e a necessidade de integração na forma como os resíduos sólidos são entendidos, bem como a forma de manejo destes materiais, tratando-se de uma área ampla e complexa, que ultrapassa o campo da saúde pública por possuir valor social, econômico e ambiental.

Mesquita Júnior (2007) define gestão integrada de resíduos sólidos, como:

“A maneira de conceber, implementar e administrar sistema de manejo de resíduos sólidos urbanos, considerando uma ampla participação dos setores da sociedade e tendo como perspectiva o desenvolvimento sustentável”.

Para este autor, a gestão deve considerar participação e intercooperação de todos os representantes da sociedade, governo local, setor privado, ONGs, setor informal, catadores, comunidade, geradores e responsáveis pelos resíduos.

Maiello et al., (2018) afirmam que a gestão de resíduos sólidos e sua correta disposição também estão relacionadas com fatores de expansão urbana, pois a falta de planejamento nessa atividade envolve a construção de moradias em locais inadequados, como margens de rios e encostas, constituindo áreas que não são atendidas pelos serviços de coleta de resíduos e com maior tendência de realizarem disposição descontrolada destes materiais, comprometendo o subsolo, as águas superficiais e gerando problemas de saúde pública.

A atual situação dos resíduos sólidos no Brasil será apresentada e comentada por região, conforme relatórios oficiais, contudo dando foco para a região Norte, onde encontram-se os municípios selecionados para o estudo.

Para Mannarino et al., (2015), a realidade das regiões e dos municípios brasileiros apresenta-se de forma heterogênea, devido à capacidade de investimento no setor da gestão dos resíduos sólidos. No entanto, as exigências definidas pela atual legislação vigente é a mesma para todos, dentre elas, a erradicação dos lixões e

implantação de aterros sanitários, bem como a implantação da coleta seletiva para recuperação e reutilização destes materiais.

Maiello et al., (2018) afirmam que a dificuldade de integração entre entes federativos no processo de elaboração e implementação de políticas está presente nas diferentes esferas política e administrativas no Brasil, inclusive nas instâncias de governo que formulam as diretrizes a nível nacional e as executoras a nível local, sendo acentuada pela dificuldade de coordenação efetiva entre os diferentes órgãos governamentais, gerando problemas de integração de políticas tanto no sentido vertical (diferentes níveis de governo), quanto no sentido horizontal (mesmo nível de governo, relaciona setores que se complementam, como saneamento e meio ambiente).

Nesta pesquisa, foi considerada como primeira etapa do processo de gestão a elaboração dos planos municipais para dar início ao processo de gerenciamento, como documento norteador. Recentemente foi feito um levantamento acerca dos municípios que apresentavam os planos de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos da Lei. Como dados, 54,8% dos municípios possuem esses planos e destes, 82,1% abrangem apenas o município e não um conjunto de municípios (IBGE, 2017), o que é previsto em Lei como planos intermunicipais, ou seja, união de municípios com interesses comuns para viabilizar a implantação dos instrumentos legais (BRASIL, 2010).

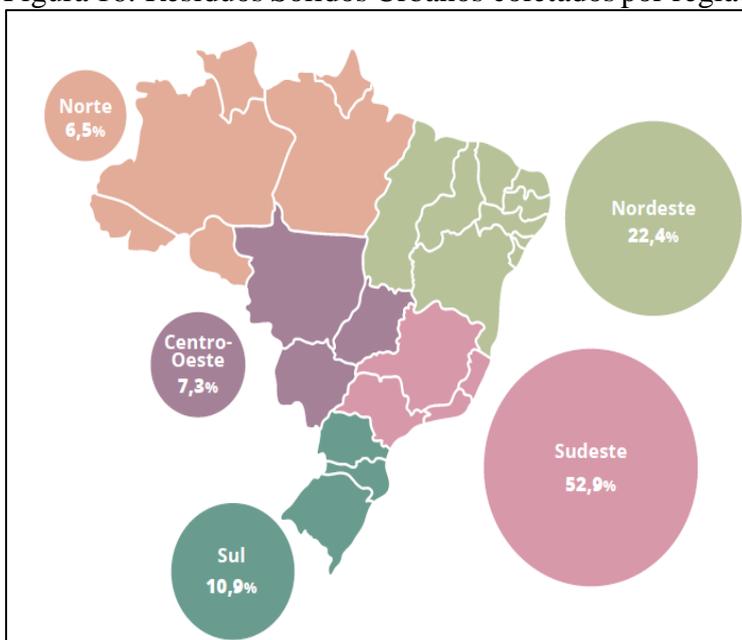
Considerando o levantamento por região, os maiores percentuais encontram-se no Sul (78,9%), Centro-Oeste (58,5%) e Sudeste (56,6%); já as regiões Norte e Nordeste apresentaram média baixa em comparação à nacional, com 54,2% e 36,3% respectivamente. A nível estadual os maiores percentuais correspondem ao Mato Grosso do Sul (86,1%) e Paraná (83,1%); já os menores correspondem a Bahia (22,1%) e Piauí (17,4%) (IBGE, 2017).

A próxima etapa da gestão de resíduos sólidos consiste na geração, entendida por Medeiros et al., (2015) como um dos grandes fatores da crise ambiental, devido ao desperdício de matéria-prima e energia utilizada no processo de tratamento de materiais com potencial para reutilização ou reciclagem, mas que se tornam rejeitos por serem depositados em aterros sanitários, caracterizados em sua maioria, como resíduos sólidos domiciliares, relacionado com os padrões de consumo da sociedade. De acordo com o Instituto Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012), a etapa de geração não pode ser considerada junto com a etapa de coleta devido os seguintes fatores: disposição irregular,

coleta informal ou insuficiência do sistema de coleta pública, logo nem todo resíduo sólido gerado é coletado. Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE, 2017), de 2016 para 2017 a população brasileira aumentou 0,75%, enquanto a geração de resíduos per capita apresentou crescimento de 0,48%, passando de 1,032 para 1,035 kg/hab.dia no mesmo período.

A estatística quanto a geração, traz um total anual de 78,4 milhões de toneladas no Brasil, sendo o total coletado de 71,6 milhões de toneladas, com índice de cobertura de coleta de 91,2% (Figura 16), ou seja, aproximadamente 6,9 milhões de toneladas foram descartados de maneira inadequada (ABRELPE, 2017).

Figura 16: Resíduos Sólidos Urbanos coletados por região no país.



Fonte: ABRELPE, 2017.

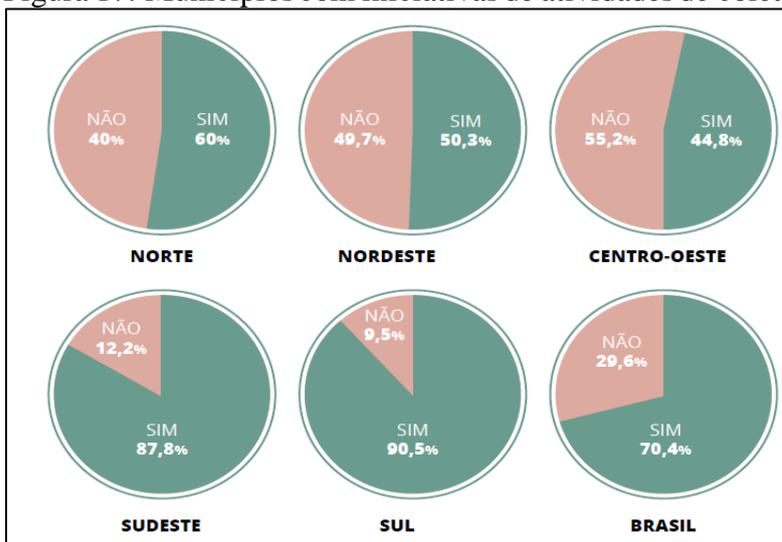
A região Sudeste apresenta serviço de coleta mais eficiente em comparação às demais regiões, com a maior taxa de cobertura de coleta do país (98,06%), ou seja, quase toda a região é atendida por este serviço, enquanto a região Norte apresenta a menor taxa de coleta do país (6,5%), com taxa de cobertura de coleta igual a 81,27% (ABRELPE, 2017).

A coleta seletiva é caracterizada como um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, dentre eles: papéis, vidros, metais e matéria orgânica, os quais devem ser previamente separados na fonte geradora e encaminhados para venda às indústrias recicladoras ou aos sucateiros. Existem diversas formas de realizar a coleta

seletiva (porta-a-porta, postos de entrega voluntária, postos de troca ou por catadores) sendo que cada município deve adotar a melhor forma de operar o sistema, podendo realizar combinações dentro das suas condições (CEMPRE, 2018).

Com relação de coleta seletiva (Figura 17), verificou-se que a região Sul apresenta a maior taxa de adesão a essas ações (90,5%), sendo a região Centro-Oeste a menor taxa com iniciativas de coleta seletiva no Brasil (44,8%). Já a região Norte apresenta taxa de 60% de adesão, estando a frente do Nordeste e Centro-Oeste.

Figura 17: Municípios com iniciativas de atividades de coleta seletiva.



Fonte: ABRELPE, 2017.

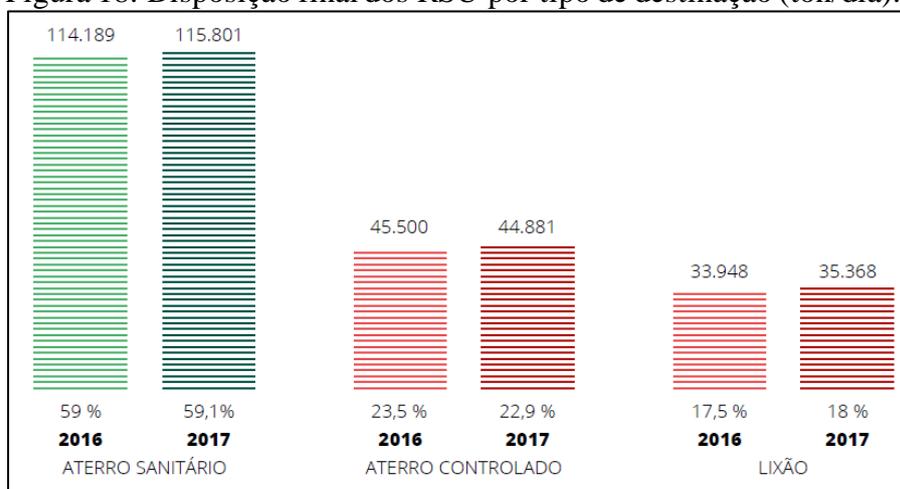
Mannarino et al., (2015) ressaltam que as iniciativas de coleta seletiva muitas vezes se resumem à existência de pontos de entrega voluntária (PEVs) ou à firmação de convênios com cooperativas de catadores, não abrangendo a totalidade da área urbana. As dificuldades para implementação desta atividade no Brasil estão ligadas aos seguintes fatores: falta de participação da população nesse processo; baixa participação das indústrias no sistema de logística reversa; inexistência de locais adequados para separação dos resíduos por tipo; inviabilidade na logística do transporte, pois muitas vezes, os centros geradores estão a longas distâncias das indústrias de processamento e reciclagem de materiais, normalmente concentradas no Sul e Sudeste do país.

Conke e Nascimento (2018) realizaram uma pesquisa acerca das metodologias utilizadas nas quatro principais pesquisas sobre coleta seletiva no país, devido aos contrastes nas informações finais. Para isso, fez um quadro comparativo entre as metodologias utilizadas pelo IBGE e ABRELPE. Em sua conclusão, reconheceram a

coleta seletiva como fonte geradora de emprego, renda e importante para a preservação dos recursos naturais, no entanto, ainda é considerada recente, sendo adotada por apenas 41% dos municípios brasileiros. Além disso, abordaram disponibilidade e confiabilidade de dados como um problema no gerenciamento dos resíduos sólidos.

A disposição final adequada apresentou um índice de 59,1% dos resíduos em aterros sanitários, no entanto, os locais inapropriados, como lixões e aterros controlados receberam mais de 80.000 toneladas de resíduos por dia, provocando danos ambientais e à saúde pública. Na Figura 18 é feito um quadro comparativo de 2017 com o ano de 2016, a quantidade de resíduos encaminhada para os aterros sanitários aumentou em 0,1%, para os aterros controlados reduziu 0,6% e para os lixões aumentou 0,5%. Mannarino et al., (2015) destacam que as melhorias nas formas de destinação final dos resíduos sólidos urbanos estão concentradas nas regiões metropolitanas e grandes cidades do país.

Figura 18: Disposição final dos RSU por tipo de destinação (ton/dia).



Fonte: ABRELPE, 2017.

Tratando mais especificamente da região Norte, foram geradas 15.634 toneladas/dia de RSU, sendo coletado 81,3% desse valor. Do total coletado, 65,3% foram encaminhados para áreas de lixões e aterros controlados, representando as duas principais destinações dos materiais gerados na região (ABRELPE, 2017).

3.2.9 Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)

No contexto da gestão, a PNRS aborda os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos como uma ferramenta da administração pública, sendo condicionante ao acesso de recursos financeiros da União e ferramenta de auxílio para a gestão de atividades ligadas à limpeza urbana e ao manejo desses resíduos (COSTA e PUGLIESI, 2018).

No artigo 18, § 1º, são descritas as condições prioritárias para acesso aos recursos da União, sendo priorizados os municípios que “optarem por soluções consorciadas para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos referidos no § 1o do art. 16” ou que “implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda” (BRASIL, 2010).

Vale ressaltar a relevância da gestão intermunicipal e dos consórcios de saneamento ou de gestão dos RSU, pois segundo Gouveia (2012), os municípios brasileiros encontram dificuldades para planejar, regular e promover a operação dos serviços de manejo dos resíduos sólidos isoladamente, logo, para suprir essa deficiência estrutural, torna-se importante considerar a regionalização da gestão através dos consórcios públicos para garantir a sustentabilidade dos investimentos nesse setor. Deus et al., (2015) afirmam que o investimento na gestão de resíduos sólidos no Brasil é essencial para o seu desenvolvimento e crescimento, principalmente para solidificar a sua estrutura.

O conteúdo mínimo desses Planos é previsto no artigo 19 da legislação vigente, contendo 19 incisos. O § 1º do referido artigo aborda a possibilidade de inserção dos PMGIRS nos Planos de Saneamento Básicos (PNSB), respeitando o conteúdo mínimo exigida na PNRS. O § 2º trata sobre os PMGIRS simplificados para municípios com menos de 20.000 habitantes, não sendo válido aos municípios que se encontrem em área de interesse turístico, em áreas de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional, ou que estejam inseridos total ou parcialmente em Unidades de Conservação, sendo o conteúdo mínimo descrito no artigo 52 do Decreto 10.936/2022, contemplando 14 itens (BRASIL, 2010).

O Decreto 10.936/2022 traz em seu art. 52 condições para elaboração dos Planos Simplificados para municípios com menos de 20.000 habitantes, sendo que os municípios que participarem de soluções consorciadas ficam isentos da elaboração dos PMGIRS, desde que o plano intermunicipal atenda os itens mínimos exigidos no art.19 da PNRS (BRASIL, 2022).

Ressalta-se que é necessário realizar a constante avaliação da gestão de resíduos sólidos, pois o acompanhamento das políticas públicas municipais garante possibilidades de melhorias nas estratégias para o alcance dos objetivos, promovendo a sustentabilidade ambiental e garantindo mais qualidade de vida à população (SANTIAGO e DIAS, 2012; CEZAR et al., 2015).

3.2.10 Classificação dos Resíduos no Brasil

A classificação dos resíduos sólidos, normalmente considera a sua origem ou fonte e grau de periculosidade que possam causar danos ao meio ambiente e à saúde pública. Além disso, a classificação dos resíduos determina o tipo de destinação final destes materiais, sendo que cada país possui suas próprias legislações.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), no seu Art. 13, classifica os resíduos sólidos da seguinte maneira:

I - quanto à origem:

a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b";

d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS);

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - Quanto à periculosidade:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade,

carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea "a".

Outra classificação utilizada é a da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que através da NBR 10.004:2004 também classifica os resíduos sólidos em dois grupos (ABNT, 2004): perigosos (classe I) e não perigosos (classe II). Além disso, os resíduos enquadrados na classe II são subdivididos em classe II A (não inertes) e classe II B (inertes).

Resíduos Classe I: São aqueles que apresentam periculosidade ou alguma das seguintes características: toxicidade, patogenicidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade ou estão enquadrados nos Anexos III e IV da NBR 10.004:2004.

Resíduos Classe II A: São aqueles que não se enquadram na classificação de Resíduos Classe I – perigosos ou classe II B – Inertes e podem ter as seguintes propriedades: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Resíduos Classe II B: São aqueles que, em contato com a água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente não tiverem seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, exceto: cor, turbidez, dureza e sabor.

Este trabalho abordará os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), portanto será feito um estudo mais aprofundado sobre os resíduos de origem doméstica e de limpeza urbana.

4. USO DE INDICADORES E ÍNDICES

4.1 INDICADORES E ÍNDICES AMBIENTAIS

Nos últimos anos, o interesse pela busca do desenvolvimento sustentável, considerando as vertentes sociais, econômicas e ambientais, levaram os países a nortear a elaboração de suas políticas, priorizando a prevenção, a observação de interesses ambientais nas decisões econômicas e setoriais, bem como a cooperação a nível internacional. Logo, para se ter conhecimento sobre o avanço da implementação das políticas elaboradas e compromissos firmados pelas federações, viu-se a necessidade de elaborar um conjunto de indicadores ambientais, como ferramenta para tomada de decisão e avaliação de desempenho dos países no alcance de seus objetivos (CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS – CRA, 2002).

Os indicadores ambientais começaram a ser utilizados durante a década de 70 e 80 pelos governos e organizações internacionais, com a finalidade de auxiliar no processo de elaboração e divulgação dos primeiros relatórios de cunho ambiental (KEMERICH et al., 2014; MORAES et al., 2016). Van Bellen (2006); Donnelly et al., (2007), afirmam que o uso de indicadores tem o objetivo de reunir e quantificar informações de forma que sua importância se destaque, tornando-as mais simples, visando a melhoria no processo de comunicação. Van Bellen (2006) considera ainda que, para o alcance do desenvolvimento sustentável, é preciso que sua concepção seja repassada de maneira clara e compreensiva à sociedade.

A Agência Européia do Ambiente (AEA, 2005), considera o indicador como “medida, geralmente quantitativa, que pode ser usada para ilustrar e comunicar de forma simples, fenômenos complexos, incluindo tendências e progressos ao longo do tempo”. Segundo Benetti (2006), um indicador é considerado uma ferramenta para obter informações de uma determinada realidade, sintetizando uma série de informações, restando apenas o significado das características analisadas.

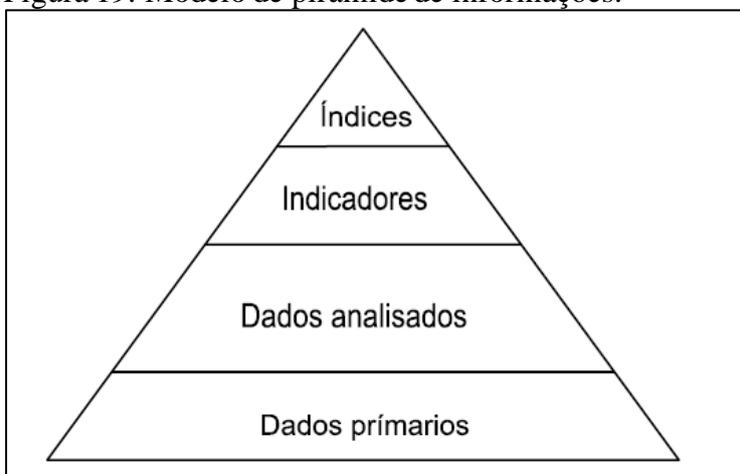
Gomes e Malheiros (2012) destacam que os indicadores ambientais favorecem a análise das condições, as mudanças da qualidade ambiental, além de contribuírem para o entendimento das vertentes da sustentabilidade, bem como de

tendências, sendo, portanto, um suporte para tomada de decisão e de elaboração de políticas públicas práticas e mais sustentáveis.

Soligo (2012) conclui que medir é considerada uma difícil tarefa, pois os indicadores são a descrição de uma determinada situação, mas não representam a total realidade, ou seja, eles retiram uma parte da realidade para estudá-la. Para entender a realidade, é necessário reintroduzir os aspectos extraídos, situando-os no espaço e no tempo.

Hammond et al., (1995) desenvolveram um modelo de pirâmide de informação (Figura 19), em que a sua base é constituída por dados primários ou brutos, os quais posteriormente são tratados para ajudar na formação dos indicadores, sendo que 2 ou mais indicadores compõem os índices, representando o grau de agregação dos dados (MINISTÉRIO DA SAÚDE – MS, 2011), localizados no topo da pirâmide.

Figura 19: Modelo de pirâmide de informações.



Fonte: Hammond et al., 1995.

Uma das formas de unir um conjunto de indicadores e facilitar o processo de comunicação, devido ao grande número de dados, se dá através da criação de uma nova forma de medir esses dados pela elaboração de indicadores compostos ou índices, os quais representam a agregação de dois ou mais indicadores simples, situados em uma mesma dimensão, ou a diferentes dimensões da realidade (JANUZZI, 2004).

Enquanto o indicador busca indicar e evidenciar um fenômeno, o índice tenta sinalizar por meio de um valor, tanto a relação de contiguidade com o representado quanto a evolução de uma quantidade em relação a um valor de referência. A construção de índices é considerada uma estratégia para resumir muitos indicadores, os quais isolados seriam de difícil interpretação (MS, 2011).

Os índices são indicadores sintéticos, que buscam agregar várias dimensões de um determinado problema ou unidade de análise, capazes de expressar em um único valor, diferentes ordens de fenômenos. Logo, sua elaboração parte de pressupostos obtidos teoricamente, sendo definidas e ponderadas as dimensões da realidade a serem investigadas a fim de serem expressas em valores para acompanhamento e comparações (ANDRADE et al., 2010).

Para avaliação do grau de sustentabilidade, Kronemberger et al., (2008) afirmam que o índice é representado por um valor numérico resultante de operações matemáticas, que após ser comparado com uma escala padrão será capaz de avaliar a sustentabilidade. Uma série de índices ambientais tem sido criados com a finalidade de representar uma realidade numérica composta por diversos indicadores (SILVA et al., 2009; SILVA e CÂNDIDO, 2012; BRAGATTO et al., 2012; KEMERICH et al., 2014; NERI et al., 2016; ZHENG et al., (2017); KAZUVA et al., 2018; SILVA et al., 2018; ZHAO et al., 2019).

4.2 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS

A busca pela melhoria no sistema de gestão de resíduos está diretamente ligada a um dimensionamento real do problema, baseado no uso de indicadores capazes de refletir a atual situação do meio ambiente, com o intuito de fundamentar as tomadas de decisões a nível local, regional e nacional, contribuindo assim, para a elaboração de políticas públicas mais consistentes; portanto os indicadores têm a finalidade de mensurar o quanto e como as atividades antrópicas influenciam na dinâmica ambiental.

Carvalho et al., 2015 afirmam que os indicadores de sustentabilidade são considerados ferramentas capazes de subsidiar o monitoramento das ações em prol do desenvolvimento sustentável, tendo como principal função a revelação de informações sobre o estado de diversas dimensões incorporadas no conceito de desenvolvimento sustentável (ambientais, econômicas, socioeconômicas, culturais, institucionais, etc.). Para Bragatto et al., (2012), os indicadores de sustentabilidade ambiental são essenciais para nortear atividades e subsidiar o monitoramento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável.

A Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) foi a primeira organização internacional a desenvolver e publicar indicadores ambientais no início dos anos 90. Esses indicadores fazem parte do núcleo de indicadores ambientais e são organizados em vários setores, sendo que a escolha de um indicador considera principalmente a sua finalidade (COELHO, 2011).

Souza e Silva (2014) destacam que existem vários modelos aplicáveis nos estudos de indicadores ambientais. Dentre eles, o modelo Pressão – Estado – Resposta (PER), elaborado e adotado pela OCDE; o modelo Pressão – Estado – Impacto – Resposta (PEIR), utilizado pelo PNUMA; e o modelo Força motriz – Pressão – Estado – Impacto – Resposta (FPEIR), empregado pela Comissão de Desenvolvimento das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (UNCSD).

O modelo PER foi elaborado baseado no conceito da causalidade, em que as atividades humanas exercem pressão sobre o meio ambiente, provocando alterações na qualidade e quantidade de recursos naturais, comprometendo seu estado, e a sociedade é o ponto de resposta a essas modificações através de políticas ambientais, econômicas e

setoriais. Uma de suas vantagens mais relevantes consiste em relacionar as ações antrópicas com o meio ambiente, garantindo a visualização, por parte do poder público, da interdependência das questões ambientais com outras dimensões (sociais e econômicas) (OCDE, 1993). Esse modelo classifica os indicadores em três categorias (Figura 20).

Figura 20: Representação do Modelo PER.



FONTE: OCDE, 1993

Segundo a OCDE (1993), os indicadores são divididos em três grupos chave:

1 Indicadores de Pressão: são caracterizados por pressões no meio ambiente, podendo ser representados por indicadores de emissão de contaminantes, eficiência tecnológica, intervenção no território e de impacto ambiental;

2 Indicadores de Estado: está relacionada a qualidade do meio ambiente em um determinado espaço e tempo, sendo representados por indicadores de sensibilidade, risco e qualidade ambiental, a exemplo, tem-se a erosão e águas poluídas;

3 Indicadores de Resposta: representam a avaliação da sociedade como resposta às modificações e preocupações ambientais, através da adesão à programas e/ou a implementação de medidas sustentáveis, a exemplo, tem-se indicadores de adesão social, sensibilização e de atividades de grupos sociais.

No que tange a problemática dos resíduos sólidos, a OCDE (2008) classifica, segundo o modelo proposto, o que os indicadores utilizados devem representar:

1 Indicadores de Pressão: geração de resíduo sólido municipal/industrial/perigoso; transporte de resíduo perigoso;

2 Indicadores de Estado ou Condição: eventos de contaminação, efeitos da geração de resíduos nos corpos hídricos e no solo;

3 Indicadores de Resposta: taxas de minimização relacionadas à quantidade de resíduos reciclados e redução nos gastos pela reciclagem e não-geração de resíduos.

O modelo PER foi utilizado em diversos trabalhos, sendo considerado um dos mais eficazes para avaliação de problemas ambientais; no entanto, após sua implantação, verificou-se que não era suficiente identificar as pressões, o estado e as respostas ao meio ambiente, pois ainda era preciso avaliar outra dimensão, a qual tinha a finalidade de representar os impactos causados pelas ações antrópicas sobre o ambiente, dando origem a um novo modelo chamado Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR), conforme Figura 21 (ENÉAS DA SILVA e CÂNDIDO, 2012).

Figura 21: Condições referentes às dimensões do modelo PEIR.

Dimensões	Características
Pressão	Relacionada a atividades e processos urbanos que atuam sobre o meio ambiente e que produzem mudanças ambientais, como volume dos resíduos sólidos gerados no município, crescimento da população, aumento dos gerados de resíduos, dentre outros.
Estado	Condição ou qualidade do meio ambiente, englobando aspectos como qualidade do ar, dos recursos hídricos prejudicados pela disposição inadequada dos resíduos, área degradadas pela disposição de resíduos etc.
Impacto	Efeito do estado ou condição do meio ambiente sobre a saúde e qualidade de vida humana, a economia urbana, os ecossistemas etc. Nessa dimensão, são considerados itens, como: destino final dos resíduos sólidos em áreas inadequadas, causando efeitos negativos sobre a qualidade do meio ambiente; índice de doenças das populações localizadas próximas dos lixões, dentre outros.
Resposta	Ações desenvolvidas com o objetivo de prevenir impactos ambientais negativos, tendo em vista a correção de danos ambientais ou conservação dos recursos naturais. Nessa dimensão, são considerados itens, como: ações regulatórias, normas e legislações, como uma forma de melhorar a problemática dos resíduos sólidos. Nesse caso, a elaboração dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos pode ser uma resposta na tentativa de contornar essa problemática.

Fonte: Adaptado de Ferreira da Silva et al., (2012).

Uma série de pesquisas vêm sendo elaboradas com o uso desses modelos para avaliação do nível de sustentabilidade em diversas áreas do conhecimento (Vieira e Studart, 2009; Bragatto et al., 2012; Zhang et al., 2012; Kemerich et al., 2014; Souza e

Silva, 2014; Neri et al., 2016; Lima et al., 2017; Malekmohammadi e Jahanishakib, 2017; Macêdo e Torres, 2018; Zhao et al., 2019).

Trabalhos utilizando estes modelos têm sido aplicados na área de resíduos sólidos no Brasil. Enéas da Silva e Cândido (2012) realizaram a análise de indicadores através do modelo PEIR em Campina Grande, na Paraíba; Ferreira da Silva et al., (2012) utilizaram o modelo PEIR para representar o cenário sócio ambiental dos resíduos sólidos urbanos em Cuité, na Paraíba; Moreira et al., (2017) fizeram uso do PEIR para analisar a sustentabilidade socioambiental no gerenciamento dos resíduos sólidos em Aurora, no Ceará; Gonçalves et al., 2019 aplicaram indicadores de sustentabilidade pelo PEIR nos municípios de Belém e Ananindeua para avaliar o cenário da logística reversa de pneus inservíveis.

Na literatura internacional também foram encontradas pesquisas utilizando os modelos descritos aplicados a problemática dos resíduos sólidos. Fei et al., (2016) consideraram o modelo PER para recomendar a adoção de políticas como resposta à reciclagem de materiais na cidade de Suzhou, na China; Zheng et al., (2017) utilizaram o modelo PER para estabelecer indicadores de risco ambiental, considerando a problemática dos resíduos sólidos em Macao, na China; Kazuva et al., (2018) aplicaram o modelo FPEIR para estabelecer um sistema de indicadores de risco ambiental com base na real situação dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Dar es Salaam, na Tanzânia.

5. APLICAÇÃO DE MÉTODO PARTICIPATIVO

5.1 ABORDAGEM SOBRE O MÉTODO DELPHI

O método Delphi nasceu dos chamados métodos de especialistas, representados por aqueles que usam como fonte de informação um grupo de pessoas previamente selecionadas pelo alto conhecimento sobre o assunto tratado (ROZADOS, 2015). Segundo Mercedes e Mercedes (2016), é caracterizado como uma técnica qualitativa que reúne informações para obter uma semelhança na opinião de um grupo de especialistas através de rodadas repetidas, sendo seu uso recomendado quando não há informações suficientes para as tomadas de decisão, havendo a necessidade de buscar o consenso entre os especialistas.

O método Delphi pode ser considerado com uma vertente de pesquisa da área de defesa e foi desenvolvido em órgãos associados à defesa das forças armadas dos Estados Unidos no início da década de 1950, em meio à Guerra Fria, cuja finalidade era estabelecer uma forma de aprimorar a utilização da opinião dos especialistas na previsão tecnológica. Essa técnica foi elaborada, originalmente, para “obter o consenso de opinião mais confiável por meio de um grupo de especialistas através de uma série de questionários intercalados, com um *feedback* controlado de opiniões”. A partir da década de 1960, esse método passou a ser utilizado na previsão de acontecimentos em outras linhas de pesquisa (Linstone e Turoff, 2002), e hoje é utilizado em várias áreas do conhecimento (MARQUES e FREITAS, 2018).

O Delphi é constituído por terminologias específicas capazes de definir as suas etapas, bem como os atores envolvidos no processo, apresentadas no trabalho de Rozados (2015), em:

1. Rodada ou circulação: representa cada um dos vários questionários enviados aos participantes;
2. Questionário: documento que é enviado aos especialistas, sendo representado não apenas por perguntas a serem respondidas, mas como uma forma de interação entre os participantes, devido a apresentação dos resultados dos questionários anteriores;
3. Painel: conjunto de especialistas que compõe o grupo ao qual será aplicado o Delphi;

4. Moderador: pessoa responsável pelo recolhimento das respostas e elaboração dos questionários (pesquisador).

Marques e Freitas (2018) afirmam que a técnica se baseava em três condições básicas: o anonimato dos respondentes, a interação e realimentação controlada, e o *feedback* de respostas do grupo selecionado para reavaliação nas próximas rodadas, com representação das distribuições estatísticas. O anonimato significa que durante a aplicação do método Delphi, nenhum dos participantes é capaz de identificar os demais que compõem o grupo de discussões, provocando as seguintes vantagens na validação da técnica: impede que um participante influencie na resposta do outro; permite a mudança de opinião do participante sem prejudicar a sua imagem; defesa de opinião do especialista com tranquilidade, pois caso esteja equivocado, não será reconhecido por outros especialistas do grupo entrevistado.

O processo de interação e realimentação controlada estão relacionadas a interação ao apresentar mais de uma vez o mesmo questionário, os quais podem sofrer alterações a cada nova rodada. Nos questionários seguintes, são mostrados os resultados dos anteriores, dessa forma, os especialistas são capazes de conhecer diferentes opiniões e, caso os argumentos apresentados sejam mais convenientes que os seus, podem alterar suas decisões. O *feedback* é caracterizado por Linstone e Turoff (2002), pela obtenção e representação estatística das respostas dos participantes, não apenas do grupo majoritário, mas de todos os participantes, indicando o nível de consenso obtido ao final.

O consenso após a aplicação do método ainda é subjetivo, sendo definido por vários autores, em escalas diferentes na literatura, no entanto, independentemente do nível de consenso a ser utilizado, este deve ser pré-estabelecido antes da aplicação do método MARQUES e FREITAS (2018). Wright e Giovinazzo (2000) destacam que o consenso é uma consolidação do julgamento intuitivo dos participantes, partindo do ponto que o julgamento coletivo organizado passa a ser melhor que a opinião de um único indivíduo.

Osborne et al., (2003) consideram que o consenso é atingido quando pelo menos dois terços dos participantes classificam um item com quatro ou cinco na escala de Likert de cinco pontos; já a estabilidade é definida por estes autores quando menos de um terço das respostas sofrem alterações de uma rodada para outra; Grisham (2009) destaca que 80% de consenso é um bom objetivo; Santos et al., (2005) consideraram consenso de 50% entre as rodadas e 90% ao final de todas as rodadas de questionários;

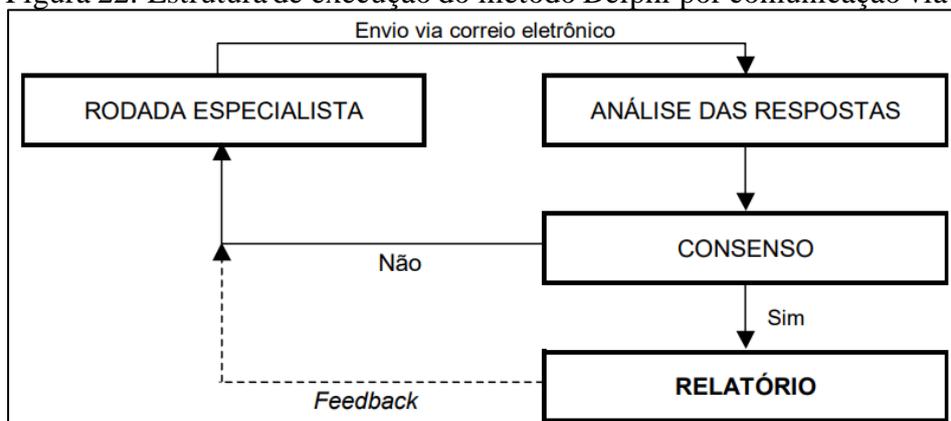
Santiago e Dias (2012) utilizaram em sua pesquisa nível de consenso igual ou superior a 50% para cada descritor dos indicadores selecionados.

O processo de implementação do Delphi ocorre em várias etapas, descritas nas pesquisas elaboradas por Grisham (2009); Linstone e Turoff (2002) e Santos et al., (2005), as quais podem ser divididas em:

1. Escolha do grupo de especialistas;
2. Elaboração do 1º questionário;
3. Primeiro contato com os especialistas selecionados e convite para participação na pesquisa;
4. Envio do 1º questionário;
5. Recebimento das respostas do 1º questionário;
6. Análise quali-quantitativa das respostas;
7. Elaboração e envio do 2º questionário com *feedback*;
8. Recebimento das respostas do 2º questionário e sua análise;
9. Envio das seguintes rodadas de questionários;
10. Final do processo e escrita do relatório final.

Todas as etapas da pesquisa devem ser preparadas e implementadas de forma cautelosa, bem como registradas e descritas. De um modo geral, a operação do método Delphi se dá pela apresentação regular e sistemática de perguntas relacionadas a um determinado problema para um grupo de especialista, como mostra a Figura 22, no caso de comunicação via Internet com os participantes (SANTOS et al., 2005).

Figura 22: Estrutura de execução do método Delphi por comunicação via Internet.



Fonte: Santos et al., (2005).

Rozados (2015) destaca que a comunicação via Internet para envio dos questionários e realização das rodadas, é uma maneira de agilizar a aplicação do método. Além disso, o Delphi via Internet possibilita o uso de recursos áudio visuais e sonoros que tornam o preenchimento das informações mais agradável e eficiente. Giovinazzo e Fischmann (2001) apresentam abordagens sobre a aplicação da técnica em ambiente eletrônico, eliminando as seguintes restrições:

1. Substitui o uso dos correios ou outros serviços de entrega dos questionários impressos e materiais de informação, por documentos eletrônicos, reduzindo tempos e custos na preparação de materiais e envio;

2. Reduz o tempo de aplicação do método em relação ao Delphi tradicional. Além de a internet reduzir o tempo de envio e recebimento dos formulários, ainda reduz o tempo para a tabulação das informações, as quais já são respondidas em formulário digital, podendo ser exportadas automaticamente para planilhas eletrônicas, evitando a digitalização das informações;

3. O uso da Internet permite um *feedback* mais rápido aos respondentes, reduzindo a perda pelo interesse dos especialistas na participação da pesquisa.

Conforme Santos et al., (2005), na aplicação do método, o papel do pesquisador consiste em moderar e provocar novas reflexões. Uma das principais tarefas está relacionada ao grupamento das questões e comentários com consenso e, ao mesmo tempo, provocar diferentes discussões nos tópicos com ausência de respostas ou comentários. À medida que essas discussões evoluem, a atividade do pesquisador torna-se mais ágil, pois as questões tendem a convergir somente nos pontos onde ainda não houve consenso entre os especialistas.

5.1.1 Seleção do painel de especialistas

Para Marques e Freitas (2018) a seleção dos especialistas é fundamental. Nesse contexto, Grisham (2009) ressalta a importância na formação do painel dos participantes, sustentado pelo equilíbrio entre a imparcialidade e interesse no assunto em questão, além de considerar experiência no tema, áreas de especialidade e perspectivas em relação ao problema. Esse autor ainda destaca que a inserção de acadêmicos e *practitioners* no painel pode ajudar a preencher os critérios descritos.

Na pesquisa realizada por Loveridge (2002), são descritos critérios para auxiliar na escolha dos especialistas, com base na definição do grau de especialidade dos participantes: nível de experiência relacionado ao tempo que o especialista se dedica no estudo do tema, seja como pesquisador, docente ou em funções públicas ou privadas; publicações, considerando a quantidade e a o grau de importância dos trabalhos publicados em relação ao tema; participação em eventos nacionais e internacionais que tratem sobre o tema abordado no método Delphi; e a avaliação que cada especialista faz em relação ao demais participantes do painel.

Rozados (2015) destaca que para estruturar o mapeamento do painel de especialistas é importante optar pelas seguintes escolhas: contatos pessoais com especialistas da área; busca em *sites* de organizações que atuam na área; busca em portais que cadastram especialistas ou pesquisadores, representado no Brasil pela Plataforma Lattes. Este autor ainda ressalta que o fato de um participante possuir trabalho publicado referente ao assunto em estudo já é considerado argumento pertinente para sustentar sua participação na pesquisa.

De acordo com Santos et al., (2005), a literatura não estabelece um número mínimo ou máximo de especialistas para compor o painel, podendo variar de um pequeno grupo a grupo numeroso, dependendo da natureza do assunto investigado e da população/amostra utilizada. Um grupo com menos de 10 integrantes compromete os resultados em termos de consenso e relevância das informações; por outro lado, um número elevado de integrantes provoca a geração de grande quantidade de dados, tornando a análise com elevado nível de complexidade.

Marques e Freitas (2018) sinalizam que, geralmente, no máximo metade das pessoas retornam no primeiro contato, além de ser esperado alguns participantes abandonarem o processo no seu desenvolvimento, reduzindo o número de painelistas a cada nova rodada, logo aconselha-se iniciar a aplicação do método com uma quantidade de participantes superior ao número mínimo que se deseja alcançar.

5.1.2 Estruturação do questionário

Para Oliveira (2011), um questionário considerado como bom é aquele constituído pela quantidade correta de perguntas, de forma clara e objetiva, que permite a revelação da opinião sincera do participante, para o alcance do sucesso da metodologia.

Este autor destaca que a etapa inicial para elaboração do questionário se dá pela definição do objetivo da pesquisa, pois considera a série temporal a ser trabalhada, no caso de estudos de previsão tecnológica, bem como os resultados esperados da pesquisa; a definição dos objetivos também serve como apresentação do trabalho aos participantes, para que estes possam compreender o tema proposto. Em seguida, inicia-se a etapa de definição o tamanho do questionário, sendo ideal este ser composto por uma quantidade de questões que explorem o tema, porém sem ser extenso a ponto de causar rejeição pelos participantes.

Marques e Freitas (2018) destacam que o tempo de atuação dos participantes na aplicação do método não deve ser longo, significando a eliminação de rodadas desnecessárias e de questionários mais objetivos, apesar de isso evitar a exploração de várias dimensões sobre o tema em estudo. Grisham (2009) e Rozados (2015) também tratam sobre o tempo de participação dos especialistas, em que o longo tempo entre uma rodada e outra, além de questionários extensos, podem contribuir para a desistência do participante na pesquisa ou para pouca reflexão em suas respostas. De um modo geral, não existe uma uniformidade na estruturação dos questionários, podendo ser curtos ou extensos, dependendo do resultado que se deseja obter.

É comum as pesquisas Delphi serem compostas por questionários semiestruturados ou fechados logo na primeira rodada (Santos et al., 2005; Santiago e Dias, 2012; Fachine e Moraes, 2014), com base nos estudos da literatura da área ou nas ferramentas de captação de informações, a exemplo dos *surveys*, uma forma de aplicação de questionário online para obter opiniões dos especialistas a respeito de determinado assunto.

Geralmente, os questionários estruturados são formados por perguntas sobre o tema e itens disponíveis para respostas. A forma como os autores classificam esses itens variam dependendo do que se pretende estudar, eliminando a existência de uma classificação padrão, sendo adotada a forma que melhor se enquadrar na pesquisa. Marques e Freitas (2018) descrevem, resumidamente em seu trabalho as diferentes rodadas do método Delphi (Tabela 7), com base na estrutura dos questionários para sua aplicação.

Tabela 7: Descrição das rodadas de implementação do método Delphi.

Rodada	Descrição
1°	Questionário não estruturado, permitindo que os participantes forneçam suas opiniões livremente. Normalmente é solicitada a opinião sobre determinado assunto, ou conjunto de previsões, objetivos e preocupações, bem como a sua descrição e justificativa, da forma mais completa possível.
2°	Questionário estruturado a partir da análise das respostas da 1° rodada. Nessa etapa, os questionários apresentam a lista de itens referidos pelos especialistas, de forma agrupada, sendo disponibilizado aos participantes para que eles classifiquem ou ordem as respostas, considerando critério claros e bem definidos.
3°	Questionário mais apurado, com apresentação da distribuição estatística dos dados obtidos na rodada anterior, com apresentação da distribuição estatística contendo informações sobre o grau de consenso. O painel tem a oportunidade de alterar suas respostas com base na resposta do grupo. Os participantes que fornecerem respostas divergentes ao consenso, são convidados a justificar suas opiniões.

Fonte: Adaptado de Marques e Freitas (2018).

É importante destacar que o número de rodadas é feito até que seja atingindo o grau satisfatório de consenso entre os especialistas, sendo este grau pré-determinado pelo mediador (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000).

5.1.3 *Feedback* e análise dos resultados

Na elaboração dos questionários estruturados são considerados aspectos obtidos no primeiro questionário enviado aos especialistas (não estruturado). É importante que nestes formulários haja a apresentação das informações anteriores, de forma analisada e resumida, ao painel de especialistas (MARQUES e FREITAS, 2018). O *feedback* é considerado fundamental no método Delphi, pois é a única forma de comunicação entre os painelistas, mesmo que com a mediação do pesquisador (POWELL, 2003).

Um dos aspectos para o alcance do sucesso na aplicação do método Delphi é o “*feedback* controlado”, caracterizado pela comunicação regular sobre os resumos das discussões de rodadas anteriores aos participantes. Essa interação reduz o ruído, ou seja, o pesquisador disponibilizado ao grupo de especialistas somente as informações referentes aos objetivos e metas do estudo, evitando desvios nas opiniões do painel de especialistas quanto ao tema central. Durante as rodadas, os especialistas recebem

informações e comentários uns dos outros, podendo alterar ou manter suas opiniões com argumentos apropriados (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000).

Marques e Freitas (2018) afirmam que o processo de análise dos resultados é feito de forma qualitativa e quantitativa. A análise qualitativa normalmente é aplicada aos resultados obtidos no questionário não estruturado, elaborando categorias e agrupando itens de resposta; já a análise quantitativa é destinado aos questionários estruturados, sendo utilizadas técnicas estatísticas descritivas para a sua representação, como: média, desvio padrão e variância. Além disso, cabe o uso de técnicas de correlação entre as variáveis utilizadas e entre respostas de subgrupos de especialistas.

6. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade é uma ferramenta capaz de fornecer aos usuários de modelos matemáticos e de simulação, a possibilidade de avaliar a dependência dos dados de entrada em um modelo e sua importância na determinação dos dados de saída (IOOSS, 2011). Dessa forma, o modelo de simulação por ser aplicado sem dificuldades e mais rapidamente, com a utilização de *softwares* em várias áreas do conhecimento.

Existem diversas formas de executar a análise de sensibilidade, dentre elas: o planejamento fatorial completo, o planejamento fatorial fracionário, amostragem Monte Carlo, coeficiente de regressão, coeficiente de correlação, entre outros. Pela simplicidade de aplicação e pelos métodos disponíveis nos pacotes computacionais, as técnicas de regressão linear e de coeficiente de correlação são mais usuais e indicam qualitativamente o quanto as entradas incertas contribuíram para a incerteza das saídas (PUNZO et al., 2014).

6.1 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON

O coeficiente de correlação de Pearson é descrito como “é uma medida de associação bivariada (força) do grau de relacionamento entre duas variáveis”, ou seja, é a grau de associação linear entre duas variáveis, sendo calculado de acordo com a Equação 4 extraída de Filho e Júnior (2009):

$$r = \frac{1}{n-1} \sum_i \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{y}}{s_y} \right) \quad (4)$$

Em que:

n é o número de observações;

X_i é o valor da variável X no ponto i ;

\bar{X} é a média dos valores de X ;

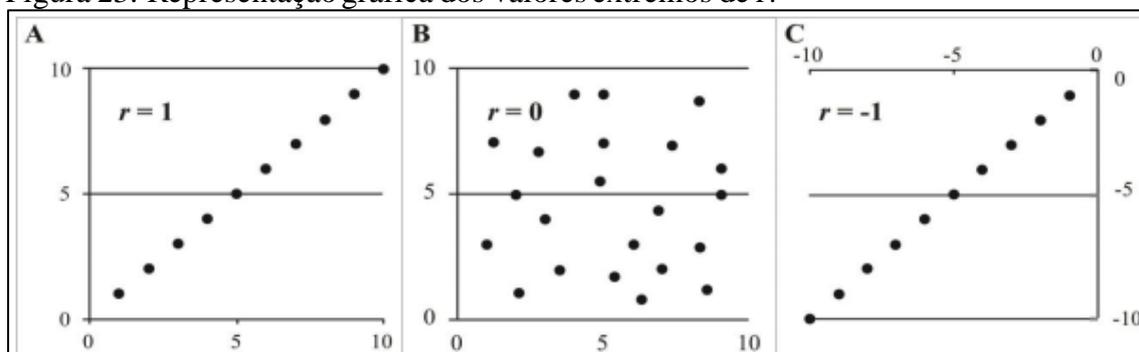
S_x é o desvio padrão dos valores de X .

O coeficiente de correlação linear varia de -1 a +1, indicando maior força de relação entre as variáveis quando se aproxima de +1. Os graus de correlação podem ser observados numericamente na Tabela 8 e graficamente na Figura 23, de acordo com a pesquisa de Bolonini et al., (2019).

Tabela 8: Classificação do coeficiente de correlação de Pearson.

Coeficiente de Correlação Linear de Pearson (r)	Correlação
$r = 1$	Perfeita Positiva
$0,8 \leq r < 1$	Forte positiva
$0,5 \leq r < 0,8$	Moderada positiva
$0,1 \leq r < 0,5$	Fraca positiva
$0 < r < 0,1$	Ínfima positiva
0	Nula
$-0,1 < r < 0$	Ínfima negativa
$-0,5 < r \leq -0,1$	Fraca negativa
$-0,8 < r \leq -0,5$	Moderada negativa
$-1 < r \leq -0,8$	Forte negativa
$r = -1$	Perfeita negativa

Fonte: Adaptado de Bolonini et al., (2019).

Figura 23: Representação gráfica dos valores extremos de r .

Fonte: Adaptado de Bolonini et al., (2019).

A aplicação do coeficiente de correlação contribui para a análise de colinearidade entre as variáveis. A colinearidade descreve a situação em que duas ou mais variáveis independentes em um modelo estatístico estão linearmente relacionadas, caracterizando um problema no modelo, pois considerando variáveis colineares não se pode identificar a variável com maior influência no modelo (DORMAN et al., 2013).

Segundo Rodrigues (2012), a colinearidade pode ser identificada de duas maneiras: através do cálculo do grau de correlação entre as variáveis independentes, sendo que a colinearidade é considerada existente quando esses valores se aproximam de 1; ou através do cálculo do coeficiente de determinação (R^2) ao se realizar a regressão, em que valores mais próximos de 1 também indicam a existência de colinearidade, conforme Equação 5:

$$R_{\text{aj}}^2 = \frac{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}))^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (5)$$

6.2 TÉCNICA DE REGRESSÃO LINEAR SIMPLES

A análise de regressão buscar representar a relação entre uma variável chamada de dependente (Y) e uma ou mais variáveis independentes ou regressoras (X1, X2, X3...Xn). Se for considerada apenas uma variável independente é caracterizada como regressão simples e se forem consideradas duas ou mais variáveis independentes é chamada de regressão múltipla.

A relação entre as variáveis se dá através de uma formulação matemática, que associa a variável dependente com as variáveis regressoras, segundo a Equação 6 indicada no trabalho de Rodrigues (2012):

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (6)$$

Em que:

Y_i é o valor da variável resposta ou dependente, Y, na observação i , $i = 1, \dots, n$ (aleatória);

X_i o valor da variável independente, X, na observação i , $i = 1, \dots, n$ (não aleatória);

ε_i , $i = 1, \dots, n$ são variáveis aleatórias que correspondem ao erro (variável que permite explicar a variabilidade existente em Y e que não é explicada por X);

β_0 e β_1 correspondem aos parâmetros do modelo (corte da reta quando $X = 0$ e inclinação da reta, consequentemente).

Dessa forma, é possível identificar estatisticamente quais dimensões estão influenciando mais ou menos no processo de gestão dos resíduos sólidos.

7. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

Segundo a Análise de Agrupamento ou *Clusterização* é uma técnica utilizada com objetivo de agregar objetos baseado nas características que eles apresentam. Essa técnica classifica objetos que possuem semelhanças de acordo com algum critério de seleção predefinido, sendo que os grupos formados devem apresentar alta homogeneidade interna e alta heterogeneidade externa (DOURADO et al., 2013).

A técnica de agrupamento, conhecida como Análise Q, construção de tipologia, análise de classificação ou taxonomia numérica, é aplicada em diversas áreas do conhecimento, como: psicologia, biologia, sociologia, engenharia, economia e administração, por isso, a variedade de nomes. A sua aplicação torna-se útil para formar grupos a partir de informações coletadas, que isoladas podem não apresentar significado algum. Logo, a formação dos grupos com elementos semelhantes em algum aspecto, é considerada a maneira mais prática de compreender as informações. No entanto, essa técnica sempre formará grupos, independente da estrutura de dados inicial, sendo totalmente dependente das variáveis selecionadas como base para a escolha da medida de similaridade (HAIR et al., 2005).

Antes de aplicar a técnica de agrupamento é necessário escolher uma medida que verifique a semelhança entre duas observações. Essa medida é chamada de medida de similaridade, que indica a semelhança entre os objetos agrupados, podendo ser calculadas de diversas maneiras, no entanto, as mais aplicadas em análise de agrupamento são: medidas correlacionais, medidas de distância e medidas de associação. Contudo, as medidas de distância são as mais utilizadas, indicando a similaridade através da distância dos dados observados, sendo que maiores valores representam menores similaridades (HAIR et al., 2005).

As medidas de distância mais comumente usadas, são: a distância euclidiana, a distância euclidiana ao quadrado, a distância de Pearson, a distância de Manhattan, a distância de Chebychev etc. Segundo Lara e Sandoval (2014), a escolha da medida de similaridade irá influenciar na formação dos grupos homogêneos.

Na aplicação da análise de agrupamento são utilizadas diversas distâncias, porém a distância euclidiana é a mais usual. A distância euclidiana quadrada é a mais recomendada para os métodos de agrupamento por centróide e Ward, uma vez que não há necessidade de calcular a raiz quadrada, acelerando o processo computacional de

formação dos grupos, no entanto, alguns softwares não disponibilizam essa distância, logo faz-se uso da distância euclidiana simples, que consiste no comprimento da hipotenusa de um triângulo retângulo (HAIR et al., 2005; YIM e RAMDEEN, 2015). A representação da distância euclidiana é dada pela Equação 7, de acordo com Gonçalves et al., (2016):

$$d_{ij} = \sqrt{(Z_{ij} - Z_{i'j})^2}$$

(7)

Em que:

Z_{ij} : variável padronizada no ponto i ;

$Z_{i'j}$: variável padronizada no ponto i' .

Para o cálculo das medidas de distância, pode-se utilizar dados padronizados ou não- padronizados, no entanto, a padronização das variáveis é mais recomendada por formar grupos mais consistentes e por eliminar efeitos devido as diferenças de escala não somente ao longo das variáveis, mas também para a mesma variável, logo, deve ser aplicada sempre que possível. A padronização das variáveis é feita através da conversão de cada variável em escores padrão (escores Z) pela subtração da média e divisão pelo desvio-padrão para cada variável. Cada escore de dados iniciais ou brutos é convertido em um valor padronizado, apresentando média 0 e desvio-padrão igual a 1 (DOURADO et al., 2013).

Os métodos hierárquicos aplicados no agrupamento são baseados na construção de um diagrama do tipo árvore, podendo ser aglomerativos, também conhecidos como construtivos ou divisivos. Nos procedimentos aglomerativos cada elemento inicia em um grupo próprio, posteriormente os grupos mais próximos são agregados formando um novo grupo, reduzindo o número de grupos a cada passo. Nos procedimentos divisivos, todos os elementos iniciam no mesmo grupo, em seguida, os elementos mais distintos entre si são separados, formando grupos cada vez menores (HAIR et al., 2005).

Existem vários métodos hierárquicos aplicados na análise de agrupamento, como: método da ligação individual ou menor distância, método de ligação completa ou

maior distância, método de ligação média ou distância média, método do centróide e método de Ward (FÁVERO et al., 2009). Concepción et al., (2015), Roth et al., (2016) e Fernandes (2017) afirmam que a seleção da técnica mais adequada para agrupamento de um conjunto de observações pode ser feita de duas maneiras: através do cálculo do Coeficiente de Correlação Cofenética (CCC), que mede o grau de ajuste entre a matriz de similaridade original e a matriz final da simplificação gerada pelo método de agrupamento, valores mais próximos de 1 indicam melhores resultados; ou através do cálculo do Coeficiente Aglomerativo (CA), o qual descreve a força da estrutura de grupos formados, sendo possível analisar se as distorções na distribuição de dados são aceitáveis ou não. Os valores calculados para o CA variam de 0 a 1, sendo que os valores mais próximos de 1 determinam um agrupamento mais adequado para a estrutura de dados observados.

A formulação matemática para o cálculo do CA foi obtida da pesquisa de Crispim et al., (2020), de acordo com a Equação 8:

$$CA = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n n_i n_j d_{(i,j)}}{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n n_i n_j} \quad (8)$$

Em que:

n é a quantidade total de observações do grupo de dados.

$d_{(i)}$ é a dissimilaridade com relação ao primeiro grupo que foi introduzido, separado pela dissimilaridade na fase final do agrupamento.

A principal dificuldade nos processos de agrupamento está relacionada a definição do número ótimo de grupos. Para contornar esse desafio uma opção é fornecer uma nota à qualidade do agrupamento considerando as distâncias intra e intergrupos com finalidade de alcançar grupos compactos e bem separados. Segundo RENDÓN et al., (2011) a etapa de validação é considerada de extrema importância para garantir uma *clusterização* de bom desempenho e para isso são utilizados índices de avaliação da qualidade ou também chamados de índice de validação.

Existem vários índices de validação que subsidiam a confiabilidade dos agrupamentos, em que os mais utilizados incluem *silhouette index*, índice Davies-

Bouldin, índice Dunn e o índice Calinski-Harabasz, A Tabela 9 sintetiza as formulações matemáticas para o cálculo desses índices, bem como suas variações, fazendo uma adaptação do esquema elaborado na pesquisa de Crispim et al., (2020).

Tabela 9: Índices de validação para definição do número ótimo de grupos.

Índice de Validação	Equação	Fonte	Explicação das variações
<i>Silhouette index</i>	$s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\min_{j \neq i} \sum_{k \in C_j} d(x_i, x_k)}{\max(\sum_{k \in C_i} d(x_i, x_k), \min_{j \neq i} \sum_{k \in C_j} d(x_i, x_k))} \right)$	Wang e Xu (2019)	Varia de -1 a +1, sendo que valores mais próximos de +1 indicam melhores agrupamentos.
Índice Davies-Bouldin	$DB = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{k \in C_i} d(x_i, x_k)}{\min_{j \neq i} \sum_{k \in C_j} d(x_i, x_k)} \right)$	Thomas et al., (2014)	Quanto menor o valor do índice, indica que os <i>clusters</i> formados são mais heterogêneos entre si e que a formação de grupos é mais adequada.
Índice Dunn	$Dunn = \frac{\min_{i \neq j} \sum_{k \in C_i} \sum_{l \in C_j} d(x_k, x_l)}{\max_{i=1, \dots, K} \sum_{k \in C_i} d(x_k, x_i)}$	Rivera-Borroto et al., (2012)	Os maiores valores do índice implicam em grupos heterogêneos mais distantes e maior grau de homogeneidade entre os elementos de um mesmo grupo.
Índice Calinski-Harabasz	$CH = \frac{B}{W} = \frac{\sum_{i=1}^K \sum_{j \in C_i} d(x_j, x_i)}{\sum_{i=1}^K \sum_{j \in C_i} d(x_j, x_i)}$	Wanget al., 2009; Wang e Xu (2019)	Quanto maior o valor do índice, indica que os <i>clusters</i> formados estão mais isolados e que os dados agrupados são mais homogêneos dentro de um mesmo grupo.

Fonte: Autora, 2022.

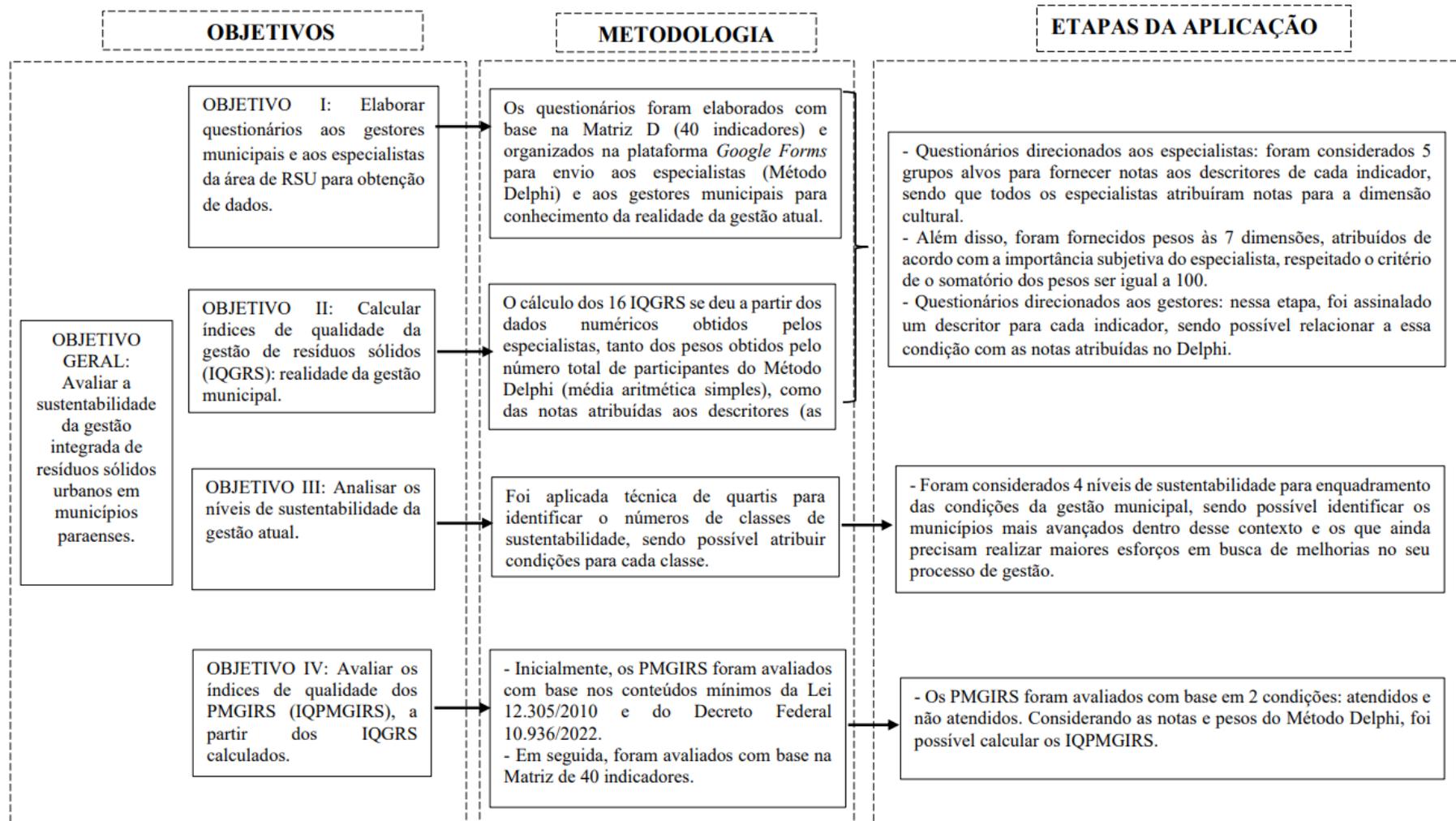
8. METODOLOGIA

Neste capítulo foram abordadas de forma sistemática as etapas executadas para alcançar os objetivos definidos neste trabalho, sendo estas apresentadas na Figura 24. Segundo a classificação de Severino (2016), esta pesquisa possui abordagem qualitativa com base em questionários estruturados e na elaboração de índice para avaliar do nível de sustentabilidade que os municípios se encontram.

As informações obtidas serviram como auxílio para o desenvolvimento do Índice de Qualidade da Gestão dos Resíduos Sólidos (IQGRS), considerando a condição atual da gestão municipal respondida pelos representantes nos questionários. A avaliação desse índice foi realizada através da análise dos PMGIRS e desenvolvimento do IQPMGIRS, tendo como base o atendimento aos itens previstos na Lei 12.305/2010 em seu Art. 19 para os municípios com mais de 20 mil habitantes; e o atendimento aos itens do Decreto 10.936/2022 para os municípios com menos de 20 mil habitantes, havendo uma diferença de apenas 5 itens entre a Lei e o Decreto Federal.

Os índices gerados tanto pela realidade da gestão municipal (IQGRS), quanto pela qualidade da gestão em relação aos PMGIRS vigentes (IQPMGIRS), tiveram a finalidade de subsidiar as tomadas de decisão dos gestores pela indicação das dimensões e indicadores que necessitam de maiores investimentos e políticas públicas no processo de gestão; logo, o critério utilizado como seleção da área de estudo foi baseado nos municípios que possuem os PMGIRS finalizados.

Figura 24: Esquema metodológico das etapas da pesquisa.



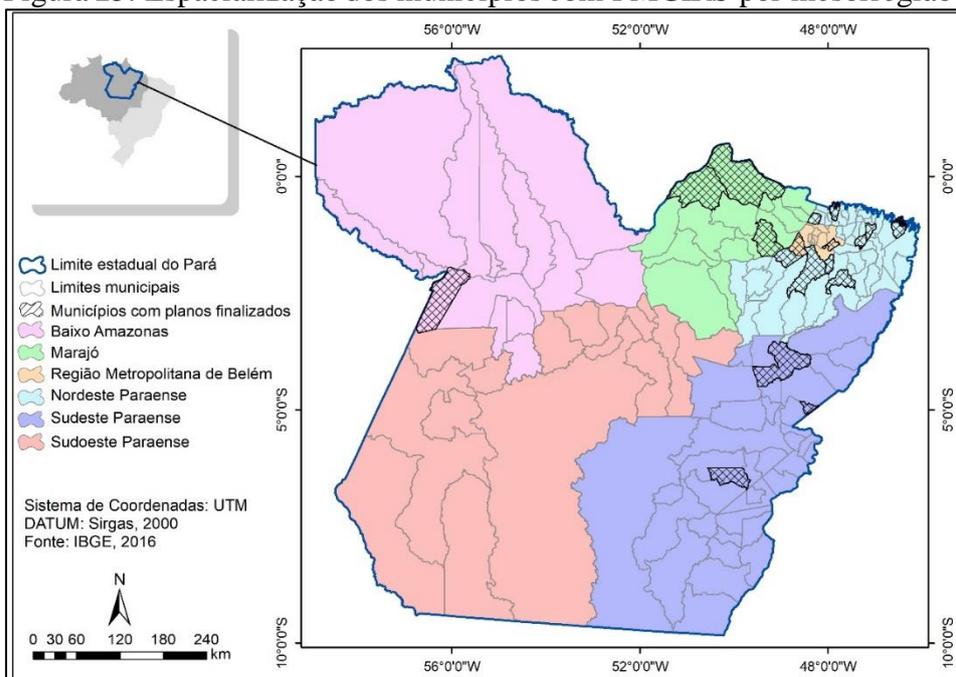
Fonte: Autora, 2022.

8.1 ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Pará possui 144 municípios, distribuídos em 6 mesorregiões: Baixo Amazonas, Marajó, Região Metropolitana de Belém, Nordeste Paraense, Sudeste Paraense e Sudoeste Paraense. Segundo o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), possui uma população estimada para 2021 de 8 milhões de pessoas e área de aproximadamente 1.245.759,305 km², com densidade demográfica correspondente a 6,42 habitantes/km². Vale ressaltar que as mesorregiões são definidas como áreas individualizadas pertencentes à uma unidade da federação, em que o espaço geográfico é determinado a partir dos elementos sociais, das redes de comunicação e de lugares que retratam a articulação espacial (IBGE, 2017).

Para facilitar a visualização dos municípios que possuem os PMGIRS dentro do Estado, foi feita a espacialização destas áreas (Figura 25). Dessa forma, foi possível quantificar e identificar os municípios que possuem os planos finalizados até o ano de 2019, segundo a Secretaria de Obras e Desenvolvimento Urbano do Estado do Pará (SEDOP). A espacialização das áreas foi feita no *software* ArcGis 10.1, mediante a obtenção de *shapefiles* do Pará e dos 144 municípios pertencentes ao Estado.

Figura 25: Espacialização dos municípios com PMGIRS por mesorregião no Pará.



Fonte: Autora, 2022.

Na Tabela 10 foram sistematizadas as informações dos municípios analisados, abrangendo as seguintes variáveis: mesorregião pertencente, nome dos municípios, população e área.

Tabela 10: Sistematização das informações dos municípios paraenses.

Mesorregião	Município	População total estimada (2017)	Área (km ²)	Representação populacional por mesorregião (%)	Representação do número de municípios por mesorregião (%)
Baixo Amazonas	Juruti	56.325	8.305,13	8,02	6,67
Marajó	Afuá	38.144	8.372,80	21,84	18,75
	Chaves	23.066	13.084,76		
	Muaná	39.231	3.763,34		
MB	Barcarena	121.190	1.310,59	5,43	18,18
	Inhangapi	11.388	471,45		
Nordeste Paraense	Abaetetuba	153.380	1.610,40	26,52	18,37
	Acará	54.096	4.343,805		
	Augusto Correa	44.734	1.091,54		
	Aurora do Pará	30.471	1.811,84		
	Bonito	15.834	586,74		
	Capanema	67.150	614,69		
	Colares	11.759	613,00		
	Concórdia do Pará	32.395	690,95		
	Curuçá	38.959	672,68		
Sudeste Paraense	Abel Figueiredo	7.231	614,13	5,47	7,69
	Canaã dos Carajás	36.027	3.146,41		
	Goianésia do Pará	39.352	7.023,94		

Fonte: Autora, 2022.

A escolha da área de estudo considerou o acesso aos PMGIRS cedidos pela SEDOP devido à facilidade em acessar apenas os documentos fornecidos pelo órgão, correspondendo a apenas 12,5% dos municípios com estes documentos finalizados, visto que os PMGIRS não se encontraram disponíveis nos sites de todas as prefeituras; dessa forma, foi considerada a técnica de amostragem por conveniência, na qual são considerados os membros da população mais acessíveis (Ramos et al., 2018; Souza e Broleze, 2019), diferente das condições da pesquisa desenvolvida por Chaves et al., (2020), em que houve uma facilidade de acesso aos PMGIRS, sendo possível considerar a representatividade como critério para seleção das áreas de estudo.

Considerando os dados populacionais, o Estado do Pará possui aproximadamente 8 milhões de habitantes, sendo que os municípios com os PMGIRS finalizados até o momento representam apenas 10,26% da população total do Estado. Segundo a classificação estabelecida pelo IBGE (2001), 72,22% dos municípios selecionados nesta pesquisa se enquadraram em condições de pequeno porte (população de até 50 mil habitantes), enquanto 27,78% correspondem ao percentual de municípios de médio porte (população maior que 50 mil a 200 mil habitantes).

Nesta pesquisa optou-se trabalhar com os municípios que possuem os PMGIRS no Estado do Pará, partindo do pressuposto que essas áreas atendem os requisitos mínimos estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e pelo Decreto 10.936/2022, para os municípios obterem acesso aos recursos oriundos do governo federal. No entanto, o fato de os municípios possuírem os planos não significa que estes cumpram com os critérios estabelecidos pela legislação vigente. Além disso, vale ressaltar que os municípios de Chaves e Afuá não participaram da pesquisa por não terem retornado as respostas dos formulários dos gestores municipais.

De acordo com as informações obtidas na SEDOP, estes documentos são aprovados em câmaras de vereadores através da criação de leis municipais disponibilizadas no Diário Oficial e não por equipe técnica devidamente habilitada, gerando sérios problemas entre os processos de elaboração e implementação de políticas públicas municipais voltadas para a gestão dos resíduos sólidos.

8.2 SELEÇÃO DAS DIMENSÕES E INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS

Essa etapa da pesquisa considerou os aspectos abordados na PNRS, para isso, buscou-se na literatura dimensões e indicadores consolidados relacionados à gestão de resíduos sólidos municipais e os trabalhos publicados nessa área. As dimensões de sustentabilidade selecionadas para englobar os indicadores de sustentabilidade da gestão dos resíduos nessa pesquisa foram sete, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11: Descrição das dimensões da gestão de resíduos sólidos.

Dimensão	Abordagem
Política/institucional	Aborda como princípios a democratização da informação, a participação e o controle social, assim como a integração das demais dimensões da sustentabilidade. Está relacionada com a adoção de políticas públicas para nortear e definir diretrizes, bem como arranjos institucionais de acordo com orientações nacionais e internacionais, considerando as demandas locais para o adequado gerenciamento dos resíduos sólidos.
Tecnológica/operacional	Está ligada ao uso de tecnologias limpas no processamento dos resíduos, devendo priorizar a não fabricação de produtos impossibilitados de retornar à cadeia econômica, o controle na geração, a minimização, o reúso e a reciclagem; além de considerar aspectos das condições de operacionalização do sistema de gerenciamento dos resíduos.
Econômica/Financeira	Caracterizada como recursos que devem ser utilizados de forma preventiva para evitar possíveis danos ou riscos ambientais. Está ligada com a origem, com a aplicação e com a administração adequada dos recursos orçamentários destinados para a manutenção da gestão dos resíduos sólidos urbanos
Ambiental/Ecológica	Está ligada ao uso racional dos recursos naturais, com a prevenção e avaliação de impactos ambientais, com a precaução diante da incerteza e com a compensação por danos ambientais, garantindo o direito constitucional de todos terem acesso a um ambiente equilibrado, favorável à saúde e ao bem-estar. Na gestão dos resíduos sólidos, está relacionada ao direcionamento de rejeitos para os aterros, na minimização da geração, no reaproveitamento/ reciclagem e no tratamento de resíduos antes de serem encaminhados para a disposição final.
Conhecimento/ Educação ambiental	Caracterizada por envolver todas as questões ligadas à problemática dos resíduos sólidos, sendo a base para alcançar os objetivos dos princípios prevista na PNRS, através da troca de informações e da sensibilização com as comunidades, a fim de contribuir para o entendimento da importância do papel social nesse contexto.

Inclusão social	Garante a inserção de atores sociais, como catadores de materiais recicláveis no processo de gestão dos resíduos sólidos, através de melhorias nas condições de trabalho e de educação, contribuindo para a cidadania, para a redução da pobreza e para o desenvolvimento de emprego.
Cultural	Nessa dimensão, são considerados aspectos de contextualização e valorização local, bem como as mudanças de hábitos que podem variar de acordo com as gerações.

Fonte: Adaptado de Polaz e Teixeira (2009); Santiago e Dias (2012); Ramos (2013); Fachine e Moraes (2014); Pereira et al., (2018).

Os indicadores de sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos foram obtidos na literatura e tabulados em planilha eletrônica juntamente com as referências das quais foram retirados (Tabela 12), totalizando 73 indicadores. Vale ressaltar que a leitura dos planos serviu de auxílio para acrescentar 1 indicador julgado pela autora dessa pesquisa como sendo pertinente (indicação em amarelo na dimensão Político/Institucional), constituindo-se como uma adaptação de um dos itens do conteúdo mínimo para compor os PMGIRS previstos na PNRS, sendo consideradas a identificação de possibilidades de soluções consorciadas e a identificação de municípios que já participam de consórcios.

Tabela 12: Matriz A das dimensões e indicadores para avaliar a gestão de resíduos sólidos.

Dimensão	Números de indicadores por dimensão	Indicadores da gestão de resíduos sólidos urbanos	Referências
Político/Institucional	11	Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública	IBGE (2010); Santiago e Dias (2012)
		Existência de legislação específica para a gestão de RSU no município	Pereira et al., (2018)
		Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal	Polaz e Teixeira (2009); Ramos (2013)
		Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU	Polaz e Teixeira (2009); Ramos (2013); Pereira et al., (2018)
		Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal	Polaz e Teixeira (2009); Ramos (2013); Pereira et al., (2018)
		Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população	Polaz e Teixeira (2009); Ramos (2013); Pereira et al., (2018)
		Eficiência do serviço de gestão dos RSU	Pereira et al., (2018)
		Institucionalização da gestão de RSU	Polaz e Teixeira (2009)
		Execução da gestão de RSU	Polaz e Teixeira (2009)
		Participação da sociedade na gestão de RSU (gestão compartilhada)	Besen (2011)

		Participação em consórcios	Adicionado pelo autor
Tecnológica/ Operacional	8	Uso de mão de obra local	Dias (2009); Santiago e Dias (2012)
		Existência de um canal de reclamações/ verificação da qualidade do serviço	Pereira et al., (2018)
		Uso de EPIs pelos funcionários dos RSU	Pereira et al., (2018)
		Manutenção dos equipamentos realizada localmente	Dias (2009); Santiago e dias (2012)
		Tecnologia de reaproveitamento com baixo consumo de energia, fácil manuseio e com mão de obra local	Santiago e Dias (2012)
		Quantidade de transportes utilizados na coleta dos RSU	Pereira et al., (2018)
		Adequação dos transportes utilizados na coleta dos RSU à NBR 13.221/2003	Pereira et al., (2018)
		Veículo coletor específico e apropriado em termos de capacidade e tamanho para as necessidades de geração local	Santiago e Dias (2012)
Econômica/ Financeira	10	Origem dos recursos para resíduos sólidos	Santiago e Dias (2012)
		% autofinanciado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município	Milanez (2002); Polaz e Teixeira (2009); Santiago e Dias (2012); Ramos (2013)
		Eficiência financeira	Pereira et al., (2018)
		Valor gasto com a recuperação de áreas degradadas com RSU	Pereira et al., (2018)
		Existência de cobrança dos usuários pelo serviço de coleta e limpeza pública	Pereira et al., (2018)
		Retorno com a venda de materiais recicláveis e do composto orgânico	Pereira et al., (2018)
		Valor gasto pelo volume de resíduo depositado	Pereira et al., (2018)
		Transporte de coleta seletiva e/ ou convencional	Pereira et al., (2018)
% do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública	Santiago e Dias (2012)		

		Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva	IBGE (2010); Santiago e Dias (2012); Fechine e Moraes (2014)
Ambiental/ Ecológica	22	Eficiência da coleta (n° de coletas executadas/n° de coletas programadas) *100	Santiago e dias (2012); Pereira et al., (2018)
		% de urbanização da população atendida pela coleta de resíduos	Pereira et al., (2018)
		Quantidade de material coletado seletivamente (per capita)	Fechine e moraes (2014); Pereira et al., (2018)
		Satisfação da população em relação a coleta pública (periodicidade/ frequência e horário)	Santiago e Dias (2012); Pereira et al., (2018)
		Existência de lixeiras públicas	Santiago e Dias (2012)
		Existência de coleta seletiva no município	Santiago e Dias (2012)
		Abrangência de coleta seletiva no município	Santiago e dias (2012); Pereira et al., (2018)
		Existência de PEVs para os resíduos segregados	Fechine e Moraes (2014)
		% de recuperação de materiais recicláveis	Besen, 2011; Santiago e Dias (2012); Fechine e Moraes (2014)
		% de recuperação de resíduos orgânico	Santiago e Dias (2012); Pereira et al., (2018)
		Geração de resíduos sólidos urbanos per capita (kg/hab.dia)	Santiago e Dias (2012); Pereira et al., (2018)
		Infraestrutura no aterro	Pereira et al., (2018)
		Condições operacionais do aterro	Pereira et al., (2018)
		Local e condições do aterro	Pereira et al., (2018)
		Aterro sanitário/controlado licenciado	Santiago e Dias (2012); Pereira et al., (2018)
		Existência de aterros para resíduos inertes (construção e demolição)	Santiago e Dias (2012)
		Número de pontos de resíduos clandestinos/ extensão total das vias em Km	Santiago e Dias (2012)
		Há recuperação de áreas degradadas por resíduos?	Milanez (2002); Santiago e Dias (2012); Ramos (2013); Pereira et al., (2018)
		Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU	Polaz e Teixeira (2009); Ramos (2013)
		Existência de centros de triagem e compostagem	Pereira et al., (2018)
% de rejeitos	Besen (2011); Santiago e Dias (2012); Fechine e Moraes (2014)		

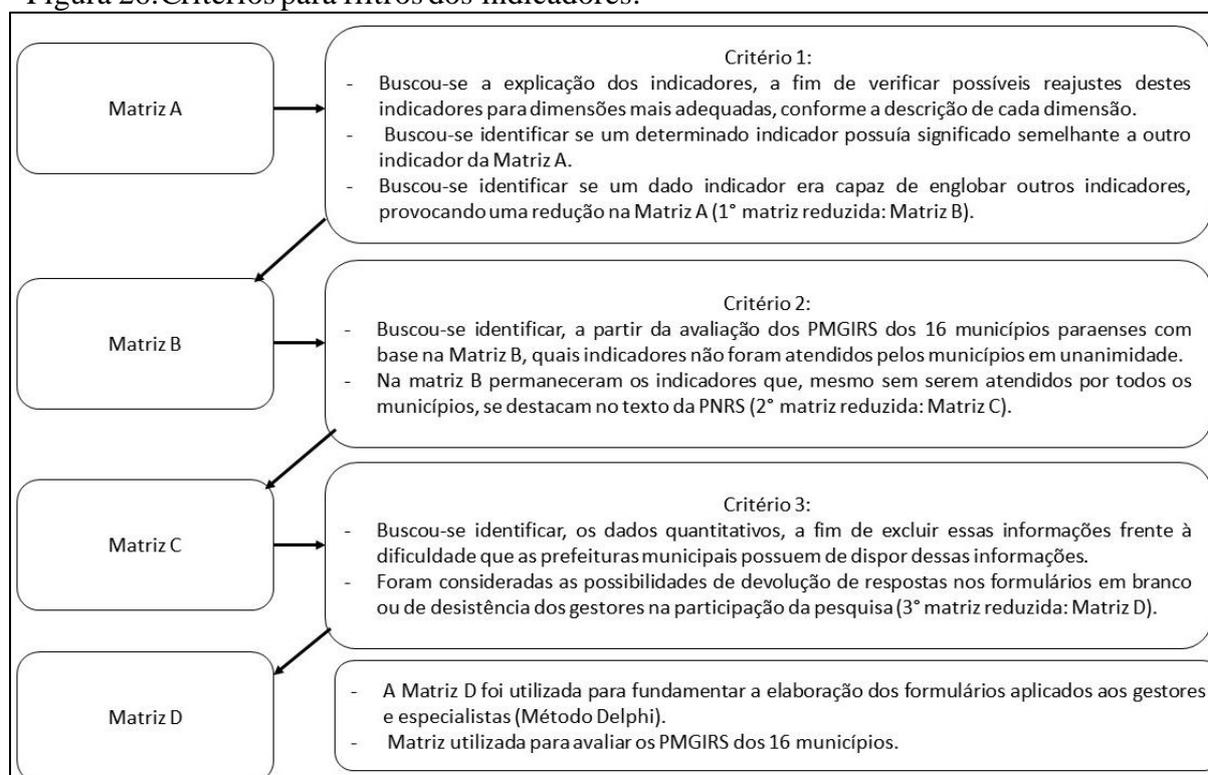
		% de material recolhido nos PEVs em relação a quantidade total coletada pela coleta seletiva	Fechine e Moraes (2014)
Conhecimento/ Educação Ambiental	10	Recursos alocados para ações de educação ambiental (em relação aos custos da limpeza pública)	Santiago e Dias (2012)
		Inclusão de ações de Educação ambiental	Santiago e Dias (2012)
		Capacitação contínua de agentes que atuam na área da limpeza pública	Santiago e Dias (2012)
		Realização de Avaliação da gestão dos RS de forma participativa	Santiago e Dias (2012)
		Material informativo sobre o manejo dos RS	Santiago e Dias (2012)
		Realização de eventos municipais com a temática ambiental	Santiago e Dias (2012)
		Número de parceiros (associados, universidades, setor privado, movimentos sociais)	Santiago e Dias (2012)
		Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde e meio ambiente)	Santiago e Dias (2012)
		Educação ambiental nas escolas	Pereira et al., (2018)
		Formas de mobilização/ Sensibilização ambiental	Santiago e Dias (2012); Pereira et al., (2018)
		Inclusão Social	9
Existência de catadores no lixão	Pereira et al., (2018)		
Existência de catadores nas ruas	Pereira et al., (2018)		
Renda per capita mensal obtida pelos catadores	Santiago e Dias (2012); Fechine e Moraes (2014)		
Abrangência dos cursos de capacitação promovidos aos catadores	Santiago e Dias (2012); Pereira et al., (2018)		
Salubridade do local de trabalho dos catadores (EPI, banheiros, refeitório, armazenamento adequado do refugo e dos recicláveis, cobertura, piso impermeabilizado)	Santiago e Dias (2012)		
Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos com a existência de um cadastro de catadores	Pereira et al., (2018)		
Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc)	Santiago e Dias (2012)		
Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal	Milanez (2002); Santiago e Dias (2012); Ramos (2013)		

Cultural	3	Variação da geração per capita de RSU	Polaz e Teixeira (2009); Ramos (2013)
		Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU	Polaz e Teixeira (2009); Ramos (2013)
		Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU	Polaz e Teixeira (2009); Ramos (2013)

Fonte: Autora, 2022.

Para facilitar essa etapa, foram atribuídas siglas alfabéticas às dimensões e numéricas a cada indicador, como exemplo: a dimensão Político/ Institucional (PI) e o indicador grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal representava teve a representação P11, ou seja, o primeiro indicador descrito na matriz referente à dimensão PI, sendo esse procedimento feito para todas dimensões e indicadores da Matriz A. Após isso, foram utilizados critérios para filtrar o número de variáveis selecionadas, sendo essas etapas resumidas na Figura 26 e explicadas posteriormente.

Figura 26: Critérios para filtros dos indicadores.



Fonte: Autora, 2022.

Inicialmente, foi feita uma análise do que estes indicadores representavam através das explicações dadas pelos autores em seus trabalhos, dessa forma, alguns

indicadores foram reajustados para dimensões mais pertinentes. Além disso, nessa etapa buscou-se verificar se um determinado indicador possuía significado semelhante a outro, garantindo sua eliminação da Matriz A, ou se a explicação de um único indicador englobava vários indicadores descritos na Matriz A, gerando uma 1º matriz reduzida chamada de Matriz B.

O segundo critério utilizado foi baseado no atendimento dos indicadores pelos PMGIRS dos 16 municípios. A partir disso, foi possível identificar e excluir os aspectos que não foram atendidos por unanimidade nesses documentos; no entanto foi considerada a permanência dos indicadores que, mesmo sem serem atendidos, possuem grande importância pelas prioridades descritas no texto da PNRS em termos de acesso dos municípios aos recursos federais e contribuição para melhorias no processo de gestão, gerando uma 2º matriz reduzida chamada de Matriz C.

O terceiro critério foi baseado na identificação de dados quantitativos sem referência de faixas na literatura para serem respondidos nos questionários. Essa etapa contribuiu para a exclusão dessas informações pela dificuldade das prefeituras municipais em dispor de dados quantitativos sobre resíduos sólidos, evitando que fossem retornadas respostas em branco ou a desistência de participação dos gestores na pesquisa, gerando uma 3º matriz reduzida, chamada de Matriz D.

8.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI

Para a obtenção dos pesos e notas referentes às dimensões e indicadores, foi utilizado o método Delphi, caracterizado pela consulta a um grupo de especialistas pré-definido pelo pesquisador (COELHO, 2011). Nessa pesquisa, a consulta foi feita por questionários estruturados enviados através de correios eletrônicos para estudiosos da área de resíduos sólidos, utilizando a plataforma *Google Forms*.

A metodologia utilizada foi baseada e adaptada das pesquisas de Coelho (2011); Santiago e Dias (2012), considerando nível de consenso igual ou superior a 50% para as alternativas de reposta de cada indicador; não havendo o alcance do percentual pré-estabelecido na primeira rodada, novas rodadas foram realizadas até atingir o nível mínimo de consenso desejado.

Vale ressaltar que a aplicação do método teve duração de 10 meses, em que a primeira rodada se deu no período de 25/02/2020 a 25/07/2020 e a 2ª rodada ocorreu no período de 09/08/2020 a 09/01/2021.

8.3.1 Seleção dos especialistas para a primeira rodada

Para aplicação da pesquisa utilizando o método Delphi, foi definido como primeiro critério uma amostra baseada na busca de especialistas em Resíduos Sólidos na Plataforma *Lattes*. Para isso, foi utilizado o critério de considerar pesquisadores com artigos publicados nos últimos cinco anos na área de resíduos sólidos, justificado pela atualização do conhecimento e capacidade de contribuir para a pesquisa;

O painel de especialistas foi composto por 5 grupos (Tabela 13), os quais foram selecionados considerando o conhecimento de cada grupo para obtenção de respostas mais precisas. A fragmentação dos formulários a grupos específicos também foi fundamentada com base na possibilidade de maior taxa de adesão à pesquisa, devido ao especialista ter um menor número de questões a ser respondida.

Tabela 13: Grupos de especialistas do Método Delphi por dimensão.

DIMENSÕES	GRUPO ALVO	CRITÉRIO PARA SELEÇÃO DO GRUPO ALVO
PI	Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) e Secretaria de Desenvolvimento e Obras Públicas (SEDOP).	Elaboração de Estudos e Planos na área de Saneamento Básico, lidando com políticas públicas voltadas para o setor dos RS.
TO/EF	Profissionais de campo da área de resíduos sólidos da Secretaria de Saneamento (SESAN).	Realização de atividades operacionais, as quais dependem diretamente de investimentos para o funcionamento.
AE	Professores da área de resíduos sólidos.	Elevado grau de conhecimento nos aspectos desta dimensão, considerando a realização de cursos e estudos específicos na área de RS.
CEA	Acadêmicos da área de saneamento ambiental	Acesso às disciplinas voltadas para as questões ambientais e de mobilização social.
IS	Representantes de cooperativas de catadores	Grupo afetado pela erradicação dos lixões e criação de cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis.

Fonte: Autora, 2022.

8.3.2 Elaboração do questionário

Inicialmente, foi elaborado um formulário com base na matriz D composta por 40 indicadores. Em seguida, optou-se pelo seu particionamento de acordo com as dimensões para atores específicos, a fim de reduzir a quantidade de respostas direcionadas aos especialistas e aumentar o número de retorno das respostas. O formulário foi composto por 2 partes: as questões subjetivas, que foram os pesos dados a cada dimensão; e por questões de múltipla escolha, que foram as notas dadas a cada descritor de cada indicador (APÊNDICE A).

De forma resumida, os pesquisadores atribuíram notas na escala de 1 a 5. Para facilitar o preenchimento dos questionários de acordo com as realidades locais, as notas puderam ser repetidas para os descritores de um mesmo indicador, considerando a seguinte legenda:

- **5: EXCELENTE**
- **4: ÓTIMO**
- **3: BOM**
- **2: REGULAR**
- **1: RUIM**

Além disso, foram fornecidos pesos para cada dimensão da gestão de resíduos sólidos totalizando o somatório igual a 100, os quais foram distribuídos nas sete dimensões selecionadas, em que os maiores pesos indicaram as dimensões mais importantes para os especialistas. Vale ressaltar que os pesos também puderam ser repetidos em algumas dimensões.

Para iniciar a aplicação do método, foram enviados questionários, compostos por dimensões, indicadores e descritores, de natureza objetiva e de fácil entendimento, a fim de obter uma convergência entre as respostas na primeira rodada. A primeira rodada foi enviada junto com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participação voluntária na pesquisa (APÊNDICE B). As respostas dos participantes foram recebidas por correio eletrônico. Após isso, as informações foram sistematizadas em planilha eletrônica e reenviadas para os especialistas para conhecimento dos resultados obtidos, garantindo o anonimato de um participante em relação ao outro.

8.4 CÁLCULO DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DA GESTÃO DOS RS (IQGRS)

O desenvolvimento do IQGRS foi baseado na metodologia de Crispim (2015), o qual realizou a elaboração do índice de pobreza hídrica no município de Pombal. Essa metodologia passou por uma adaptação às condições dessa pesquisa, em que o índice proposto foi baseado em valores das dimensões e em notas atribuídas aos descritores de cada indicador (método Delphi). Vale ressaltar que a literatura traz pesquisas com metodologias semelhantes para a composição de índices, calculando ou estabelecendo pesos por métodos participativos e utilizando médias ponderadas (Andrade et al., 2010; Santiago e Dias, 2012; Pereira e Curi, 2018; Coordenadoria de Planejamento Ambiental de São Paulo, 2021).

O valor do índice foi calculado com base nos questionários estruturados enviados aos responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos de cada município (APÊNDICE C). Para isso, foi consultada a SEDOP a fim de obter ajuda no processo de envio e recebimento, por correio eletrônico, dos formulários preenchidos de acordo com a realidade local. De posse dessas informações e das notas estabelecidas aos descritores pelo método Delphi, pela Equação 9:

$$D_i = \sum_{j=1}^n \frac{X_j}{n} \quad (9)$$

Em que:

D_i é o valor da dimensão;

n é a quantidade de indicadores que compõem a dimensão;

X_j é a nota determinada pelo método Delphi para um dado indicador j .

Por exemplo, considerando a dimensão cultural que possui 3 indicadores, conforme a Figura 27. Cada descritor dos 3 indicadores recebeu notas dadas pelos especialistas, as quais devem obedecer ao consenso mínimo estabelecido igual ou superior a 50%, caso o número de respondentes seja igual a 60, no mínimo 30 notas devem ser iguais para gerar uma nota final para um determinado descritor.

Além disso, todos os participantes atribuíram pesos a todas as dimensões. Considerando 60 painelistas, foi feita uma média simples de todos os pesos atribuídos divididos pela quantidade de respondentes, dessa forma, chegou-se a um valor de peso final, nesse exemplo, representado pelo número 10.

Figura 27: Ilustração do formulário para respostas da Dimensão Cultural.

DIMENSÃO CULTURAL (D₇)	Peso (P₇)	10
	DESCRIPTOR	NOTA
VARIAÇÃO DA GERAÇÃO PER CAPITA DE RSU	Taxa de variação > 1	1
	Taxa de variação = 1	3
	Taxa de variação < 1	5
EFETIVIDADE DE PROGRAMAS EDUCATIVOS CONTÍNUOS VOLTADOS PARA BOAS PRÁTICAS DA GESTÃO DE RSU	Inexistência de programas educativos	1
	Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população	3
	Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população	5
EFETIVIDADE DE ATIVIDADES DE MULTIPLICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS EM RELAÇÃO AOS RSU	Ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas	1
	Divulgação pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU	3
	Divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU, inclusive com replicação das mesmas	5

Fonte: Autora, 2022.

Cada nota estabelecida aos descritores, está diretamente relacionada a uma determinada realidade obtida pelos gestores municipais. Nesse exemplo, foi considerada uma realidade hipotética para o município de Acará (Figura 28).

Figura 28: Ilustração do formulário para respostas dos gestores municipais na Dimensão Cultural.

7. CULTURAL
7.01. Variação da geração per capita de RSU: Taxa de variação > 1 (x) Taxa de variação = 1 () Taxa de variação < 1 ()
7.02. Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU: Inexistência de programas educativos () Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população (x) Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população ()
7.03. Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU: Ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas (x) Divulgação pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU () Divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU, inclusive com replicação das mesmas ()

Fonte: Autora, 2022.

Logo, para efetuar o cálculo da dimensão cultural para este município, foram considerados os itens selecionados pelo gestor, as notas dadas a esses descritores (Delphi) e a quantidade de indicadores que esta dimensão possui, no caso 3, sendo feito o seguinte cálculo, conforme Equação 9:

$$D_i = \frac{1+3+1}{3} = 1,33.$$

Esse mesmo cálculo foi aplicado às outras dimensões, indicadores e descritores. Então, foram estabelecidas notas para todos os descritores e pesos para todas as dimensões. Após esses cálculos, foi possível obter o índice proposto através de médias ponderadas que consideram os valores das dimensões referente a Equação 1, e os pesos das dimensões atribuídos pelo método Delphi (somatório igual a 100) pela seguinte formulação matemática (Equação 10):

$$IQGRS = \frac{(P1 * D1) + (P2 * D2) + (P3 * D3) + (P4 * D4) + (P5 * D5) + (P6 * D6) + (P7 * D7)}{100} \quad (10)$$

Em que:

IQGRS é o valor do índice referente a gestão dos RS;

D1 a D7 são os valores das dimensões, referente a cada uma das sete dimensões;

P1 a P7 são os pesos estabelecidos a essas dimensões, obtidas pelo método Delphi.

Nota-se que foram calculados 16 IQGRS para representar a atual situação da gestão dos resíduos de cada município selecionado.

8.5 AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A avaliação do nível de sustentabilidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos dos municípios paraenses, foi feita através do número de intervalos propostos pela técnica estatística de quartis, conforme pesquisa de Crispim et al., (2022). Após isso, foram estabelecidas condições para cada intervalo de classe, considerando que as situações mais favoráveis estavam presentes nas classes com os maiores índices.

Algumas pesquisas já trazem classificações para avaliar níveis de sustentabilidade, como é o caso dos trabalhos de Santiago e Dias, 2012 (Figura 29); Ramos, 2013; Fachine e Moraes, 2014; Santos et al., 2016. Para este trabalho, as classificações foram geradas a partir da literatura, já os intervalos de classe foram calculados de acordo com as condições da pesquisa.

Figura 29: Níveis de sustentabilidade.

Intervalo de sustentabilidade	Nível de sustentabilidade
0	Insustentável
$1,0 \leq NS \leq 4,0$	Baixa sustentabilidade
$5,0 \leq NS \leq 8,0$	Média sustentabilidade
$9 \geq NS \leq 10$	Alta sustentabilidade

NS: intervalo de sustentabilidade.

Fonte: Santiago e Dias, 2012.

8.6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Nesta pesquisa foram aplicadas duas técnicas estatísticas: uma para avaliar o grau de colinearidade entre as dimensões selecionadas e outra para identificar qual dimensão apresentou maior contribuição na formação do IQGRS.

Para o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson e para a aplicação da regressão linear simples, foi utilizada planilha eletrônica com a sistematização dos valores das dimensões, sendo possível aplicar as funções estatísticas presente na Análise de Dados.

Na primeira coluna da planilha foram inseridos os nomes dos municípios participantes da pesquisa, nas colunas dois a oito foram inseridos os valores das sete dimensões para cada localidade (variáveis independentes), e por fim, na coluna nove foram inseridos os valores do IQGRS para cada município (variável dependente).

Para o cálculo do coeficiente de Pearson e aplicação da regressão linear simples foram selecionados pares de colunas, variando as colunas das dimensões e mantendo constante a coluna que representava os índices. Dessa forma, os valores dos coeficientes de Pearson auxiliaram na geração de uma matriz para avaliar a colinearidade entre variáveis; já a aplicação da regressão linear simples contribuiu para a elaboração de sete equações de reta, conforme apresentado na Equação 6.

Além disso, foi possível calcular o coeficiente de determinação (R^2) segundo a Equação 5, que é o quadrado do coeficiente de Pearson, o qual pode possuir valores de 0 a 1 e representa a variação de Y explicada pela reta calculada, sendo que quanto mais próximo de 1 indica melhor distribuição e ajustamento dos dados.

8.7 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

Para aplicação das técnicas de agrupamento, foi utilizado o *software* R, versão 3.6.1, por ser um programa gratuito e de fácil interação.

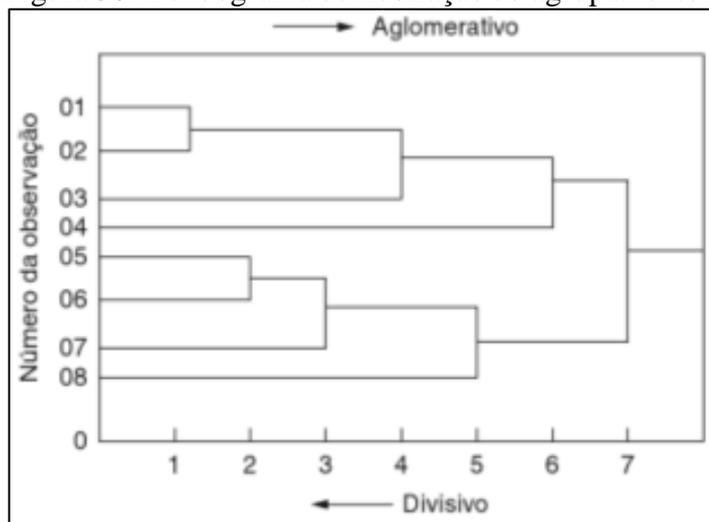
Nesta pesquisa optou-se em utilizar o método Ward para agrupar os 40 indicadores da matriz final, considerando o uso da distância euclidiana entre os *clusters* (Yim e Ramdeen, 2015; Roth et al., 2016; Crispim et al., 2019; Crispim et al., 2020). Segundo Hair et al., (2005), devem ser gerados grupos mais similares possíveis, sendo que quanto menor o número de grupos, menor a homogeneidade entre os elementos dentro dos grupos. Logo, deve ter um equilíbrio entre a definição dos agrupamentos e obtenção do nível de similaridade necessário.

O uso do Coeficiente Aglomerativo (CA) teve como fundamento os trabalhos de Concepción et al., (2015), com apresentação de valores de CA superiores aos valores de CCC para confirmação do método Ward com maior desempenho; e de Crispim et al., (2020), os quais obtiveram excelente resultado para a aplicação do método de Ward com CA igual a 0,94, sendo que quanto mais próximo de 1, indica melhor qualidade no método de agrupamento adotado.

O método Hierárquico de Ward se baseia na perda de informação resultante do agrupamento de elementos, sendo calculado pela soma dos quadrados dos desvios das parcelas individuais em relação às médias dos grupos em que são classificados, logo esse método tende a originar grupos de tamanhos aproximadamente iguais, por consequência da minimização da variação interna (DE BEM et al., 2015; FERREIRA et al., 2020).

Graficamente, o agrupamento pelo método de Ward pode ser ilustrado pela construção de um diagrama bidimensional denominado de Dendograma ou diagrama de árvore (Figura 30), o qual definirá o número de grupos formados através de cortes transversais.

Figura 30: Dendograma de ilustração do agrupamento hierárquico.



Fonte: Hair et al., 2005.

Após a formação dos grupos, foi feita a espacialização das informações geradas através da elaboração de mapas no *software* Arcgis 10.1, a fim de facilitar a visualização dos municípios e dos grupos aos quais eles pertencem de acordo com as suas similaridades no agrupamento dos indicadores de resíduos sólidos.

Nesta pesquisa, a análise de agrupamento contribuiu para avaliar quais as condições de sustentabilidade da gestão dos resíduos sólidos municipais, sendo possível identificar municípios com investimentos mais avançados e aqueles que ainda necessitam da realização de ações prioritárias para melhor adequação no processo de gestão, tendo em vista às obrigações legais e necessidades da sociedade.

8.8 APLICAÇÃO DO IQGRS NA AVALIAÇÃO DOS PMGIRS

Neste capítulo é explicado o roteiro utilizado para a avaliação dos PMGIRS, a fim de conhecer a atual condição destes documentos e identificar as principais dimensões que necessitam de melhorias na gestão dos RSU, segundo o texto previsto nos PMGIRS.

8.8.1 Avaliação dos PMGIRS dos municípios paraenses

O início da pesquisa foi realizado com a busca pelas principais legislações que abordam a questão de resíduos sólidos nos municípios paraenses, contemplando: leis, decretos, códigos e planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos. O arcabouço legal foi obtido pela leitura dos PMGIRS; devido as dificuldades e não transparências das prefeituras em disponibilizar informações sobre os resíduos sólidos em suas páginas virtuais, viu-se a necessidade de solicitar os PMGIRS, mediante ofício ao órgão estadual responsável pelo controle desses dados, neste caso, a SEDOP (Anexo A).

Estes planos foram lidos no formato *Portable Document Format* (PDF), sendo que a primeira leitura na íntegra de cada documento facilitou encontrar pontos específicos exigidos pela PNRS, em seu artigo 19 (para municípios com mais de 20.000 habitantes) e exigidos no Decreto 10.936/2022 em seu artigo 52, considerando o conteúdo mínimo, para verificar o cumprimento ou não dos itens previstos na lei. Esses itens foram organizados em planilha eletrônica (Tabela 14), sendo as colunas representadas por cada município e as linhas representadas pelos itens contemplados na Política e no Decreto 10.936/2022. Os itens da Tabela 14 destacados em amarelo estão relacionados ao conteúdo que não é exigido na elaboração dos planos simplificados, segundo o Decreto 10.936/2022.

Tabela 14: Modelo de estruturação da planilha para avaliação dos PMGIRS, considerando conteúdo mínimo legal para população maior e menor que 20.000 habitantes.

Conteúdo mínimo dos planos	Município
Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas	
Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos	
Identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios	
Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico ou a sistema de logística reversa	
Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	
Indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	

Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20	
Definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público	
Programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização	
Programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos	
Programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis	
Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda	
Sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços	
Metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras	
Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;	
Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33	
Ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento	
Identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras	
Periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal	

Fonte: Autora, 2022.

É importante ressaltar que a avaliação dos planos utilizou o seguinte critério para verificar os itens atendidos: foram consideradas apenas as informações que constavam nos planos, ou seja, as informações inexistentes ou que existem sem ser colocadas em práticas, foram consideradas como não atendidas. Dessa forma, foi possível levantar o percentual de itens atendidos por cada município, bem como identificar os planos com melhor e pior situação em termos de elaboração do PMGIRS.

8.8.2 Avaliação dos IQPMGIRS baseado nos IQGRS

Os PMGIRS foram avaliados de acordo com a matriz D composta por 40 indicadores para o desenvolvimento do IQPMGIRS, sendo possível analisar o nível de sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos de cada município, identificar os indicadores e as dimensões que necessitam de maiores investimentos e esforços para implementação de políticas públicas, bem como analisar a qualidade de elaboração dos planos, importante instrumento estabelecido pela legislação vigente para garantir acesso aos recursos federais para manutenção dos serviços relacionados aos resíduos sólidos. A finalidade dessa etapa foi identificar a disparidade entre os valores de IQGRS e IQPMGIRS.

Os pesos atribuídos às dimensões no Método Delphi permaneceram iguais, visto que contou com a participação de especialistas da área de resíduos sólidos e contribuiu com a imparcialidade para o cálculo do IQPMGIRS. As notas foram atribuídas também considerando o Método Delphi, a partir do consenso igual ou superior a 50% atribuído pelos especialistas, logo foi dada uma nota para cada descritor de determinado indicador. Posteriormente, utilizando a Equação 9, foi possível calcular um novo valor de dimensão para as condições de qualidade dos PMGIRS, a partir da leitura e avaliação de cada um deles.

De posse dos novos valores das dimensões e da permanência dos seus pesos, pôde-se calcular os IQPMGIRS para cada município através da aplicação da Equação 10 que considera uma média ponderada, com somatório total dos pesos igual a 100. Dessa forma, foi possível identificar uma diferença entre os valores dos IQGRS calculados considerando a prática da gestão e dos IQPMGIRS, considerando a qualidade de elaboração dos documentos. Vale ressaltar a necessidade de serem realizados PMGIRS com qualidade para facilitar o processo de gestão nas mudanças de governo, a fim de serem alcançadas melhorias constantes nesse serviço.

A apresentação de valores de IQGRS superiores aos IQPMGIRS, significou que o município precisa melhorar a qualidade de elaboração do seu PMGIRS, inserindo informações confiáveis e que sejam passíveis de serem implementadas considerando as peculiaridades de cada município. Já a situação contrária, indicou que apesar de o município apresentar um PMGIRS com qualidade, parte das ações, dos projetos e planejamentos descritos não são colocados em prática, o que reflete a dificuldade ou a falta de prioridade dos poderes públicos quanto a este setor.

9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa são apresentados e discutidos, conforme a seguinte sequência:

- Seleção das Dimensões e Indicadores de Sustentabilidade da Gestão de Resíduos;
- Aplicação do Método Delphi;
- Formulações matemáticas para cálculo dos IQGRS;
- Avaliação dos níveis de sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos;
- Aplicação de técnicas estatísticas e de *Clusterização*;
- Avaliação dos IQPMGIRS com base nos valores de IQGRS.

9.1 SELEÇÃO DAS DIMENSÕES E INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS

Após a análise da literatura científica sobre indicadores de resíduos sólidos urbanos e das legislações que regem essa temática, verificou-se a importância de se conhecer aspectos econômicos, ambientais, sociais, políticos, operacionais e financeiros para garantir o funcionamento adequado da gestão municipal.

As questões econômicas e financeiras estão relacionadas à obtenção de recursos pelos governos municipais para garantir a manutenção do processo de gestão, através da aplicação de verbas em ações e atividades voltadas para a temática dos resíduos sólidos. Vale ressaltar que a PNRS e o Decreto nº Decreto 10.936/2022, garantem prioridades para a distribuição de recursos financeiros instituídos pela União e pelo Estado aos municípios que participarem de soluções consorciadas e de atividades de coleta seletiva (MILANEZ, 2002; POLAZ e TEIXEIRA, 2009; BRASIL, 2010; SANTIAGO e DIAS, 2012; RAMOS, 2013).

As questões ambientais estão relacionadas ao uso adequado dos recursos naturais, tendo em vista a minimização dos impactos negativos provocados pelo mau gerenciamento desses materiais, buscando reduzir a quantidade de resíduos gerados e aumentar a vida útil dos aterros sanitários. Ainda nesse contexto, a importância do conhecimento dos aspectos ambientais é considerada a base para o alcance dos objetivos previstos na PNRS e para o cumprimento das legislações nos níveis estaduais e municipais, através da busca pela sensibilização da sociedade (SUKUZI e GOMES, 2009; BRASIL, 2010; SANTIAGO e DIAS, 2012; FECHINE e MORAES, 2014; PEREIRA et al., 2018).

Segundo Magni (2011), a quantidade de resíduos gerados e os volumes descartados não atingem a todos os indivíduos de forma homogênea por conta do processo de exclusão social, logo, inúmeros indivíduos retiram parte desses rejeitos para garantir sua sobrevivência. As questões sociais estão voltadas à inclusão de profissionais catadores de materiais recicláveis, a fim de evitar desperdícios de resíduos sólidos (POLAZ e TEIXEIRA, 2009; SANTIAGO e DIAS, 2012; RAMOS, 2013; PEREIRA et al., 2018).

As questões políticas estão voltadas para a elaboração de políticas públicas, com a finalidade de direcionar os processos de gestão dos resíduos sólidos, os quais devem considerar as particularidades de cada área e uma convergência entre os conteúdos previstos em legislações federais, estaduais e municipais, a fim de garantir a possibilidade

de implementação das atividades propostas. Além disso, torna-se um aspecto relevante para que a população tenha participação no processo de gestão (POLAZ e TEIXEIRA, 2009; BRASIL, 2010; RAMOS, 2013; CEZAR et al., 2015; PEREIRA et al., 2018).

As questões operacionais estão relacionadas ao uso de tecnologias para evitar a fabricação de produtos, que após seu uso, não tenham a possibilidade de retornar para o ciclo econômico, obedecendo as prioridades previstas na PNRs. Além disso, estão voltadas para as atividades de operação dos sistemas de gerenciamento destes materiais, como processos de reciclagem e disposição final (DIAS, 2009; SANTIAGO e DIAS, 2012; PEREIRA et al., 2018).

Diante da importância dos estudos dessas dimensões ratificadas pelos autores e leis citados, foi estabelecida uma lista inicial de indicadores contemplando as 7 dimensões selecionadas nesta pesquisa, conforme a Matriz A apresentada na metodologia.

Após a aplicação do primeiro critério para filtrar a quantidade de indicadores da Matriz A, houve uma redução do número de variáveis e realocação de elementos para a dimensão considerada mais pertinente. Dessa forma, foi possível originar uma matriz B reduzida composta por 47 indicadores (Tabela 15).

Tabela 15: Matriz B com 47 indicadores: a cor laranja representa os indicadores eliminados e suas relações com os outros indicadores da matriz, e a cor verde representa os indicadores com dimensões reajustadas.

DIMENSÃO POLÍTICO/INSTITUCIONAL	INDICADORES
PI1	Grau de estruturação e capacitação da gestão de RSU na administração pública municipal
PI2	Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU
PI3	Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal
PI4	Existência de legislação específica para a gestão de RSU no município
PI5	Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população
PI6	Eficiência do serviço de gestão dos RSU (solicitações de serviço atendidas)
PI7	Institucionalização da gestão de RSU (relacionado aos itens PI1, PI2, PI4)
PI8	Execução da gestão de RSU (relacionado aos itens PI1, PI2)

PI9	Participação da sociedade na gestão de RSU (gestão compartilhada)
PI10	Existência de plano diretor (relacionado ao item PI3)
PI1	Participação em consórcios
PI2	Participação da população (fornecimento de dados e audiências) (relacionado ao item PI8)
DIMENSÃO TECNOLÓGICO/OPERACIONAL	INDICADORES
TO1	Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública
TO2	Uso de mão de obra local
TO3	Existência de um canal de reclamações/verificação da qualidade do serviço (relacionado ao item PI5)
TO4	Uso de EPIs pelos funcionários dos RSU
TO5	Manutenção dos equipamentos realizada localmente
TO6	Existência de tecnologia de reaproveitamento (Adaptado de Santiago e Dias, 2012)
TO7	Quantidade de transportes utilizados na coleta dos RSU (relacionado ao item AE 1)
TO8	Adequação dos transportes utilizados na coleta dos RSU à NBR 13.221/2003 (aplicado ao transporte de resíduos perigosos)
TO9	Veículo coletor específico e apropriado em termos de capacidade e tamanho para as necessidades de geração local (relacionado ao item AE1)
TO10	Sistema para avaliação da qualidade do serviço prestado pelos gestores
DIMENSÃO ECONÔMICO/FINANCEIRA	INDICADORES
EF1	Origem dos recursos para resíduos sólidos
EF2	% autofinanciado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município
EF3	Eficiência financeira (relacionado com o item EF2)
EF4	Existência de cobrança dos usuários pelo serviço de coleta e limpeza pública (relacionado ao item EF1)
EF5	Valor gasto com a recuperação de áreas degradadas com RSU (relacionado ao item AE18)
EF6	Retorno com a venda de materiais recicláveis e do composto orgânico
EF7	Valor gasto pelo volume de resíduo depositado (relacionado ao item EF5)
EF8	Transporte de coleta seletiva e/ ou convencional (relacionado ao item EF5)

EF9	% do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública e manejo dos RSU
EF10	Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva
DIMENSÃO AMBIENTAL/ECOLÓGICA	INDICADORES
AE1	Eficiência da coleta (n° de coletas executadas/n° de coletas programadas) *100
AE2	% de urbanização da população atendida pela coleta de resíduos (relacionada ao item AE1)
AE3	Quantidade de material coletado seletivamente (per capita) (relacionada ao item AE7)
AE4	Satisfação da população em relação a coleta pública (periodicidade/ frequência e horário)
AE5	Existência de lixeiras públicas
AE6	Existência de coleta seletiva no município
AE7	Abrangência de coleta seletiva no município
AE8	Existência de PEVs para os resíduos segregados
AE9	% de Recuperação de materiais recicláveis
AE10	% de Recuperação de resíduos orgânico
AE11	Geração de resíduos sólidos urbanos per capita (kg/hab.ano)
AE12	Infraestrutura no aterro (relacionado ao item AE11)
AE13	Condições operacionais do aterro (relacionado ao item AE11)
AE14	Local e condições do aterro (relacionado ao item AE11)
AE15	Existência de Aterro sanitário/ aterro controlado licenciados
AE16	Existência de aterros para resíduos inertes (construção e demolição) (não está relacionado com RSU)
AE17	Há recuperação de áreas degradadas por resíduos?
AE18	Número de pontos de resíduos clandestinos/ extensão total das vias em Km
AE19	Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU
AE20	Existência de centros de triagem e compostagem
AE21	% de rejeitos (relacionado aos itens AE9 e AE10)
AE22	% de material recolhido nos PEVs em relação a quantidade total coletada pela coleta seletiva (relacionado ao item AE7)

DIMENSÃO CONHECIMENTO/EDUCAÇÃO AMBIENTAL	INDICADORES
CEA1	Recursos alocados para ações de educação ambiental
CEA2	Periodicidade da realização de ações de Educação ambiental
CEA3	Existência de ações de mobilização/ Sensibilização ambiental
CEA4	Capacitação contínua de agentes que atuam na área da limpeza pública (relacionado ao item PI2)
CEA5	Realização de Avaliação da gestão dos RS de forma participativa (relacionado ao item PI8)
CEA6	Material informativo sobre o manejo dos RS (relacionado ao item CEA6)
CEA7	Realização de eventos municipais com a temática ambiental (relacionado ao item CEA2)
CEA8	Existência de parcerias (associados, universidades, setor privado, movimentos sociais)
CEA9	Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde e meio ambiente)
CEA10	Educação ambiental nas escolas (relacionado ao item CEA2)
DIMENSÃO INCLUSÃO SOCIAL	INDICADORES
IS1	Existência de Catadores organizados (cooperativas, associações)
IS2	Existência de catadores no lixão (relacionado ao item IS1)
IS3	Existência de catadores nas ruas (relacionado ao item IS1)
IS4	Renda per capita mensal obtida pelos catadores (relacionado ao item EF2)
IS5	Abrangência dos cursos de capacitação promovidos aos catadores
IS6	Salubridade do local de trabalho dos catadores (EPI, banheiros, refeitório, armazenamento adequado do refugo e dos recicláveis, cobertura, piso impermeabilizado)
IS7	Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos para apoio ou orientação de políticas municipais
IS8	Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc) - Adaptado de Santiago e Dias (2012)
IS9	Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal

DIMENSÃO CULTURAL	INDICADORES
C1	Variação da geração per capita de RSU
C2	Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU
C3	Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU

Fonte: Autora, 2022.

Por exemplo, na Matriz A com 73 indicadores, a dimensão político/institucional (PI) possuía 11 indicadores; no entanto, 2 desses indicadores foram eliminados por estarem relacionados com outros indicadores da Matriz A, evitando o uso de informações duplicadas, e 1 foi realocado para outra dimensão, logo, na Matriz B essa dimensão passou a ser constituída por 8 indicadores.

É importante destacar que os itens realocados contribuíram para o aumento no número de indicadores em outras dimensões, ou seja, uma dimensão pode ter sofrido apenas acréscimo de itens, ou essas adições puderam ser compensadas pela eliminação de indicadores semelhantes.

Em seguida, foi utilizado o segundo critério na Matriz B para continuar a redução do número de variáveis, dessa vez, considerando a exclusão de indicadores que não eram atendidos por nenhuma das áreas selecionadas nesta pesquisa, originando a Matriz C composta por 43 indicadores, conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16: Matriz C com 43 indicadores: a cor cinza representa os indicadores eliminados (pelo não atendimento e por serem dados quantitativos sem referência) e a cor azul representa os indicadores de permanência.

DIMENSÃO POLÍTICO/INSTITUCIONAL	INDICADORES
PI1	Grau de estruturação e capacitação da gestão de RSU na administração pública municipal
PI2	Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU
PI3	Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal
PI4	Existência de legislação específica para a gestão de RSU no município
PI5	Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população
PI6	Eficiência do serviço de gestão dos RSU (solicitações de serviço atendidas)
PI7	Participação da sociedade na gestão de RSU (gestão compartilhada)

PI8	Participação em consórcios
DIMENSÃO TECNOLÓGICO/OPERACIONAL	INDICADORES
TO1	Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública
TO2	Uso de mão de obra local
TO3	Uso de EPIs pelos funcionários dos RSU
TO4	Manutenção dos equipamentos realizada localmente
TO5	Existência de tecnologia de reaproveitamento (Adaptado de Santiago e Dias, 2012)
TO6	Sistema para avaliação da qualidade do serviço prestado pelos gestores
DIMENSÃO ECONÔMICO/FINANCEIRA	INDICADORES
EF1	Origem dos recursos para resíduos sólidos
EF2	% autofinanciado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município
EF3	Retorno com a venda de materiais recicláveis e do composto orgânico
EF4	% do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública e manejo dos RSU
EF5	Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva
DIMENSÃO AMBIENTAL/ECOLÓGICA	INDICADORES
AE1	Eficiência da coleta (n° de coletas executadas/n° de coletas programadas) *100
AE2	Satisfação da população em relação a coleta pública (periodicidade/ frequência e horário)
AE3	Existência de lixeiras públicas
AE4	Existência de coleta seletiva no município
AE5	Abrangência de coleta seletiva no município
AE6	Existência de PEVs para os resíduos segregados
AE7	% de Recuperação de materiais recicláveis
AE8	% de Recuperação de resíduos orgânico
AE9	Geração de resíduos sólidos urbanos per capita (kg/hab.ano)
AE10	Existência de Aterro sanitário/ aterro controlado licenciados
AE11	Há recuperação de áreas degradadas por resíduos?
AE12	Número de pontos de resíduos clandestinos/ extensão total das vias em Km
AE13	Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU
AE14	Existência de centros de triagem e compostagem

DIMENSÃO CONHECIMENTO/EDUCAÇÃO AMBIENTAL	INDICADORES
CEA1	Recursos alocados para ações de educação ambiental
CEA2	Periodicidade da realização de ações de Educação ambiental
CEA3	Existência de ações de mobilização/ Sensibilização ambiental
CEA4	Existência de parcerias (associados, universidades, setor privado, movimentos sociais)
CEA5	Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde e meio ambiente)
DIMENSÃO INCLUSÃO SOCIAL	INDICADORES
IS1	Existência de Catadores organizados (cooperativas, associações)
IS2	Abrangência dos cursos de capacitação promovidos aos catadores
IS3	Salubridade do local de trabalho dos catadores (EPI, banheiros, refeitório, armazenamento adequado do refugo e dos recicláveis, cobertura, piso impermeabilizado)
IS4	Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos para apoio ou orientação de políticas municipais
IS5	Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc.)
IS6	Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal
DIMENSÃO CULTURAL	INDICADORES
C1	Variação da geração per capita de RSU
C2	Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU
C3	Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU

Fonte: Autora, 2022.

Por fim, a aplicação do terceiro critério teve a finalidade de eliminar os dados quantitativos pela dificuldade que os municípios têm de sistematizar essas informações. Como exemplo, tem-se o indicador: Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal, por representar um valor bruto como resposta, esse item foi eliminado; no entanto, o indicador: apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública localizado na dimensão TO/EF, consegue suprir a ausência do item eliminado, sendo mais simples de ser respondido.

Dessa forma foi gerada a Matriz D (Tabela 17), com a seleção final de 40 indicadores capazes de representar a gestão municipal e a percepção de especialistas quanto à condição ideal para um adequado processo de gestão dos resíduos sólidos.

Tabela 17: Matriz D final composta por 40 indicadores.

DIMENSÃO POLÍTICO/INSTITUCIONAL	INDICADORES
PI1	Grau de estruturação e capacitação da gestão de RSU na administração pública municipal
PI2	Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU
PI3	Existência de legislação específica para a gestão de RSU no município
PI4	Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população
PI5	Participação da sociedade na gestão de RSU (gestão compartilhada)
PI6	Participação em consórcios
DIMENSÃO TECNOLÓGICO/OPERACIONAL	INDICADORES
TO1	Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública
TO2	Uso de mão de obra local
TO3	Uso de EPIs pelos funcionários dos RSU
TO4	Manutenção dos equipamentos realizada localmente
TO5	Sistema para avaliação da qualidade do serviço prestado pelos gestores
DIMENSÃO ECONÔMICO/FINANCEIRA	INDICADORES
EF1	Origem dos recursos para resíduos sólidos
EF2	% do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública e manejo dos RSU
EF3	Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva
DIMENSÃO AMBIENTAL/ECOLÓGICA	INDICADORES
AE1	Satisfação da população em relação a coleta pública (periodicidade/ frequência e horário)
AE2	Existência de lixeiras públicas
AE3	Existência de coleta seletiva no município
AE4	Abrangência de coleta seletiva no município
AE5	Existência de PEVs para os resíduos segregados
AE6	% de Recuperação de materiais recicláveis
AE7	% de Recuperação de resíduos orgânico
AE8	Geração de resíduos sólidos urbanos per capita (kg/hab.ano)
AE9	Existência de Aterro sanitário/ aterro controlado licenciados

AE10	Há recuperação de áreas degradadas por resíduos?
AE11	Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU
AE12	Existência de centros de triagem e compostagem
DIMENSÃO CONHECIMENTO/EDUCAÇÃO AMBIENTAL	INDICADORES
CEA1	Recursos alocados para ações de educação ambiental
CEA2	Periodicidade da realização de ações de Educação ambiental
CEA3	Existência de ações de mobilização/Sensibilização ambiental
CEA4	Existência de parcerias (associados, universidades, setor privado, movimentos sociais)
CEA5	Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde e meio ambiente)
DIMENSÃO INCLUSÃO SOCIAL	INDICADORES
IS1	Existência de Catadores organizados (cooperativas, associações)
IS2	Abrangência dos cursos de capacitação promovidos aos catadores
IS3	Salubridade do local de trabalho dos catadores (EPI, banheiros, refeitório, armazenamento adequado do refugo e dos recicláveis, cobertura, piso impermeabilizado)
IS4	Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos para apoio ou orientação de políticas municipais
IS5	Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc)
IS6	Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal
DIMENSÃO CULTURAL	INDICADORES
C1	Variação da geração per capita de RSU
C2	Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU
C3	Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU

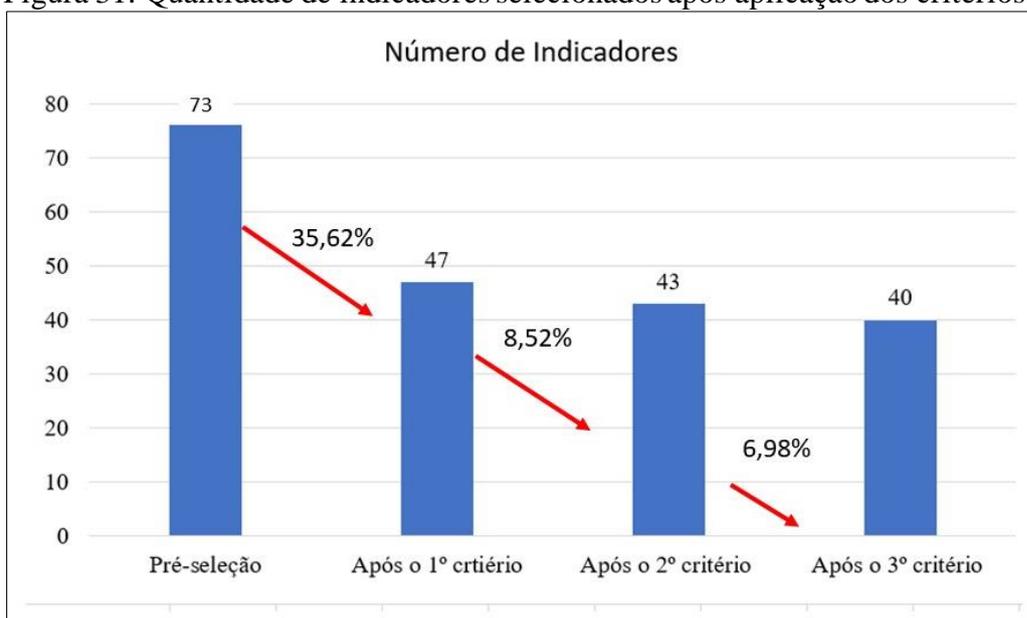
Fonte: Autora, 2022.

Ao fim da aplicação dos critérios de filtro para selecionar os indicadores capazes de trazer melhores respostas a esta pesquisa, a quantificação destas variáveis por dimensões se enquadrou da seguinte forma:

- Dimensão PI: 6 indicadores;
- Dimensão TO: 5 indicadores;
- Dimensão EF: 3 indicadores;
- Dimensão AE: 12 indicadores;
- Dimensão CEA: 5 indicadores;
- Dimensão IS: 6 indicadores;
- Dimensão C: 3 indicadores.

Em seguida, foi elaborado um gráfico (Figura 31) para sistematizar o percentual de variáveis reduzidas em cada etapa, tendo como diminuição mais significativa o uso do primeiro critério de filtro, correspondendo a uma redução de 35,62% da Matriz A ou eliminação de 29 indicadores.

Figura 31: Quantidade de indicadores selecionados após aplicação dos critérios.



Fonte: Autora, 2022.

9.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI

A utilização do Método Delphi apresentou uma taxa de adesão igual a 70,87%, acredita-se que o retorno de mais da metade das respostas se deu em função da qualidade de elaboração dos questionários, resultando em documentos rápidos e fáceis de serem preenchidos. A Tabela 18 apresenta o número de respostas para cada grupo selecionado na pesquisa, bem como as perdas entre as 2 rodadas do Método Delphi.

Tabela 18: Painel de especialistas para serem utilizados na composição dos IQGRS.

DIMENSÕES	GRUPO ALVO	EMAILS VÁLIDOS	RESPOSTAS RECEBIDAS	TAXA DE ADESÃO
PI/ C	Profissionais da SEMAS e SEDOP	20	15	75%
TO/EF/C	Profissionais da SESAN	5	5	100%
AE/C	Acadêmicos	52	32	61,54%
CEA/C	Professores da área de saneamento ambiental	42	30	71,43%
IS	Representantes de cooperativas de catadores	8	8	100%
TOTAL	-	127	90	70,87%

Fonte: Autora, 2022.

Nota-se que a dimensão C não foi apresentada na Tabela 17 para evitar informações duplicadas, visto que todos os grupos envolvidos responderam aos indicadores dessa dimensão, exceto os integrantes de cooperativas de catadores, justificado pela demora no retorno das respostas desse grupo específico. As dimensões TO/EF e IS contaram com o retorno da totalidade de respostas enviadas, justificado por terem sido feitos encontros presenciais para preenchimento dos formulários e pela pequena quantidade de participantes envolvidos. Apesar de as outras dimensões apresentarem perdas, foram identificadas excelentes taxas de adesão, provavelmente relacionada à importância e ao reconhecimento da temática estudada.

Na Tabela 19 é feita uma comparação entre as taxas de adesão de pesquisas que aplicaram o mesmo método participativo.

Tabela 19: Taxas de adesão de pesquisas que utilizaram o Método Delphi.

PESQUISA	NÚMERO DE ESPECIALISTAS SELECIONADOS	NÚMERO DE RESPOSTAS RECEBIDAS	TAXAS DE ADESÃO
Modelo para avaliação e apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos de indústrias (Coelho, 2011).	307	171	55,70%
Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos (Santiago e Dias, 2012).	55	15	27,30%
Análise da gestão de resíduos sólidos de construção civil de Belo Horizonte (MG) a partir da percepção dos atores envolvidos (Resende, 2016).	65	33	50,77%
A (in) viabilidade de consórcios públicos intermunicipais para a gestão de resíduos sólidos no Amazonas (Alves, 2020).	129	68	52,71%
Matriz de indicadores de sustentabilidade de coleta seletiva com utilização do Método Delphi (Fechine e Soares, 2015).	26	25	96,15%
Avaliação de qualidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos municipais no Estado do Pará – Brasil (Neves, 2022).	127	90	70,87%

Fonte: Autora, 2022.

Conforme pode ser constatado pela comparação entre as Tabelas 17 e 18, observa-se que a taxa de adesão desta pesquisa foi inferior apenas em relação à 1 pesquisa já realizada e superior às outras 4 listadas. Nesse sentido, acredita-se que a elevada taxa de adesão com a aplicação do Método Delphi foi satisfatória e implicou em resultados considerados confiáveis para a realização da pesquisa.

Destaca-se que esta pesquisa demandou um grande esforço para organizar e sistematizar os dados, além de selecionar o painel de especialistas para responder partes específicas dos questionários, a fim de obter respostas capazes de traduzir a realidade. Foram selecionados um total de 127 painelistas, considerando que as dimensões AE, CEA e C precisaram de 2 rodadas para obtenção do consenso entre os participantes. As dimensões PI, TO/EF e IS obtiveram o consenso na primeira rodada, por isso, supõe-se que os atores envolvidos nestas dimensões puderam influenciar nas respostas através de trocas de informações, esclarecimento de dúvidas ou por trabalharem no mesmo ambiente.

Após a sistematização dos dados, no total foram manipuladas aproximadamente 2500 células na planilha eletrônica, havendo uma perda total igual a 29,13% de painelistas entre as duas rodadas.

Vale ressaltar que ao longo desse período de aproximadamente 10 meses, a dimensão IS não retornou nenhum questionário. Para contornar essa situação, viu-se a necessidade de contactar uma funcionária da Prefeitura Municipal de Belém e uma funcionária da Prefeitura do Campus da Universidade Federal do Pará, a fim de intermediar a obtenção das respostas pelos representantes de algumas cooperativas localizadas na Região Metropolitana de Belém, visto que ambas as funcionárias conheciam as dificuldades e entraves para participação dos representantes de cooperativas em pesquisas acadêmicas.

Segundo relatos das funcionárias intermediadoras nessa etapa da pesquisa, as questões relevantes que contribuíram para o não retorno das respostas, foram: o fato de os trabalhos acadêmicos serem realizados sem qualquer retorno de melhoria às cooperativas, à dificuldade de compreensão quanto ao preenchimento dos formulários e à possibilidade de competição através da criação de empresas de materiais recicláveis, as quais influenciam diretamente na rentabilidade desses trabalhadores.

A dificuldade para obtenção de informações da dimensão IS, conduziu a pesquisa a reduzir o número de perguntas do formulário, logo, esse grupo foi destinado apenas para fornecer pesos às dimensões e notas aos descritores dos 6 indicadores dessa dimensão, eliminando a dimensão cultural, a qual deveria ser respondida pelo total do painel de especialistas. Dessa forma, foram acionadas 12 cooperativas, no entanto apenas 8 cooperativas se dispuseram a participar da pesquisa de forma voluntária, através de correio eletrônico, correspondendo ao período de 10 a 21/02/2021 para envio e retorno das respostas.

Após a obtenção dos pesos das dimensões e notas atribuídas a cada descritor dos indicadores selecionados, as informações foram organizadas em planilha eletrônica para geração de um documento com peso final de cada dimensão e de outro documento com as notas finais de cada descritor. Posteriormente, esses dados foram tratados estatisticamente para avaliar os indicadores e as dimensões julgadas mais relevantes pelo painel de especialistas, destacando os fatores com maiores e menores interferências no processo de gestão dos resíduos sólidos. A tradução desses resultados contribuiu para auxiliar os gestores no processo de tomada de decisão, identificando de forma mais clara

quais aspectos precisam ser melhorados e consequentemente quais as ações e atividades devem ser realizadas, considerando as limitações de cada município.

9.3 CÁLCULO DOS IQGRS PARA AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.

9.3.1 Composição do IQGRS

A partir dos resultados obtidos no Método Delphi, foi possível gerar uma planilha com notas finais para os descritores de cada indicador (Tabela 20), as quais foram elaboradas considerando o nível de consenso pré-estabelecido igual ou superior a 50% e a importância atribuída a cada descritor, em que as menores notas representavam piores condições, enquanto as maiores notas traduziam as melhores condições de um dado indicador.

Tabela 20: Notas finais dos descritores obtidas pelo Método Delphi.

DIMENSÃO	INDICADORES	NOTAS
PI	GRAU DE ESTRUTURAÇÃO DA GESTÃO DE RSU NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL	
	Inexistência do setor específico	1
	Existência do setor específico, porém não estruturado	3
	Existência do setor específico estruturado	5
	GRAU DE CAPACITAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS ATUANTES NA GESTÃO DE RSU	
	Nenhum funcionário do setor de RSU recebeu capacitação específica	1
	Apenas parte dos funcionários do setor de RSU recebeu capacitação específica	3
	Todos os funcionários do setor de RSU receberam capacitação específica	5
	EXISTÊNCIA DE LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA PARA A GESTÃO DE RSU NO MUNICÍPIO	
	Sim	5
	Não	1
	EXISTÊNCIA DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RSU SISTEMATIZADAS E DISPONIBILIZADAS PARA A POPULAÇÃO	
	As informações sobre a gestão de RSU não são sistematizadas	1
	As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas, porém não estão acessíveis à população	3
	As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população	5
	PARTICIPAÇÃO DA SOCIEDADE NA GESTÃO DE RSU	
	Sim	5
	Não	1
	PARTICIPAÇÃO EM CONSÓRCIOS	
	Sim	5
Possui estudos de viabilidade para realização de consórcios	3	
Não	2	
	APRESENTA FISCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA	
	Em todo o município	4

TO/EF	Apenas no centro da cidade	4	
	Não apresenta fiscalização	2	
	USO DE MÃO DE OBRA LOCAL		
	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos	5	
	Na coleta e administração	4	
	Apenas na coleta	3	
	USO DE EPIS PELOS FUNCIONÁRIOS DOS RSU		
	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos	5	
	Na coleta e administração	4	
	Apenas na coleta	2	
	A MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS É REALIZADA LOCALMENTE		
	Em todas as fases da gestão de resíduos sólidos	5	
	Apenas o transporte	4	
	Manutenção externa	2	
	EXISTÊNCIA DE UM SISTEMA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SERVIÇO PRESTADO PELOS GESTORES?		
	Sim	5	
	Não	2	
	TO/EF	ORIGEM DOS RECURSOS PARA RESÍDUOS SÓLIDOS	
		Existe taxa específica para o serviço de limpeza pública	5
		Cobrança de taxa junto com o IPTU	4
Não existência de cobrança de taxa deste serviço		2	
% DO ORÇAMENTO DO MUNICÍPIO DESTINADO AOS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DOS RSU			
0-5%		3	
5,1 – 10%		4	
> 10%		5	
APLICAÇÃO DOS RECURSOS PROVENIENTES DA COLETA SELETIVA			
Na própria manutenção da coleta seletiva		4	
Atividades socioculturais e assistenciais	5		
Outros	3		
AE	SATISFAÇÃO DA POPULAÇÃO EM RELAÇÃO A COLETA PÚBLICA (PERIODICIDADE/ FREQUÊNCIA E HORÁRIO)		
	>70%	5	
	30 a 70%	3	
	<30%	2	
	EXISTÊNCIA DE LIXEIRAS PÚBLICAS		
	Em toda área urbana instaladas em locais de circulação de pessoas	4	
	Somente no centro da cidade	3	
	Não possui lixeira	2	
	EXISTÊNCIA DE COLETA SELETIVA NO MUNICÍPIO		
	Sim	5	
	Em fase de implantação	4	
	Não	2	
	ABRANGÊNCIA DE COLETA SELETIVA NO MUNICÍPIO		
	Todo o município	5	
	Toda área urbana do município	4	
Exclusivamente em alguns bairros da área urbana	3		
EXISTÊNCIA DE PEVS PARA OS RESÍDUOS SEGREGADOS			
Atende mais de 50% da população	4		
Atende menos de 50% da população	3		

	Não possui	2
	RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS	
	Acima de 30%	4
	Entre 5,1% e 30%	3
	Até 5%	2
	RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	
	Acima de 30%	4
	Entre 5,1% e 30%	2
	Até 5%	1
	GERAÇÃO PER CAPITA ANUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (KG/HAB.ANO)	
	<307	4
	Entre 307 e 376	3
	>376	2
	EXISTÊNCIA DE ATERRO SANITÁRIO/ ATERRO CONTROLADO LICENCIADO	
	Sim	5
	Em processo de licenciamento	5
	Não licenciado ou lixão	1
AE	EXISTÊNCIA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR RESÍDUOS	
	Totalmente	5
	Parcialmente	5
	Ausente	1
	GRAU DE IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS PREVISTAS NO LICENCIAMENTO DAS ATIVIDADES RELACIONADAS AOS RSU	
	Inexistência de licenciamento ambiental	1
	Licenciamento ambiental realizado, porém, as medidas não foram plenamente implementadas	3
	Licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas integralmente	5
	EXISTÊNCIA DE CENTROS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM	
	Sim	5
Não	2	
CEA	RECURSOS ALOCADOS PARA AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
	≥3%	5
	1 a 2,9%	4
	<1%	1
	PERIODICIDADE DA REALIZAÇÃO DE AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
	Anuais	5
	Esporádicos	4
	Não existem ações	1
	EXISTÊNCIA DE AÇÕES DE MOBILIZAÇÃO/ SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL	
	Planejamento participativo	5
	Reuniões informativas	4
	Nenhuma	1
	EXISTÊNCIA DE PARCERIAS (ASSOCIADOS, UNIVERSIDADES, SETOR PRIVADO, MOVIMENTOS SOCIAIS)	
	Duas ou mais	5
	Menos de duas	3
	Não tem	1
EXISTÊNCIA DE CONSELHOS (SANEAMENTO, SAÚDE E MEIO AMBIENTE)		
Conselho de Saneamento	5	

	Outro	3
	Não tem	2
IS	EXISTÊNCIA DE CATADORES ORGANIZADOS	
	Todos organizados	4
	Parte organizado	3
	Presença de catadores na área de disposição final	2
	ABRANGÊNCIA DOS CURSOS DE CAPACITAÇÃO FORNECIDOS AOS CATADORES	
	>90%	4
	50-90%	3
	<50%	2
	SALUBRIDADE DO LOCAL DE TRABALHO DOS CATADORES	
	Contempla todos os itens	4
	Somente EPI e banheiro	2
	Ausência	1
	PARCERIA DO PODER PÚBLICO COM OS CATADORES NA SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS PARA APOIO OU ORIENTAÇÃO DE POLÍTICAS MUNICIPAIS	
	Sim	5
	Não	1
	PESSOAS COM HABILIDADE DE UTILIZAR RESÍDUOS PÓS-CONSUMO COMO FONTE DE RENDA (CATADORES, ARTESÃO, ETC)	
	Organizados em cooperativas ou associações com renda fixa	4
	Organizados em cooperativas ou associações sem renda fixa	2
	Inexistente	1
	PESSOAS ATUANTES NA CADEIA DE RSÍDUOS QUE TEM ACESSO OU ORIENTAÇÃO DEFINIDOS EM POLÍTICA PÚBLICA MUNICIPAL	
Existência de um programa municipal de apoio aos catadores com convênio formal	4	
Existência de um programa municipal de apoio aos catadores sem convênio formal	2	
Inexistência de política pública municipal para apoio aos catadores	1	
C	VARIAÇÃO DA GERAÇÃO PER CAPITA DE RSU	
	Taxa de variação > 1	2
	Taxa de variação = 1	3
	Taxa de variação < 1	5
	EFETIVIDADE DE PROGRAMAS EDUCATIVOS CONTÍNUOS VOLTADOS PARA BOAS PRÁTICAS DA GESTÃO DE RSU	
	Inexistência de programas educativos	1
	Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população	3
	Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população	5
	EFETIVIDADE DE ATIVIDADES DE MULTIPLICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS EM RELAÇÃO AOS RSU	
	Ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas	1
Divulgação pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU	3	
Divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU, inclusive com replicação das mesmas	5	

Fonte: Autora, 2022.

Para tabulação das notas finais, foi feita a contagem em planilha eletrônica dos valores estabelecidos pelos especialistas, considerando as 2 rodadas do Método

Delphi, sendo que cada nota gerada na planilha está diretamente relacionada com uma determinada realidade local. Após a obtenção das respostas qualitativas dos municípios pelos seus gestores, foi gerada uma nova planilha com essas informações transformadas em notas (Tabela 21), dessa forma foi possível inserir esses dados no cálculo das dimensões para traduzir as peculiaridades da gestão de cada área.

EF	Origem dos recursos para resíduos sólidos	2	2	2	2	2	2	2	2
	Qual o % do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública e manejo dos RSU?	3	3	3	3	3	3	3	3
	Qual a aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva?	5	3	3	3	4	4	3	4
AE	Satisfação da população em relação a coleta pública (periodicidade/frequência e horário):	2	2	5	5	3	2	3	5
	Existência de lixeiras públicas	3	3	3	3	3	3	3	
	Existência de coleta seletiva no município	4	2	4	4	5	4	4	5
	Abrangência de coleta seletiva no município	3				3	4	3	4
	Existência de PEVs para os resíduos segregados	3	2	2	2	3	2	2	4
	Recuperação de materiais recicláveis	2	2	4	4	4	2	2	3
	Recuperação de resíduos orgânico	1	1		1	1	2	1	1
	Qual a geração per capita anual de resíduos sólidos urbanos? (kg/hab.ano)	4	2	4	2	2	3	2	2
	Existência de Aterro sanitário/ aterro controlado licenciado?	1	1	1	5	1	1	1	5
Há recuperação de áreas degradadas por resíduos?	1	5	1	1	1	1	5	1	

AE	Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU	3	1	3	1	3	1	3	3
	Existência de centros de triagem e compostagem	5	2	2	5	2	2	2	5
CEA	Recursos alocados para ações de educação ambiental	4	1	1	1	1	5	1	5
	Periodicidade da realização de ações de Educação ambiental	5	5	4	5	4	5	4	5
	Existência de ações de mobilização/Sensibilização ambiental	5	4	4	4	4	4	4	5
	Existência de parcerias (associados, universidades, setor privado, movimentos sociais)	3	1	5	5	1	1	3	3
	Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde e meio ambiente)	2	3	3	3	3	3	2	5
IS	Existência de Catadores organizados (cooperativas, associações)	2	2	3	4	2	2	2	4
	Abrangência dos cursos de capacitação fornecidos aos catadores	2	2	3	3	2	2	2	2
	Salubridade do local de trabalho dos catadores	1	1	4	2	1	1	1	2

IS	Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos para apoio ou orientação de políticas municipais	1	1	5	5	1	1	1	1
	Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc)	2	2	2	4	1	1	1	2
	Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal	1	1	2	4	2		1	2
C	Variação da geração per capita de RSU	3	5	2	5	3	2	5	5
	Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU	3	1	3	3	1	3	3	3
	Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU	3	3	3	3	1	3	3	3

DIMENSÃO	INDICADORES	AURORA DO PARÁ	JURUTI	BARCARENA	CURUÇÁ	ABEL FIGUEIREDO	CANAÁ DOS CARAJÁS	GOIANÉSIA DO PARÁ	MUANÁ
PI	Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal	3	3	3	5	5	5	5	3
	Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU	1	3	3	5	1	5	5	3
	Existência de legislação específica para a gestão de RSU no município	1	5	1	1	1	5	5	5
	Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população	1	3	3	1	1	3	1	5
	Participação da sociedade na gestão de RSU	5	5	5	5	1	5	5	1
	Participação em consórcios	2	2	2	2	2	2	2	2
TO	Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública?	4	4	2	2	4	4	4	2
	Uso de mão de obra local	3	3	3	3	3	5	4	4
	Uso de EPIs pelos funcionários dos RSU:	4	4	2	4	4	4	4	4
	A manutenção dos equipamentos é realizada localmente	4	4	4	2	2	2	4	2

TO	Existe um sistema para avaliação da qualidade do serviço prestado pelos gestores?	2	2	2	2	2	2	2	2
EF	Origem dos recursos para resíduos sólidos	2	2	2	2	2	5	2	2
	Qual o % do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública e manejo dos RSU?	4	3	3	4	3	3	4	3
	Qual a aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva?	3	4	5	4	4	4	3	3
AE	Satisfação da população em relação a coleta pública (periodicidade/frequência e horário):	3	3	3	3	2	3	2	3
	Existência de lixeiras públicas	2	3	3	4	4	4	4	2
	Existência de coleta seletiva no município	2	5	4	5	5	4	2	4
	Abrangência de coleta seletiva no município		3	3	3	3	3	3	4
	Existência de PEVs para os resíduos segregados	2	3	3	2	2	2	2	2
	Recuperação de materiais recicláveis	3	3	2		2	2	2	2
	Recuperação de resíduos orgânico	1	1	1	1	1	1	1	1
	Qual a geração per capita anual de resíduos sólidos urbanos? (kg/hab.ano)	3	4	4	3	4	3	3	3

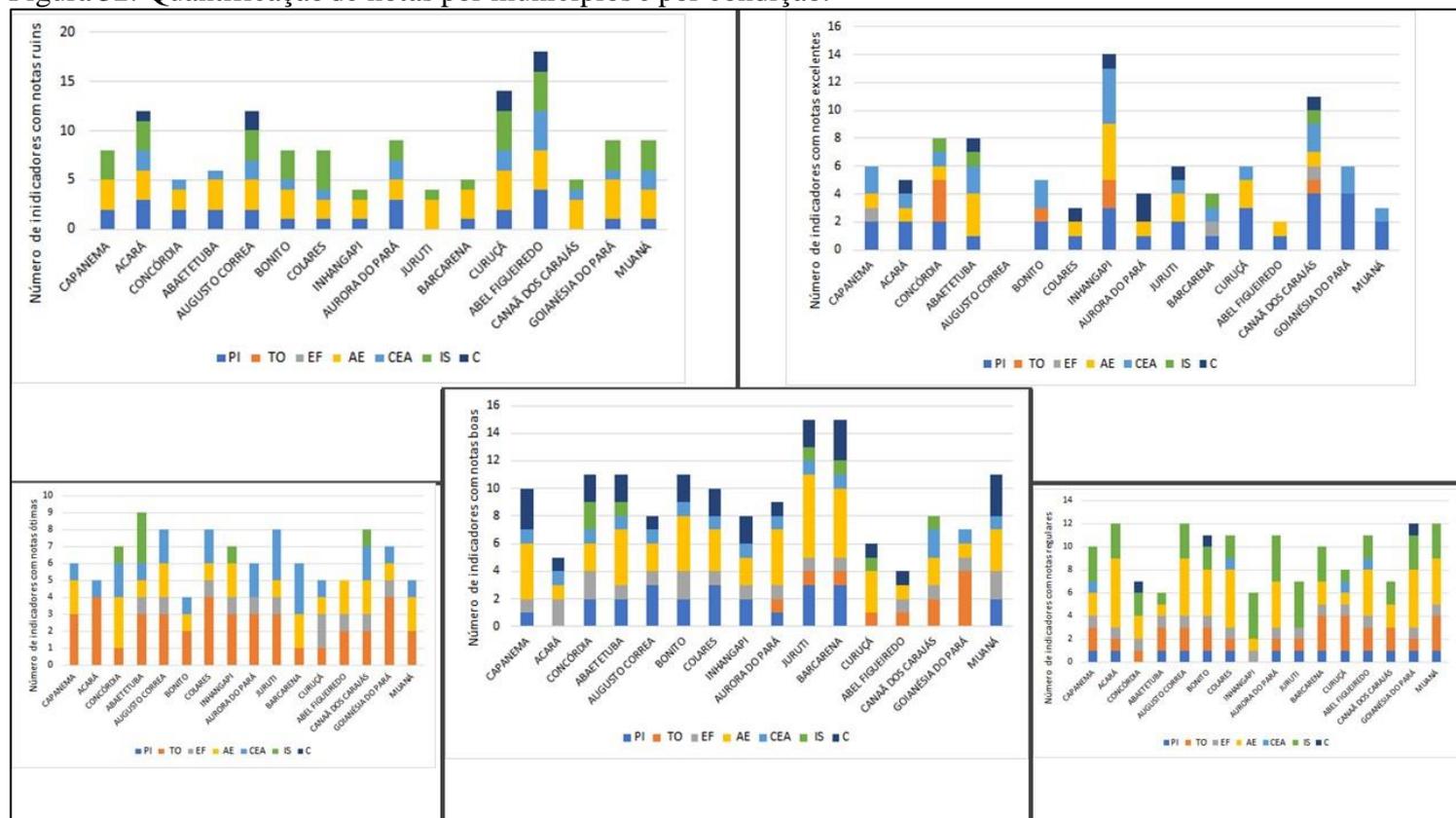
IS	Salubridade do local de trabalho dos catadores	1	2	1	1	1	2	1	1
	Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos para apoio ou orientação de políticas municipais	1	1	5	1	1	5	1	1
	Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc)	2	2	2	1	1	1	2	1
	Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal	2	2	2	1	1	4	1	2
C	Variação da geração per capita de RSU	3	5	3	3	3	5	2	3
	Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU	5	3	3	1	1	3	3	3
	Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU	5	3	3	1	1	3	3	3

Fonte: Autora, 2022.

Os valores destacados em amarelo na Tabela 21 correspondem às informações não respondidas pelos gestores municipais, provavelmente pela falta de existência de um banco de dados com informações sistematizadas capazes de traduzir a realidade de cada área, o que influenciou diretamente no cálculo do IQGRS, pois os indicadores que não foram preenchidos pelos gestores permaneceram no cálculo, contribuindo na redução da qualidade da gestão dos resíduos sólidos.

Inicialmente, os valores obtidos foram analisados por município, por condição atribuída a cada nota e por dimensão (Figura 32), pois como as mesorregiões possuem quantidades distintas de municípios, uma análise feita apenas por mesorregião não seria capaz de refletir a real situação da gestão dos resíduos sólidos de cada município, visto que a mesorregião com maior quantidade de municípios se sobrepõe em relação às outras com menor quantidade, justificado pelo maior número de indicadores manipulados. Dessa forma, foi possível identificar os municípios que obtiveram maior e menor número de notas referente a cada condição e a cada dimensão, destacando melhores e piores condições da gestão de resíduos sólidos dessas localidades isoladamente.

Figura 32: Quantificação de notas por municípios e por condição.



Fonte: Autora, 2022.

Fazendo uma análise do município com maior número de notas ruins, percebe-se que Abel Figueiredo possui 45% dos seus indicadores em condições ruins e apenas 5% em condições excelentes, sendo os 50% restantes distribuídos nas condições regulares (27,5%), boas (10%) e ótimas (12,5%), refletindo em uma necessidade de melhorias na sua gestão; já considerando o município com maior número de notas excelentes, Inhangapi destaca-se com 35% dos seus indicadores em condições excelentes e 10% com condições ruins, os 65% restantes foram distribuídos nas condições regulares (15%), boas (20%) e ótimas (20%).

Dessa maneira, é possível demonstrar que Inhangapi possui melhores condições na gestão de resíduos sólidos em comparação ao município de Abel Figueiredo, pois apesar de ter sido atribuído o maior número de notas excelentes a Inhangapi, também foram dadas a esse município maior quantidade de notas boas e ótimas e conseqüentemente menor quantidade de notas regulares e ruins, elevando assim, sua condição da gestão de resíduos sólidos.

A Figura 32 contribuiu para identificar quais dimensões necessitam de ações mais urgentes para garantir a melhorias da gestão de resíduos de cada município. Vale ressaltar que nenhum município da pesquisa obteve apenas notas excelentes, representando a condição ideal da gestão. Logo, através da realidade vivenciada pelo município, foi possível ilustrar pelo tamanho das barras coloridas quais dimensões precisam de ajustes, sendo que as maiores barras indicam melhores ou piores condições dependendo da situação analisada, contribuindo para facilitar a orientação dos gestores municipais na identificação dos problemas prioritários.

9.3.2 Pesos obtidos para as dimensões do IQGRS

Apesar de o formulário ter sido fragmentado para respostas de atores específicos, todos os participantes forneceram essas informações antes de atribuírem notas aos descritores de cada indicador. Logo, os pesos de todas as dimensões foram organizados em única planilha, sendo os pesos finais definidos a partir de uma média simples dos valores atribuídos pelos 90 participantes da pesquisa. Os pesos atribuídos para cada dimensão são apresentados na Tabela 22.

Tabela 22: Pesos médios calculados para as dimensões do IQGRS.

Dimensão	Pesos médios das dimensões	Ordem de importância das dimensões
PI	17,06	2
TO	13,44	5
EF	14,93	4
AE	16,52	3
CEA	17,61	1
IS	11,74	6
C	8,69	7

Fonte: Autora, 2022.

Pelo ordenamento do grau de importância das dimensões, verificou-se que a dimensão CEA foi julgada pelos painelistas como sendo a mais relevante, diante das condições representadas pelos seus indicadores, as quais estão diretamente ligadas às questões de planejamento, o que justifica a dimensão PI ser considerada a segunda mais importante, pois é caracterizada como base norteadora no processo de gestão.

Em seguida, encontram-se as dimensões AE, EF e TO, voltadas mais para viabilidade de implementação das atividades de planejamento, no que tange ao repasse de recursos financeiros, equipe técnica devidamente habilitada, práticas e monitoramento de atividades de educação ambiental.

Por fim, as dimensões IS e C foram as que obtiveram menores pesos dentre as demais. Isso não implica que elas não apresentam importância no processo de gestão de resíduos, e sim que as prioridades retratadas pelos painelistas estão voltadas mais para questões de planejamento e operação das atividades. Vale ressaltar que a inserção de catadores na gestão de resíduos é relativamente recente, estabelecida pela PNRS (BRASIL, 2010) e conseqüentemente, ainda precisa de muitos esforços por parte da sociedade e do poder público para garantirem o devido reconhecimento.

9.3.3 Resultados matemáticos dos IQGRS

Considerando as realidades municipais fornecidas pelos gestores, a quantidade de indicadores por dimensão e a Equação 9, foram calculados os valores de cada dimensão por município, ressaltando que os valores variaram de acordo com a particularidade de cada área (Tabela 23).

Tabela 23: Valores médio das notas calculados para as dimensões em cada município.

DIMENSÕES	CAPANEMA	ACARÁ	CONCÓRDIA DO PARÁ	ABAETETUBA	AUGUSTO CORREA
PI	2,83	2,50	3,00	2,50	2,17
TO	3,20	3,60	4,20	3,20	3,20
EF	3,33	2,67	2,67	3,00	3,00
AE	2,67	1,92	2,42	3,00	2,25
CEA	3,80	2,80	3,40	3,60	2,60
IS	1,50	1,50	3,17	3,67	1,50
C	3,00	3,00	2,67	3,67	1,67
DIMENSÕES	BONITO	COLARES	INHANGAPI	AURORA DO PARÁ	JURUTI
PI	3,17	2,83	3,67	2,17	3,50
TO	3,40	3,60	4,40	3,40	3,40
EF	2,67	3,00	3,00	3,00	3,00
AE	2,25	2,50	3,17	2,25	2,92
CEA	3,60	2,80	4,60	2,60	4,00
IS	1,17	1,33	2,17	1,67	2,00
C	2,67	3,67	3,67	4,33	3,67
DIMENSÕES	BARCARENA	CURUÇÁ	ABEL FIGUEIREDO	CANAÃ DOS CARAJÁS	GOIANÉSIA DO PARÁ
PI	2,83	3,17	1,83	4,17	3,83
TO	2,60	2,60	3,00	3,40	3,60
EF	3,33	3,33	3,00	4,00	3,00
AE	2,50	2,42	2,33	2,67	2,00
CEA	4,00	2,60	1,20	3,80	3,60
IS	2,50	1,50	1,33	2,83	1,50
C	3,00	1,67	1,67	3,67	2,67
DIMENSÕES	MUANÁ				
PI	3,17				
TO	2,80				
EF	2,67				
AE	2,33				
CEA	2,80				
IS	1,50				
C	3,00				

Fonte: Autora, 2022.

Considerando que o somatório dos pesos é igual a 100 e possuindo as informações apresentadas nas Tabelas 22 e 23, foi possível calcular o valor do IQGRS de cada município considerando a seguinte formulação matemática apresentada pela Equação 10:

Tabela 24: Formulação matemática para cálculo dos IQGRS municipais.

Municípios	Formulação matemática para obtenção dos valores de IQGRS	Resultado
Capanema	$\frac{(17,06 * 2,83) + (13,44 * 3,20) + (14,93 * 3,33) + (16,52 * 2,67) + (17,61 * 3,80) + (11,74 * 1,50) + (8,69 * 3)}{100}$	2,96
Acará	$\frac{(17,06 * 2,50) + (13,44 * 3,60) + (14,93 * 2,67) + (16,52 * 1,92) + (17,61 * 2,80) + (11,74 * 1,50) + (8,69 * 3)}{100}$	2,56
Concórdia do Pará	$\frac{(17,06 * 3) + (13,44 * 4,20) + (14,93 * 2,67) + (16,52 * 2,42) + (17,61 * 3,40) + (11,74 * 3,17) + (8,69 * 2,67)}{100}$	3,08
Abaetetuba	$\frac{(17,06 * 2,50) + (13,44 * 3,20) + (14,93 * 3) + (16,52 * 3) + (17,61 * 3,60) + (11,74 * 3,67) + (8,69 * 3,67)}{100}$	3,18
Augusto Correa	$\frac{(17,06 * 2,17) + (13,44 * 3,20) + (14,93 * 3) + (16,52 * 2,25) + (17,61 * 2,60) + (11,74 * 1,50) + (8,69 * 1,67)}{100}$	2,40
Bonito	$\frac{(17,06 * 3,17) + (13,44 * 3,40) + (14,93 * 2,67) + (16,52 * 2,25) + (17,61 * 3,60) + (11,74 * 1,17) + (8,69 * 2,67)}{100}$	2,77
Colares	$\frac{(17,06 * 2,83) + (13,44 * 3,60) + (14,93 * 3) + (16,52 * 2,50) + (17,61 * 2,80) + (11,74 * 1,33) + (8,69 * 3,67)}{100}$	2,80
Inhangapi	$\frac{(17,06 * 3,67) + (13,44 * 4,40) + (14,93 * 3) + (16,52 * 3,17) + (17,61 * 4,60) + (11,74 * 2,17) + (8,69 * 3,67)}{100}$	3,57
Aurora do Pará	$\frac{(17,06 * 2,17) + (13,44 * 3,40) + (14,93 * 3) + (16,52 * 2,25) + (17,61 * 2,60) + (11,74 * 1,67) + (8,69 * 4,33)}{100}$	2,68
Juruti	$\frac{(17,06 * 3,50) + (13,44 * 3,40) + (14,93 * 3) + (16,52 * 2,92) + (17,61 * 4) + (11,74 * 2) + (8,69 * 3,67)}{100}$	3,24

Barcarena	$\frac{(17,06 * 2,83) + (13,44 * 2,60) + (14,93 * 3,33) + (16,52 * 2,50) + (17,61 * 4) + (11,74 * 2,50) + (8,69 * 3)}{100}$	3,00
Curuçá	$\frac{(17,06 * 3,17) + (13,44 * 2,60) + (14,93 * 3,33) + (16,52 * 2,42) + (17,61 * 2,60) + (11,74 * 1,50) + (8,69 * 1,67)}{100}$	2,57
Abel Figueiredo	$\frac{(17,06 * 1,83) + (13,44 * 3) + (14,93 * 3) + (16,52 * 2,33) + (17,61 * 1,20) + (11,74 * 1,33) + (8,69 * 1,67)}{100}$	2,06
Canaã dos Carajás	$\frac{(17,06 * 4,17) + (13,44 * 3,40) + (14,93 * 4) + (16,52 * 2,67) + (17,61 * 3,80) + (11,74 * 2,83) + (8,69 * 3,67)}{100}$	3,53
Goianésia do Pará	$\frac{(17,06 * 3,83) + (13,44 * 3,60) + (14,93 * 3) + (16,52 * 2) + (17,61 * 3,60) + (11,74 * 1,50) + (8,69 * 2,67)}{100}$	2,96
Muaná	$\frac{(17,06 * 3,17) + (13,44 * 2,80) + (14,93 * 2,67) + (16,52 * 2,33) + (17,61 * 2,80) + (11,74 * 1,50) + (8,69 * 3)}{100}$	2,63

Fonte: Autora, 2022.

A compreensão do índice é importante para interpretar a lógica das dimensões e valores de índice calculados (CRISPIM et al., 2021). Após o cálculo dos valores apresentados na Tabela 24 foi aplicada a técnica de quartis na versão livre do software Minitab de acordo com a pesquisa de Crispim et al., (2022) e Juwana et al., (2016), para estabelecer intervalos com melhor adaptação para os dados desta pesquisa, originando quatro intervalos de classe com as descrições adaptadas por Santiago e Dias (2012). Na Tabela 25 são apresentados os níveis de sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos dos municípios.

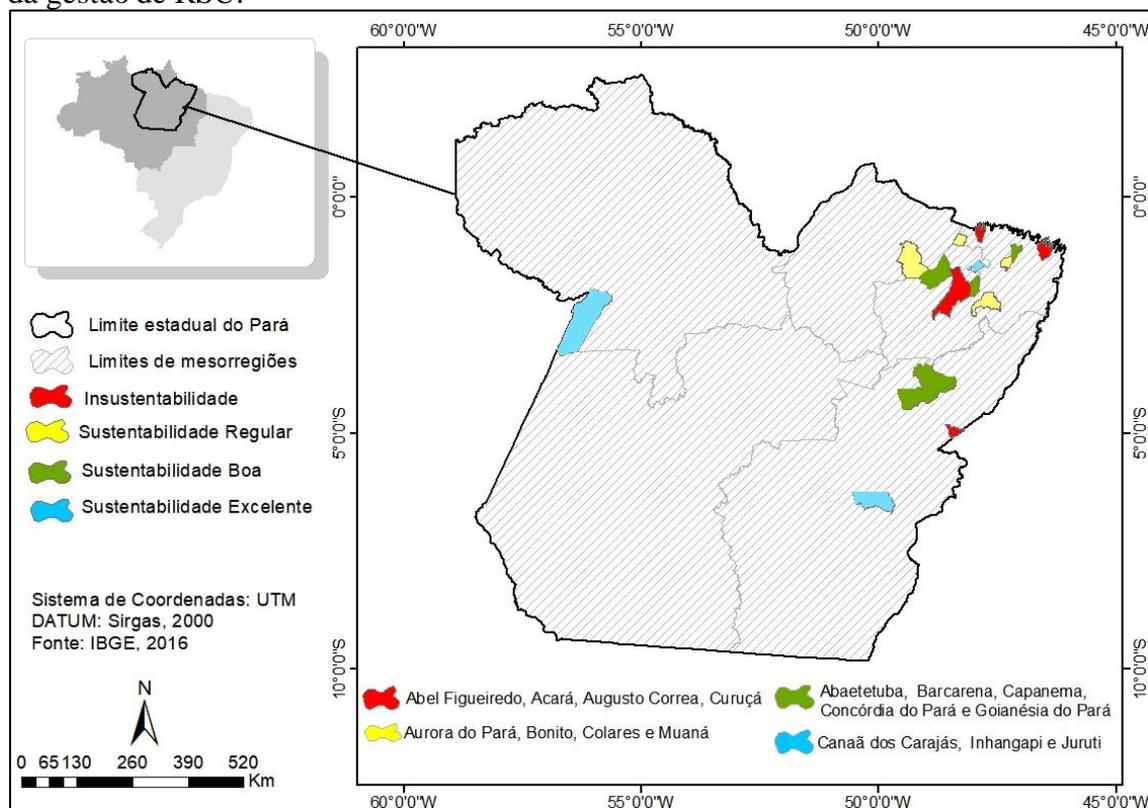
Tabela 25: Níveis de sustentabilidade para avaliação da gestão de resíduos sólidos.

Nível de sustentabilidade	Faixas
Insustentável	$0,0 \leq NS \leq 2,6$
Sustentabilidade Regular	$2,61 \leq NS \leq 2,9$
Sustentabilidade Boa	$2,91 \leq NS \leq 3,2$
Sustentabilidade Excelente	$3,21 \leq NS \leq 4,8$

Fonte: Autora, 2022.

Os limites de faixas apresentados na Tabela 25 garantem classificações mais próximas das condições estabelecidas pela pesquisa quanto ao cálculo dos valores dos IQGRS municipais, representando informações espaçadas nas classificações da gestão de cada área. Em seguida, foi elaborado um mapa (Figura 33) para ilustrar a espacialização dos municípios quanto ao seu nível de sustentabilidade, sendo possível identificar uma dispersão geográfica quanto à qualidade no processo de gestão.

Figura 33: Representação espacial dos municípios quanto ao nível de sustentabilidade da gestão de RSU.



Fonte: Autora, 2022.

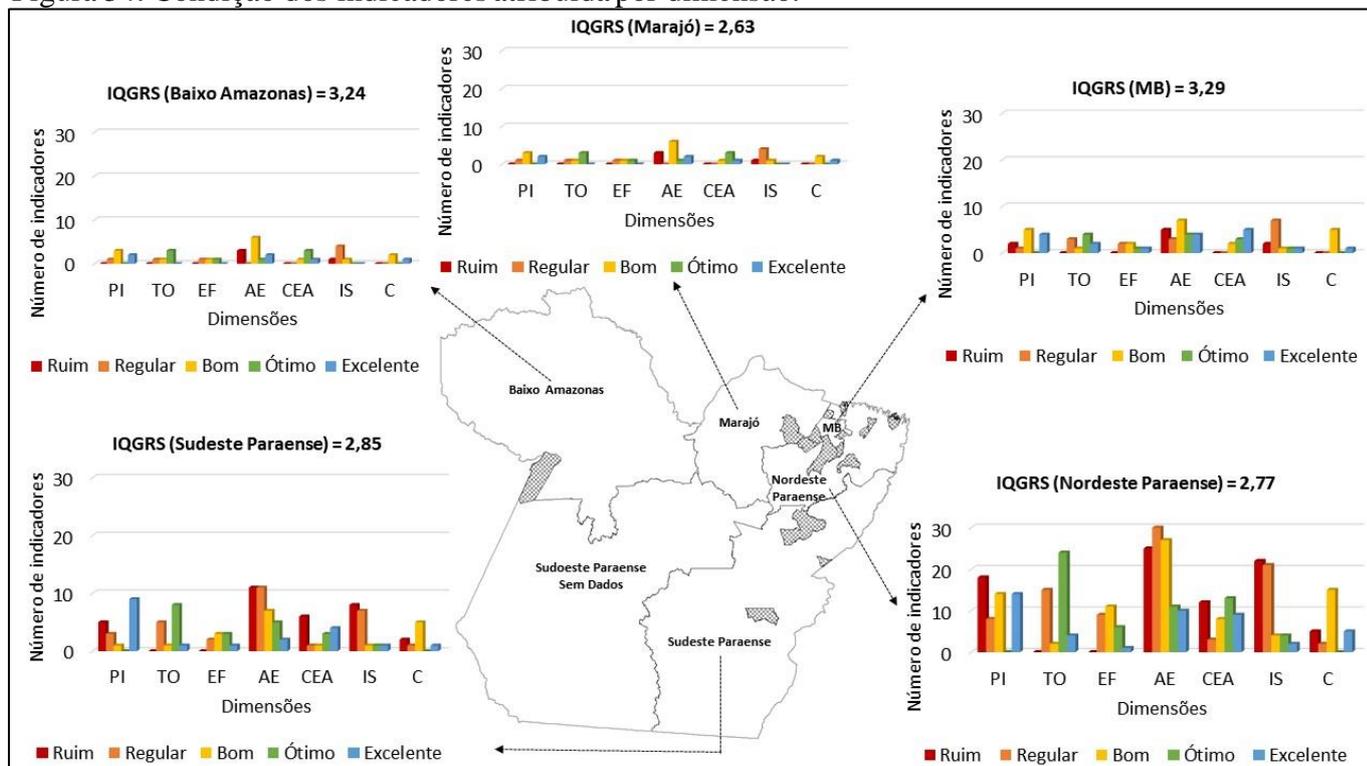
Percebeu-se que a dinâmica das mesorregiões não acompanha a evolução da gestão de resíduos sólidos de uma forma homogênea, sendo possível identificar uma dispersão espacial dos níveis de sustentabilidade, em que 25% dos municípios foram

enquadrados em condições insustentáveis; 25% em condições de sustentabilidade regular; 31,25% em condições boas e apenas 18,75% apresentaram condições excelentes de gestão.

Posteriormente, foi feita uma análise agrupando os municípios por mesorregião, considerando as 7 dimensões da pesquisa e as 5 condições referentes à cada nota (Figura 34). Essa ideia contribuiu para identificar o comportamento das dimensões de um município em relação ao outro situado na mesma mesorregião, a fim de analisar se a dinâmica da gestão municipal possuía semelhanças e como os indicadores de um município influenciavam no cálculo do IQGRS daquela mesorregião.

Vale ressaltar que as dimensões receberam pesos pelos especialistas no Método Delphi, sendo que as dimensões CEA e PI representaram os maiores pesos (17,61 e 17,06, respectivamente), logo notas ruins atribuídas aos indicadores pertencentes a essas dimensões provocaram uma redução na qualidade da gestão; já notas excelentes aumentaram consideravelmente a qualidade dessa gestão.

Figura 34: Condição dos indicadores atribuída por dimensão.



Fonte: Autora, 2022.

Os IQGRS por mesorregião representados na Figura 34 foram calculados considerando a formulação matemática apresentada na Tabela 24, em que foram permanecidos os valores dos pesos das dimensões, bem como a soma total desses pesos igual a 100. Para fazer uma comparação entre as mesorregiões, a escala foi padronizada em sua condição máxima, variando de 0 a 30 indicadores, sendo que no eixo y foram representados os números de indicadores de acordo com as barras coloridas, enquanto as 7 as dimensões foram representadas no eixo x.

Considerando os valores de IQGRS calculados, verificou-se que a mesorregião do Marajó, representada apenas pelo município de Muaná obteve o menor valor de IQGRS igual a 2,63, indicando uma sustentabilidade ruim segundo a classificação adotada nesta pesquisa. Do total de 40 indicadores, 22,50% receberam notas iguais a 1, destes 33,33% são referentes às dimensões de maiores pesos, contribuindo para a redução do índice. Vale ressaltar que a mesorregião do Marajó, não contou com a influência das notas de outros municípios para alterar o valor do IQGRS calculado.

A mesorregião do Nordeste Paraense, representada por 9 municípios, apresentou o segundo menor valor de IQGRS, igual a 2,77 caracterizada por uma sustentabilidade regular; considerando um conjunto de 360 indicadores avaliados no total da mesorregião (40 indicadores avaliados para 9 municípios), 22,78% receberam notas igual a 1, sendo 36,60% inseridas nas dimensões PI e CEA, o que provoca uma redução no IQGRS; no entanto, apesar de esta mesorregião abranger os municípios de Concórdia do Pará e Abaetetuba com sustentabilidades boas e que contribuem para aumento do IQGRS, aproximadamente 77,8% dos municípios dessa mesorregião apresentam sustentabilidades ruins e regulares, gerando uma tendência maior à redução desse índice, justificando o valor encontrado.

A mesorregião do Sudeste Paraense, representada por 3 municípios, apresentou valor de IQGRS igual a 2,85, também caracterizada com sustentabilidade regular; em relação a um conjunto de 120 indicadores considerados na mesorregião, 26,67% receberam notas igual a 1, sendo 34,38% inseridas nas dimensões PI e CEA. Essa mesorregião abrange os municípios de Canaã dos Carajás com sustentabilidade excelente, Goianésia do Pará com sustentabilidade regular e Abel Figueiredo com sustentabilidade ruim. Dessa forma, percebe-se que a influência das notas ruins e regulares (51,67%) não

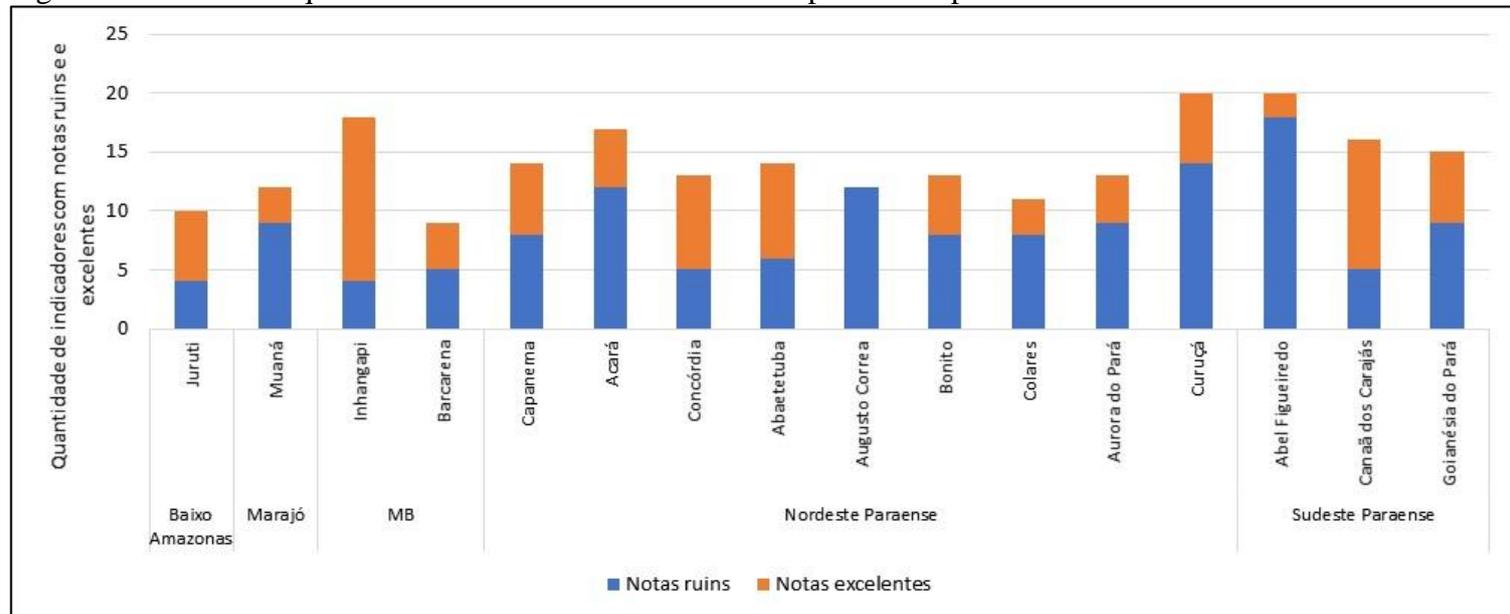
compensa as notas boas, ótimas e excelentes (48,33%) dadas a essa mesorregião, provocando tendência de redução no valor do IQGRS.

A mesorregião do Baixo Amazonas, assim como a do Marajó, também é representada apenas por 1 município, Juruti, o qual obteve IQGRS igual a 3,24. Do total de 40 indicadores analisados, apenas 10% de suas notas foram ruins e nenhum indicador presente nas dimensões PI e CEA receberam notas iguais a 1, o que eleva o valor do índice. Além disso, 72,50% de suas notas foram distribuídas nas condições boas, ótimas e excelentes. Como essa mesorregião também não sofre influências de notas atribuídas a outros municípios, sua sustentabilidade foi caracterizada como boa segundo a classificação adotada.

Por fim, tem-se a mesorregião MB, representada por 2 municípios, Inganhapi com sustentabilidade excelente e Barcarena com sustentabilidade boa, a qual obteve o maior valor de IQGRS, igual a 3,29. Do total de 80 indicadores analisados, 11,25% receberam notas ruins, sendo que deste total, apenas 22,22% estavam presentes na dimensão PI; enquanto 68,75% dos indicadores foram distribuídos em condições boas, ótimas e excelentes. As justificativas para essa mesorregião ter apresentado o maior valor de IQGRS, foram relacionadas ao fato de que não houve notas ruins na dimensão CEA (a qual possui maior peso), houve uma baixa percentual de indicadores com notas iguais a 1 na dimensão PI (dimensão com o segundo maior peso) e grande parte dos indicadores receberam notas elevadas, contribuindo para um aumento no valor do índice encontrado.

Após a análise dos IQGRS, buscou-se identificar quais indicadores contribuíram para as melhores e piores situações da gestão por mesorregião, sendo essa discussão focada nas condições extremas da pesquisa referentes às notas ruins e excelentes (Figura 35), tomando como base a análise da Matriz D de 40 indicadores.

Figura 35: Análise do quantitativo de notas ruins e excelentes por município.



Fonte: Autora, 2022.

Verificou-se que o município de Juruti apresentou o menor número de notas ruins, ou seja, apenas 4 indicadores dentre os 40 analisados receberam essa classificação, sendo 3 destes inseridos na dimensão Ambiental/Ecológica, referentes à baixa recuperação de materiais recicláveis (até 5%), a inexistência de aterro sanitário e de projetos de recuperação de áreas degradadas; já na dimensão Inclusão Social, foi constatado que o município não possui apoio do poder público para estimular e orientar os catadores de materiais recicláveis.

Em contrapartida, o município com maior número de notas ruins foi Abel Figueiredo, apresentando 18 indicadores com essa classificação, sendo 4 destes inseridos na dimensão Político/Institucional, relacionado à baixa capacitação de funcionários, ausência de leis específicas, de informações organizadas e disponibilizadas à população, bem como à não participação da sociedade na gestão. A dimensão Ambiental/Ecológica concentrou 4 indicadores com notas ruins, referentes à baixa recuperação de materiais recicláveis (até 5%), a inexistência de aterro sanitário e de projetos de recuperação de áreas degradadas, bem como inexistência de licenciamento ambiental das atividades ligadas RSU.

Como continuação da análise do município de Abel Figueiredo, a dimensão CEA apresentou 4 indicadores com notas ruins, referente ao baixo percentual de recursos destinados às atividades de educação ambiental, à não existência de ações efetivas de educação ambiental, a ausência de atividades de mobilização e sensibilização da população e à falta de parceria com outras entidades. A dimensão Inclusão Social também concentrou 4 indicadores ruins, ligados à falta de salubridade no ambiente de trabalho dos catadores, à falta de apoio do poder público para estimular e orientar os catadores de materiais recicláveis, à inexistência de pessoa com habilidades para reaproveitar os resíduos como fonte de renda e inexistência de políticas públicas de apoio a estes trabalhadores. Por fim, a dimensão Cultural abrangeu 2 indicadores com notas ruins, apontando inexistência de programas educativos e a não divulgação ou realização de boas práticas quanto à gestão dos RSU.

O município com maior número de notas excelentes foi Inhangapi, ou seja, 14 dos 39 indicadores analisados receberam essa classificação. O gestor municipal não respondeu a uma pergunta do formulário, justificando a avaliação deste município com 1 indicador a menos da Matriz D. A dimensão Político/Institucional apresentou 3 indicadores classificação excelente, ligados à existência de leis municipais específicas sobre resíduos sólidos, à participação da sociedade no processo de gestão e à participação do município em solução consorciada. Na dimensão Tecnológico/Operacional foram destacados 2 indicadores relacionados ao uso de mão de obra local em todas as fases de gerenciamento dos RS, bem como à existência de um sistema para avaliação da qualidade do serviço prestado à população.

Dando continuidade à análise do município de Inhangapi, a dimensão Ambiental/Ecológica concentrou 4 indicadores com notas excelentes, relacionados ao elevado grau de satisfação da sociedade quanto à coleta pública (>70%), ao andamento da implantação da coleta seletiva, à existência de aterro sanitário e à existência de centros de triagem e compostagem. A dimensão Conhecimento/Educação Ambiental abrangeu 4 indicadores, ligados ao elevado percentual de recursos alocados para as ações de educação ambiental ($\geq 3\%$), à realização anual de ações de educação ambiental, à existência de planejamento participativo para mobilização/sensibilização da população e à existência de Conselhos de saúde, meio ambiente e saneamento. Já na dimensão Cultural, apenas o indicador de variação da geração per capita recebeu nota excelente, havendo uma variação inferior a 1.

O município com menor número de notas excelentes foi Abel Figueiredo, com apenas 2 indicadores dentro dessa classificação. Na dimensão Político/Institucional destacou-se o indicador ligado à existência de setor específico estruturado, e na dimensão Ambiental/Ecológica o indicador relacionado à existência de coleta seletiva em processo de implantação também ganhou destaque.

9.4 APLICAÇÃO DE TÉCNICAS ESTATÍSTICAS E DE *CLUSTERIZAÇÃO*.

9.4.1 Coeficiente de correlação de Pearson

O cálculo dos coeficientes de Pearson foi realizado em planilha eletrônica com base nos valores das dimensões, considerando a ferramenta correlação disponível na Análise de Dados, dessa forma, foi possível gerar uma matriz de correlação (Tabela 26) através do cruzamento de todas as dimensões para verificar os graus de influência de uma variável em relação a outra.

Tabela 26: Matriz de correlação entre variáveis.

	PI	TO	EF	AE	CEA	IS	C
PI	1	0,2821	0,3644	0,2905	0,6960	0,1848	0,2723
TO	0,2821	1	-0,2774	0,2025	0,3825	0,2087	0,3682
EF	0,3644	-0,2774	1	0,3265	0,2169	0,2472	0,1115
AE	0,2905	0,2025	0,3265	1	0,5594	0,5434	0,4291
CEA	0,6960	0,3825	0,2169	0,5594	1	0,4456	0,5096
IS	0,1848	0,2087	0,2472	0,5434	0,4456	1	0,3526
C	0,2723	0,3682	0,1115	0,4291	0,5096	0,3526	1

Fonte: Autora, 2022.

Os resultados apresentaram correlação moderada entre as variáveis CEA x PI, CEA x AE, IS x AE e C x CEA, indicando que nenhuma variável exerce forte interferência na outra, mas que os indicadores de uma dimensão interferem nos indicadores da outra dimensão com uma força moderada. Logo, a baixa e média colinearidade entre as dimensões não interferiu no cálculo dos índices propostos, ao passo que a matriz mostra resultados significativos quanto sua validade, pois a maioria dos valores foram superiores a 0, indicando que existe correlação positiva entre as variáveis selecionadas e apenas uma correlação negativa entre as dimensões EF x TO. Dessa forma, é possível concluir que todas as dimensões são relevantes para o cálculo do IQGRS, apesar de umas exercerem maior influência em relação às outras.

Nesse trabalho, foi feita a análise das variáveis de forma isolada através de regressão linear simples, para verificar a influência de uma dada dimensão no cálculo do IQGRS.

9.4.2 Regressão Linear Simples

O cálculo das equações de Regressão Linear Simples foi realizado em planilha eletrônica, considerando a ferramenta *Regressão* disponível na Análise de Dados (Tabela 27). Para isso também foram calculados valores de coeficientes de Pearson (R),

coeficientes de determinação (R^2) e erro padrão, o qual deve ser o menor possível, indicando melhores ajustes dos pontos na equação da reta para determinada dimensão.

Tabela 27: Equações de regressão linear para cada dimensão.

Dimensão	Equações de Regressão Linear Simples	Critérios de Desempenho		
		R	R ²	Erro Padrão
PI	$Y = 0,4656 * PI + 1,4938$	0,7426	0,5514	0,2781
TO	$Y = 0,3922 * TO + 1,5574$	0,4817	0,2320	0,3639
EF	$Y = 0,4430 * EF + 1,5237$	0,3772	0,1423	0,3845
AE	$Y = 0,8062 * AE + 0,8768$	0,6884	0,4739	0,3011
CEA	$Y = 0,4432 * CEA + 1,4364$	0,9029	0,8153	0,1784
IS	$Y = 0,3423 * IS + 2,2114$	0,6319	0,3993	0,3218
C	$Y = 0,3220 * C + 1,9118$	0,6443	0,4151	0,3175

Fonte: Autora, 2022.

Analisando as equações geradas e os critérios de desempenho calculados na Tabela 27, observou-se que a dimensão CEA (destacada em azul) possui maior influência no cálculo do IQGRS, considerando R igual a 0,9029, R^2 igual a 0,8153 e erro padrão igual a 0,1784; já a dimensão que apresentou menor influência no cálculo do IQGRS foi a EF, pelos baixos valores dos critérios de desempenho, destacados em vermelho.; além disso, é importante destacar que os valores de erro padrão calculados para as 7 dimensões são próximos, indicando a relevância dessas dimensões no cálculos dos índices propostos. Vale ressaltar que os resultados apresentados foram baseados nas realidades municipais respondidas pelos gestores e nos pesos obtidos pelos Método Delphi.

A análise isolada das variáveis é importante para compreender como uma dimensão interfere no cálculo do IQGRS, através da elaboração de um modelo matemático que considera uma variável dependente e outras independentes, como uma forma de prever o comportamento dos valores dos índices através dos valores de cada dimensão.

Os valores das dimensões considerados para o cálculo dos IQGRS foram apresentados em gráfico do tipo boxplot, a fim de fazer uma análise exploratória das informações quantitativas encontradas. Para isso, foram definidos os primeiros, segundos e terceiros quartis da amostra, referentes aos percentis 25, 50 (valor da mediana) e 75. Os valores foram organizados de forma crescente para o cálculo dos componentes do boxplot, considerando uma amostra com tamanho igual a 16 para cada dimensão, sendo sistematizados na Tabela 28.

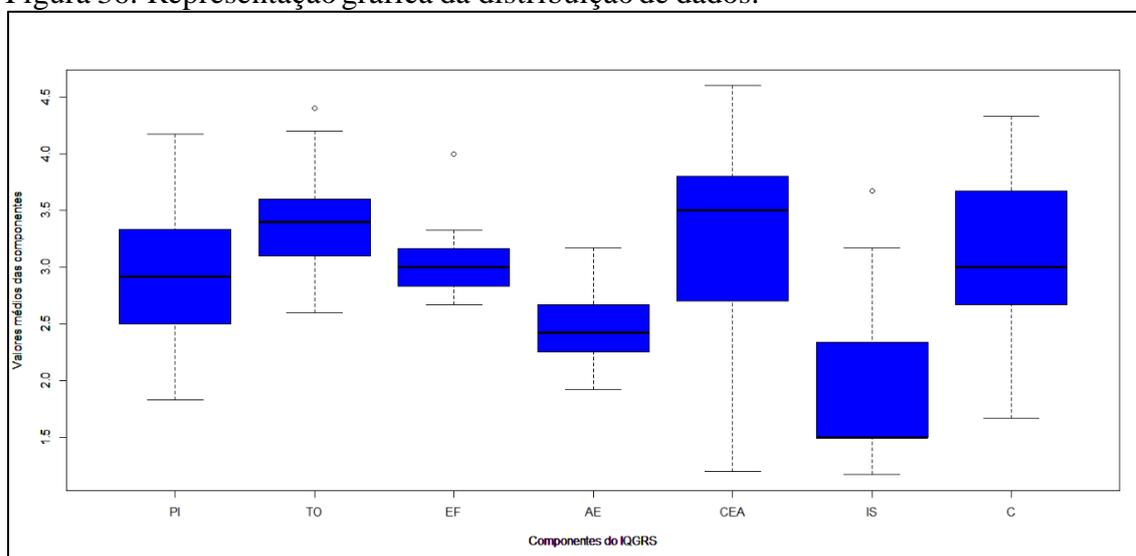
Tabela 28: Quartis para construção do gráfico boxplot.

Componentes do gráfico boxplot	Cálculo da posição dos componentes
1º quartil	$25 \cdot 16 / 100 = 4^\circ$
2º quartil ou mediana	$50 \cdot 16 / 100 = 8^\circ$
3º quartil	$75 \cdot 16 / 100 = 16^\circ$

Fonte: Autora, 2022.

Após isso, foi possível representar a distribuição de dados graficamente conforme Figura 36, sendo possível identificar valores discrepantes nos dados (*outliers*), bem como as componentes que concentraram a maior parte das informações de cada dimensão.

Figura 36: Representação gráfica da distribuição de dados.



Fonte: Autora, 2022.

As dimensões Político/Institucional e Econômico/Financeiro apresentaram semelhanças na distribuição dos conjuntos de informações, sendo os dados distribuídos simetricamente a partir da centralização da mediana. As dimensões Tecnológico/Operacional e Conhecimento/Educação Ambiental concentraram os dados mais próximos do limite inferior do gráfico; enquanto as dimensões Ambiental/Ecológica, Inclusão Social e Cultural apresentaram distribuições mais próximas do limite superior do gráfico.

A distribuição de dados que apresentou maior variabilidade foi a de Conhecimento/Educação Ambiental, traduzindo diferentes realidades municipais quanto

aos indicadores desse aspecto, com uma variação de 1,20 a 4,60 no valor dessa dimensão. Já a dimensão com menor variabilidade foi a Econômica/ Financeira, com uma variação de 2,67 a 4, explicando a menor amplitude gráfica e representando que os municípios apresentam maior semelhança quanto a esse aspecto, indicando que as dificuldades no atendimento dos indicadores dessa dimensão são semelhantes em todos os municípios selecionados na pesquisa, independente da região onde estão localizados ou do grau de desenvolvimento da gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Apenas as dimensões Tecnológico/Operacional, Econômico/Financeiro e Inclusão social apresentaram *outliers*, ou seja, valores que não provocam influências na distribuição dos dados, gerando maior confiabilidade na distribuição de informações representada graficamente, considerando os limites inferiores e superiores de cada dimensão.

9.5 TÉCNICAS DE *CLUSTERIZAÇÃO*

9.5.1 Cálculo do coeficiente aglomerativo

Para identificar qual melhor método de agrupamento a ser aplicado, foram calculados valores de CA para quatro métodos hierárquicos, conforme apresentado na Tabela 29.

Tabela 29: Definição do método de agrupamento com base nos valores de CA.

Métodos de agrupamentos hierárquicos	Coefficiente Aglomerativo (CA)
Ligação simples	0,30
Ligação média	0,51
Ligação completa	0,70
Método de Ward	0,74

Fonte: Autora, 2022.

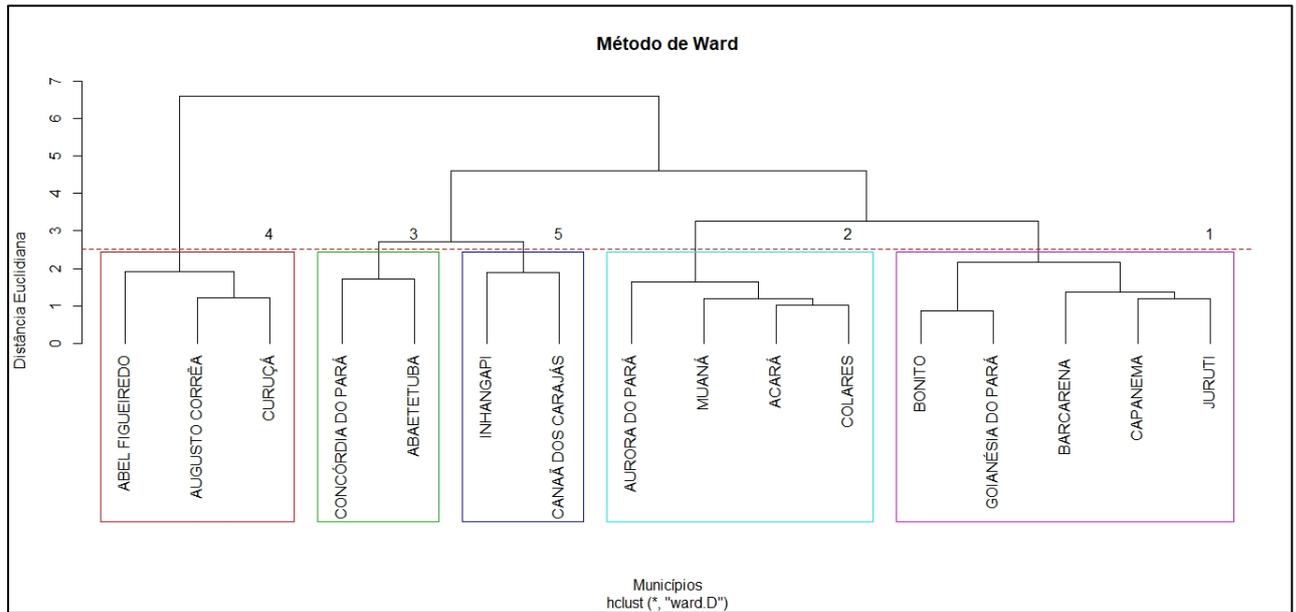
O valor de CA igual a 0,74 obtido na pesquisa, indicou que o melhor método de agrupamento a ser aplicado no conjunto de dados é o Método de Ward, indicando maior semelhança entre as variáveis de um mesmo grupo, pois é o valor mais próximo de 1. Além disso, outras pesquisas comprovaram eficiência na aplicação do Método de Ward com base nos valores de CA: Concepción et al., (2015) encontraram valores de CA para sua base de dados considerando aplicação do Método Ward próximo a 0,99, resultado semelhante a pesquisa de Roth et al., (2016) e superiores ao calculado na pesquisa de Crispim et al., (2020), os quais obtiveram valor de CA para esse método igual a 0,94. Percebe-se que todos os trabalhos citados contemplam valores de CA maiores que o apresentado nesta pesquisa, no entanto, a aplicação do Método de Ward é considerada válida por apresentar o maior valor de CA.

Tendo calculado o valor do CA, aplicou-se o Método de Ward, usando como medida de similaridade a distância euclidiana para dados não padronizados dos indicadores, com base na pesquisa de Concepción et al., (2015), os quais encontraram resultados mais consistentes para variáveis não padronizadas.

Dessa forma, foi possível agrupar os dezesseis municípios paraenses com base na Matriz de 40 indicadores e nos valores das dimensões calculados, cuja finalidade foi aproximar em um mesmo grupo as áreas com maiores semelhanças no processo de gestão de resíduos sólidos, segundo as informações respondidas pelos gestores municipais. Como produto da aplicação do Método, foi gerado o Dendograma (Figura 37), sendo o corte definido de forma subjetiva pelo pesquisador, através da melhor

representação gráfica para facilitar a visualização dos grupos e de seus elementos, caracterizados pelos municípios.

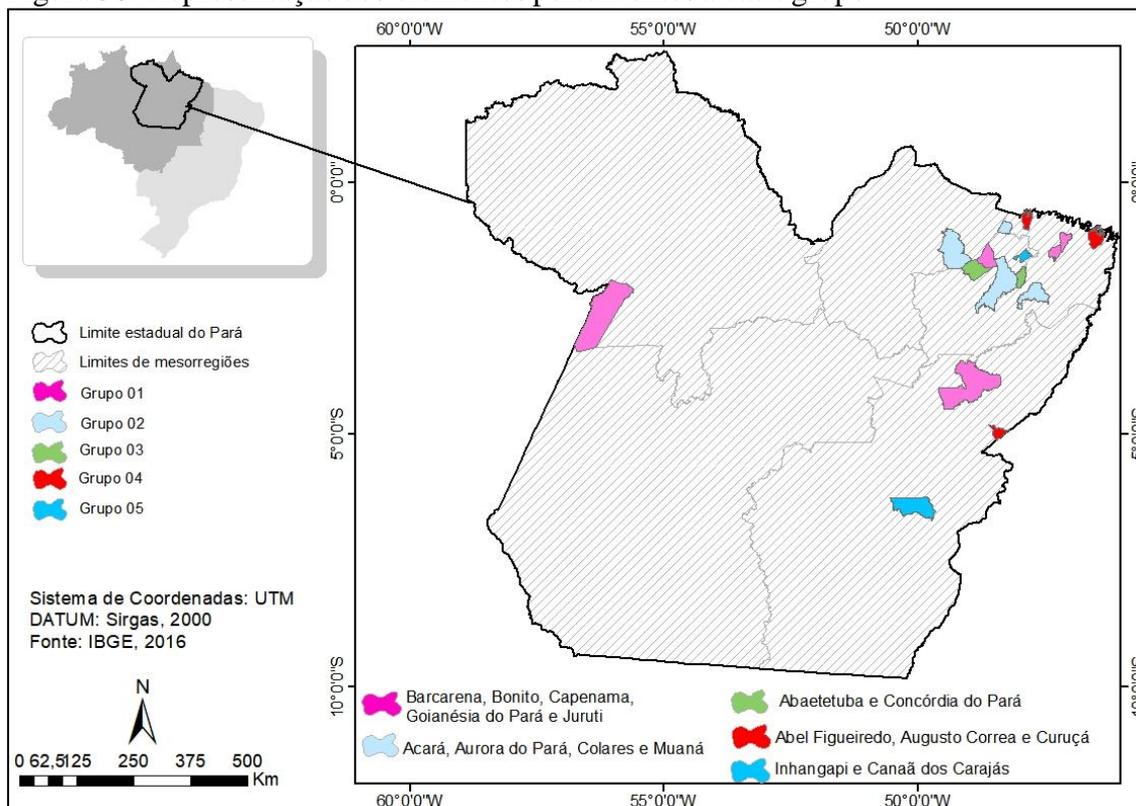
Figura 37: Dendograma com formação dos cinco agrupamentos gerados pelo Método de Ward e uso da distância euclidiana.



Fonte: Autora, 2022.

O Dendograma com corte no ponto 2,5 mostrou a formação de cinco grupos, bem como seus elementos constituintes delimitados por linhas coloridas e enumerados na sua área superior, sendo o grupo 1 formado por 5 municípios, o grupo 2 formado por 4 municípios, o grupo 4 formado por 3 municípios e os grupos 3 e 5 formados por 2 municípios. Com base na formação de grupos foi possível espacializar os municípios inseridos nas mesorregiões pertencentes, de acordo com suas similaridades no processo de gestão (Figura 38).

Figura 38: Representação dos elementos pertencentes a cada grupo.



Fonte: Autora, 2022.

A elaboração do mapa com os grupos formados, contribuiu para identificar geograficamente que municípios da mesma mesorregião apresentam dinâmicas diferentes quanto ao avanço e investimentos da gestão resíduos de sólidos urbanos.

Por exemplo, após o agrupamento, os municípios com maiores destaques quanto à qualidade da gestão dos RSU foram Inhangapi (MB) e Canaã dos Carajás (Sudeste Paraense), os quais apresentaram respectivamente IQGRS iguais a 3,57 e 3,52. A Tabela 30 apresenta as dimensões e os indicadores com melhores condições para cada município, a fim de justificar o agrupamento realizado.

Tabela 30: Representação dos indicadores na condição Excelente por dimensão.

Dimensões	Indicadores de Inhangapi -	Indicadores de Canaã dos Carajás
PI	PI1 – PI2 – PI3 – PI5	PI1 – PI5 – PI6
TO	TO1 – TO3	TO1 – TO3 – TO4
EF	EF1	-
AE	AE12	AE1 - AE3- AE9- AE12
CEA	CEA4 - CEA5	CEA1- CEA2- CEA3- CEA5
IS	IS4	-
C	C1	C1

Fonte: Autora, 2022.

Na Tabela 30, verificou-se que o município de Inhangapi apresentou 12 indicadores em condições excelentes, sendo 2 destes na dimensão CEA, a qual obteve maior peso pela relevância considerada no Método Delphi e 4 na dimensão PI, à qual foi atribuído o segundo maior peso. Identificou-se que em todas as dimensões existem indicadores em condição de excelência para esse município.

Já para o município de Canaã dos Carajás, percebeu-se 15 indicadores da Matriz D em condições excelentes, sendo 5 destes inseridos na dimensão CEA, e 3 indicadores na dimensão PI; no entanto as dimensões EF e IS não apresentaram indicadores nesta condição, contribuindo para a redução do valor do IQGRS deste município em relação ao município de Inhangapi. Ressalta-se que as outras condições envolvidas na pesquisa também influenciaram no cálculo do valor final do IQGRS.

Quanto aos indicadores excelentes e semelhantes entre os municípios, destacaram-se na dimensão PI: Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal e Participação da sociedade na gestão de RSU, implicando que esses municípios apresentam setor específico para tratar de questões referentes à gestão dos RSU, através da condução adequada dos planejamentos para esta área do saneamento, e que a população se faz presente dentro desse processo nas ações de efetivação das práticas adequadas para melhorias na qualidade da gestão, como é o caso de atividades de educação ambiental, participação de palestras e oficinas de reutilização/reciclagem de materiais.

A dimensão TO refletiu que os municípios apresentam fiscalização dos serviços de limpeza pública por parte das prefeituras para garantir a efetivação dessas atividades e o bem-estar da população, e que todos os funcionários envolvidos desde a coleta até a disposição final destes materiais usam EPI's, a fim de garantirem proteção durante o manuseio dos resíduos, evitando acidentes e contaminações por estes materiais.

Na dimensão AE, percebeu-se que o único indicador em comum trata-se da existência de centros de triagem e compostagem, o que contribui para o aumento das possibilidades de reaproveitamento e reciclagem dos resíduos, evitando com que sejam encaminhados para descarte inadequado, visto que os municípios não possuem aterros sanitários.

Na dimensão CEA, o único indicador semelhante foi a existência de Conselhos de Saúde, Saneamento e Meio Ambiente, os quais possuem a finalidade de nortear as diretrizes para implantação de práticas adequadas quanto ao manuseio dos

resíduos sólidos, para proteção dos recursos naturais, evitando contaminações por descarte inadequado dos resíduos e da saúde humana, além de prevenir e controlar contaminações por doenças originadas destes materiais.

Os municípios com menores destaques quanto à qualidade da gestão dos RSU, foram: Abel Figueiredo (Sudeste Paraense), Augusto Corrêa e Curuçá (Nordeste Paraense), os quais apresentaram respectivamente IQGRS iguais: 2,06; 2,40 e 2,57. A Tabela 31 apresentou as dimensões e os indicadores com piores condições para cada município, a fim de justificar o agrupamento realizado.

Tabela 31: Representação dos indicadores na condição Ruim por dimensão.

Dimensões	Indicadores de Abel Figueiredo	Indicadores de Augusto Correa	Indicadores de Curuçá
PI	PI2 - PI3 - PI4 - PI5	PI3 - PI4	PI3 - PI5
TO	-	-	-
EF	-	-	-
AE	AE7 - AE9 - AE10 - AE11	AE7 - AE9 - AE10 - AE11	AE7 - AE9 - AE10 - AE11
CEA	CEA1 - CEA2 - CEA3 - CEA4	CEA1 - CEA3	CEA1 - CEA4
IS	IS3 - IS4 - IS5 - IS6	IS3 - IS4 - IS5 - IS6	IS3 - IS4 - IS5
C	C2 - C3	-	C2 - C3

Fonte: Autora, 2022.

Na Tabela 31, verificou-se que o município de Abel Figueiredo apresentou 18 indicadores em condições ruins, concentrando 4 indicadores na dimensão CEA e 4 indicadores na dimensão PI, caracterizadas como dimensões com maiores pesos, respectivamente; Augusto Correa apresentou 12 indicadores em condições ruins, com destaque para as dimensões AE e IS, as quais totalizaram 4 indicadores cada; Já Curuçá apresentou 13 indicadores em condições ruins, destacando as dimensões AE, com 4 indicadores e IS, com 3 indicadores. As dimensões TO e EF para os 3 municípios analisados e a dimensão C para o município de Augusto Correa, não apresentaram indicadores ruins.

Quanto aos indicadores ruins e semelhantes entre os municípios, destacaram-se na dimensão PI: Existência de legislação específica para a gestão de RSU no município, o que implica no fato de essas políticas públicas não existirem nesses municípios ou não serem colocadas em prática; além disso, Abel Figueiredo e Augusto Correa se assemelham no indicador referente à Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população, garantindo que não existe um banco de dados para controle e organização dessas informações, a fim de repassá-las à

sociedade; já Abel Figueiredo e Curuçá possuem similaridade no indicador que trata sobre Participação da sociedade na gestão de RSU, implicando em descumprimento de um dos princípios estabelecidos na PNRS.

Na dimensão AE, os 3 municípios apresentaram atribuições ruins aos mesmos indicadores. O indicador Recuperação de resíduo orgânico, Existência de Aterro sanitário/ aterro controlado licenciado? Há recuperação de áreas degradadas por resíduos? Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU.

O primeiro indicador está relacionado ao reaproveitamento de matérias orgânicas através da adoção de tecnologias de tratamento para a geração de adubos, evitando desperdício desses materiais; o segundo indicador refere-se à existência de um local para disposição ambientalmente adequada dos resíduos, exigência prevista na Lei 12.305/2010.

Ressalta-se que ao quarto indicador foram atribuídas condições ruins, pelo fato de os municípios não apresentarem aterros controlados licenciados, apenas lixões; o terceiro indicador faz referência às Leis Federais 6.938/1981, 9.605/1998 e 12.305/2010, as quais exigem o reestabelecimento das condições naturais de áreas degradadas, neste caso, por descartes inadequados dos resíduos gerados; em caso de descumprimento das exigências legais, os responsáveis estarão sujeitos às punições conforme a Lei de Crimes Ambientais.

Na dimensão CEA, o indicador ruim em comum entre os 3 municípios foi relacionado aos Recursos alocados para ações de educação ambiental, em que menos de 1° da verba destinada à gestão de resíduos sólidos era encaminhada para essas atividades, implicando em obstáculos para a efetivação de boas práticas quanto ao manuseio e as possibilidades de reutilização e reciclagem estes materiais.

Os municípios de Abel Figueiredo e Augusto Correa apresentaram semelhança no indicador de Existência de ações de mobilização/ Sensibilização ambiental, pelo fato de não apresentarem ações significativas quanto à cobertura da população atingida ou pela ausência dessas ações nesses municípios. Já Abel Figueiredo e Curuçá apresentaram similaridade no indicador de Existência de parcerias (associados, universidades, setor privado, movimentos sociais), refletindo na dificuldade que esses municípios enfrentam na implementação de atividades de melhorias na gestão dos resíduos sólidos, pois as pesquisas realizadas pelas instituições públicas ou privadas

aliadas às práticas e necessidades impostas pelos atores envolvidos no processo de gestão destes materiais, contribui para a definição das melhores alternativas a serem efetivadas na prática, considerando as particularidades municipais.

Na dimensão IS, 3 indicadores ruins foram semelhantes para os municípios considerados nessa etapa: Salubridade do local de trabalho dos catadores, o que reflete na ausência de boas condições de saúde e segurança no ambiente de atividades desses trabalhadores; Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos para apoio ou orientação de políticas municipais, indicando que não existe essa relação de suporte para fortalecer a criação ou a existência de associações/cooperativas, dificultando o que é previsto na PNRS para afastar esses trabalhadores das áreas de lixões e garantir com que essas pessoas tenham sustento através da reciclagem ou reaproveitamento destes materiais, e; Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc), relacionada à ausência de pessoas que tem a capacidade de transformar os resíduos e inseri-los novamente na cadeia econômica, ação que deve ser sustentada com treinamentos, cursos e oficinas para auxiliar esses trabalhadores no desenvolvimento de seus produtos.

Os municípios de Abel Figueiredo e Augusto Correa apresentaram semelhança no indicador de Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal, o que reflete na ausência de leis municipais de apoio aos catadores para nortear as atividades desses trabalhadores, a fim de conduzir suas ações desde a coleta e triagem destes materiais até a venda para retorno do lucro, além de contribuir para o apoio quanto à criação de cooperativas e conhecimento dos seus direitos e deveres.

Na dimensão C, apenas Abel Figueiredo e Curuçá apresentaram indicadores ruins: Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU, indicando a inexistência dessas ações, e; Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU, refletindo na ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas. Ressalta-se que as boas práticas devem ser associadas à melhoria no processo de gestão dos RSU, e que implementar não é o suficiente, basta ter uma periodização constante para internalização dessas ações, bem como acompanhamento das atividades junto à população.

Nesse sentido, torna-se perceptível que os investimentos e interesses voltados para o setor de resíduos sólidos são distintos independente da região de localização,

resultado da prioridade de interesses do poder público e das limitações técnicas e financeiras apresentadas pelos municípios na descrição de suas realidades.

9.6 AVALIAÇÃO DOS PMGIRS DOS MUNICÍPIOS PARAENSES

A avaliação inicial dos PMGIRS dos 16 municípios paraenses quanto ao atendimento do conteúdo mínimo estabelecido pela PNRS e pelo Decreto 10.936/2022 os municípios com menos de 20.000 habitantes, contribuiu para identificar a qualidade de elaboração destes materiais referente às exigências legais, em que os municípios com maiores números de itens atendidos foram classificados como aqueles com maiores avanços no contexto da gestão de resíduos sólidos.

Após a atribuição de pesos para os itens atendidos (100%) e não atendidos (0%), foi possível determinar os percentuais de atendimento de cada município, conforme Tabela 32. Vale ressaltar que após a leitura dos PMGIRS, verificou-se grandes semelhanças entre alguns documentos, podendo refletir na qualidade de elaboração destes materiais por não espelharem as realidades destes municípios, sendo elaborados apenas para indicar que os municípios possuem esses documentos, a fim de atraírem recursos federais.

Nota-se que não existe uma quantidade mínima de itens a serem atendidos para que os municípios consigam obter acesso aos recursos da União. A lei apenas aborda prioridades para localidades com avanços em termos de realização de atividades de coleta seletiva e de participação em consórcios. No entanto, os PMGIRS selecionados nesta pesquisa com atendimentos inferiores a 50% dos itens da lei, apresentaram apenas informações teóricas acerca da temática de resíduos sólidos, não trazendo informações específicas dos municípios, principalmente quanto aos dados quantitativos, julgados importantes para implementação de projetos voltados para esta área.

Os percentuais do total de itens atendidos foram calculados considerando os 19 itens da PNRS para municípios com população igual ou superior a 20.000 habitantes; enquanto para municípios com população inferior a 20.000 habitantes, foram considerados 14 itens como referência da totalidade. Os espaços em branco marcados com x, representam os indicadores que não são considerados no conteúdo mínimo previsto para os PMGIRS simplificados, segundo o Decreto 10.936/2022, nesse caso, referem-se aos municípios de Abel Figueiredo, Bonito, Colares e Inhangapi.

Tabela 32: Relação das condições de atendimento dos itens dos PMGIRS segundo o conteúdo mínimo da PNRS e do Decreto Federal com a Matriz D de 40 indicadores.

CONTEÚDO MÍNIMO DOS PLANOS EXIGIDO PELA PNRS (Art. 19)	INDICADORES DA MATRIZ D	ABAETETUBA	ABEL FIGUEIREDO	ACARÁ	AUGUSTO CORREA
Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas	PI1, PI4, EF1, AE2, AE3, AE4, AE5, AE6, AE7, AE8, C1	100%	100%	0%	100%
Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos	AE9	100%	100%	0%	100%
Identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios	PI6	100%	0%	0%	0%
Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico ou a sistema de logística reversa	PI3	100%	0%	0%	0%
Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	TO2, IS3	100%	100%	0%	100%
Indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	TO5, AE1	100%	x	0%	0%
Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20	TO4	100%	0%	0%	0%
Definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público	TO2	100%	0%	0%	0%

Programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização	PI2, IS2	100%	x	0%	0%
Programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos	EF3, CEA1, CEA2, CEA3, C2, C3	0%	0%	0%	0%
Programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis	CEA4, PI5	0%	0%	0%	0%
Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda	IS1, IS5	100%	x	0%	0%
Sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços	EF2	100%	100%	0%	0%
Metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras	AE12	0%	0%	0%	0%
Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;	CEA5, IS4, IS6	100%	0%	0%	0%
Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33	TO1	0%	x	0%	0%
Ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento	AE11	0%	x	0%	0%

Identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras	AE10	100%	0%	0%	0%
Periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal	-	0%	0%	100%	0%
TOTAL DE ITENS ATENDIDOS		68,42%	28,57%	5,25%	15,79%
CONTEÚDO MÍNIMO DOS PLANOS EXIGIDO PELA PNRS		AURORA DO PARÁ	BARCARENA	CANAÁ DOS CARAJÁS	CAPANEMA
Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas	PI1, PI4, AE2, EF1, AE3, AE4, AE5, AE6, AE7, AE8, C1	100%	100%	100%	100%
Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos	AE9	100%	0%	100%	100%
Identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios	PI6	100%	0%	100%	0%
Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico ou a sistema de logística reversa	PI3	100%	100%	100%	0%
Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	TO2, IS3	100%	100%	100%	100%
Indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	TO5, AE1	100%	0%	100%	0%
Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20	TO4	0%	100%	100%	100%
Definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização,	TO2	100%	100%	100%	100%

incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público					
Programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização	PI2, IS2	0%	100%	100%	100%
Programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos	EF3, CEA1, CEA2, CEA3, C2, C3	0%	100%	100%	100%
Programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis	CEA4, PI5	0%	100%	100%	100%
Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda	IS1, IS5	0%	100%	0%	100%
Sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços	EF2	0%	100%	0%	0%
Metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras	AE12	100%	100%	100%	100%
Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;	CEA5, IS4, IS6	100%	100%	100%	0%
Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33	TO1	0%	0%	100%	100%

Ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento	AE11	0%	0%	100%	100%
Identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras	AE10	0%	100%	100%	100%
Periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal	-	100%	100%	100%	100%
TOTAL DE ITENS ATENDIDOS		52,63%	73,68%	89,47%	73,68%
CONTEÚDO MÍNIMO DOS PLANOS EXIGIDO PELA PNRS		COLARES	CONCÓRDIA DO PARÁ	CURUÇÁ	GOIANÉSIA DO PARÁ
Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas	PI1, PI4, AE2, EF1, AE3, AE4, AE5, AE6, AE7, AE8, C1	100%	100%	100%	100%
Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos	AE9	100%	100%	100%	100%
Identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios	PI6	100%	100%	100%	100%
Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico ou a sistema de logística reversa	PI3	100%	100%	100%	100%
Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	TO2, IS3	100%	100%	100%	100%
Indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	TO5, AE1	x	100%	100%	100%

Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20	TO4	100%	100%	100%	100%
Definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público	TO2	100%	100%	100%	100%
Programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização	PI2, IS2	x	100%	100%	100%
Programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos	EF3, CEA1, CEA2, CEA3, C2, C3	100%	100%	100%	0%
Programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis	CEA4, PI5	100%	0%	0%	0%
Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda	IS1, IS5	x	100%	100%	0%
Sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços	EF2	100%	100%	100%	100%
Metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras	AE12	100%	100%	100%	100%
Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;	CEA5, IS4, IS6	100%	100%	100%	100%
Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da	TO1	x	100%	100%	100%

implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33					
Ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento	AE11	x	100%	100%	100%
Identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras	AE10	100%	100%	100%	100%
Periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal	-	100%	0%	0%	0%
TOTAL DE ITENS ATENDIDOS		100%	89,47%	89,47%	78,95%
CONTEÚDO MÍNIMO DOS PLANOS EXIGIDO PELA PNRS		INHANGAPI	JURUTI	MUANÁ	BONITO
Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas	PI1, PI4, AE2, EF1, AE3, AE4, AE5, AE6, AE7, AE8, C1	100%	100%	100%	100%
Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos	AE9	0%	100%	100%	100%
Identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios	PI6	100%	100%	100%	100%
Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico ou a sistema de logística reversa	PI3	100%	100%	100%	100%

Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	TO2, IS3	100%	100%	100%	100%
Indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	TO5, AE1	x	100%	100%	x
Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20	TO4	100%	100%	100%	100%
Definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público	TO2	100%	100%	100%	100%
Programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização	PI2, IS2	x	0%	100%	x
Programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos	EF3, CEA1, CEA2, CEA3, C2, C3	0%	0%	100%	100%
Programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis	CEA4, PI5	0%	0%	0%	100%
Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda	IS1, IS5	x	100%	0%	x
Sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços	EF2	0%	0%	0%	0%
Metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras	AE12	100%	100%	100%	100%

Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;	CEA5, IS4, IS6	0%	100%	100%	100%
Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33	TO1	x	100%	100%	x
Ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento	AE11	x	100%	100%	x
Identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras	AE10	100%	100%	100%	100%
Periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal	SE	0%	100%	100%	0%
TOTAL DE ITENS ATENDIDOS		57,14%	78,95%	84,21%	85,71%

Fonte: Autora, 2022.

*SE: inciso da PNRS sem enquadramento na Matriz de 40 indicadores.

* x: incisos não exigidos nos planos simplificados.

Os dados apresentados na Tabela 32 contribuíram para identificar o atendimento dos PMGIRS quanto aos incisos da PNRS e do Decreto Federal, além de apontar quais indicadores da Matriz D estavam relacionados com cada item previsto no conteúdo mínimo legal. Percebe-se que o inciso 19 não foi relacionado com nenhum indicador da Matriz D, sendo representado por SE (sem enquadramento), no entanto vale ressaltar que os PMGIRS devem ser avaliados seguindo a vigência do Plano Plurianual ou, no caso de os PMGIRS estarem inseridos nos Planos de Saneamento Básico, não ultrapassar o prazo máximo de 10 anos, segundo o previsto na Lei 14.026/2020, que trata sobre o novo marco do saneamento. A análise feita nesta etapa tem a finalidade de orientar os gestores sobre quais dimensões e indicadores precisam ser inseridos ou mais bem descritos no PMGIRS.

Verificou-se que nos PMGIRS dos municípios de pequeno porte, o indicador PI5 (participação da sociedade na gestão de RSU) não foi atendido por 72,73% dos municípios, seguido do indicador CEA4 (Existência de parcerias com instituições), o qual não foi atendido por 63,64% dos municípios; o indicador EF2 (Qual o % do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública e manejo dos RSU?) não foi atendido por 54,55% dos municípios e os indicadores IS1 (Existência de Catadores organizados) e IS5 (Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda) não foram atendidos por 45,45% dos municípios.

Os resultados encontrados para os municípios de pequeno porte (Abel Figueiredo, Augusto Correa, Aurora do Pará, Canaã dos Carajás, Colares, Concórdia do Pará, Curuçá, Goianésia do Pará, Inhangapi, Muaná e Bonito) assemelharam-se aos descritos na pesquisa de Chaves et al., (2020), relacionados à problemas quanto à participação da população nos processos de gestão, a mecanismos de monitoramento e revisão dos PMGIRS, bem como ao auxílio no desenvolvimento de cooperativas ou associações de catadores. Além disso, na análise dos PMGIRS desta pesquisa, percebeu-se um problema quanto ao conhecimento da origem dos recursos aplicados na gestão dos RSU e do montante do orçamento municipal destinado aos serviços de manejo, dificultando a realização de tarefas básicas como a limpeza urbana e o planejamento das ações necessárias de boas práticas quanto ao manejo desses materiais.

Nos PMGIRS dos municípios de médio porte, 12 indicadores não atendidos por 60% dos municípios. Dentre eles têm-se o PI6 (Participação em consórcios), TO1 (Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública?), TO5 (Existe um sistema para avaliação da qualidade do serviço prestado pelos gestores?), EF2 (Qual o % do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública e manejo dos RSU?), EF3 (Qual

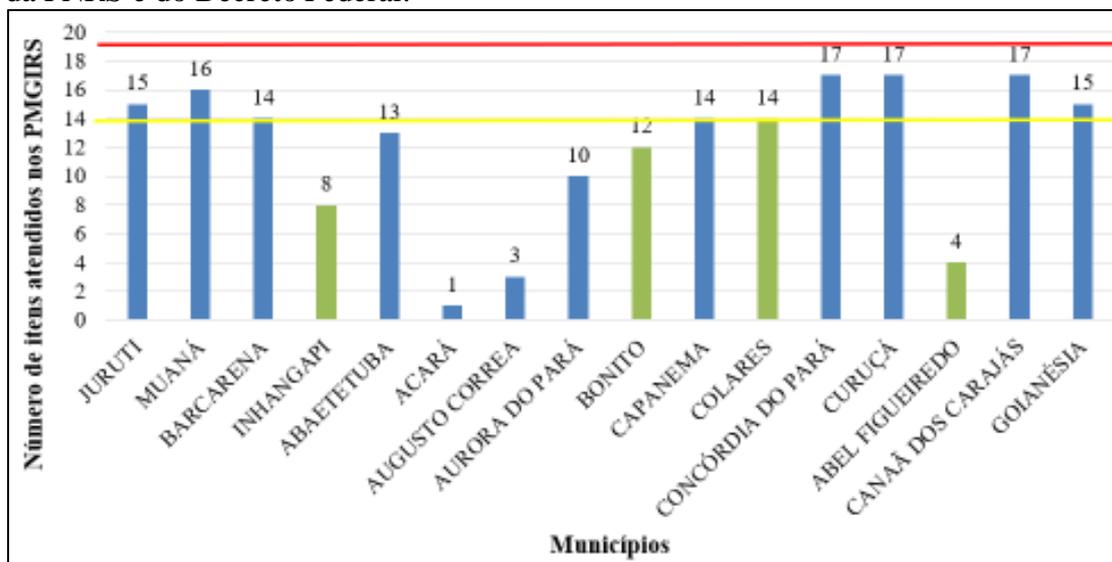
a aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva?), AE1 (Satisfação da população em relação a coleta pública), AE11 (Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU), CEA1 (Recursos alocados para ações de educação ambiental), CEA2 (Periodicidade da realização de ações de Educação ambiental), CEA3 (Existência de ações de mobilização/ Sensibilização ambiental), C2 (Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU) e C3 (Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU).

Os resultados encontrados para os municípios de médio porte também se assemelharam aos descritos na pesquisa de Chaves et al., (2020), relacionados à elaboração de estudos para soluções consorciadas e apresentação de mecanismos para acompanhamento e avaliação dos indicadores dos serviços prestados. Como diferencial, os municípios de pequeno porte apresentaram maior facilidade de implementação de ações de educação ambiental e de boas práticas de manejo dos RSU, ao contrário dos municípios de médio porte, o que se deve à ausência de interesse ou à maior resistência da população quanto a inserção de novos hábitos no cotidiano para melhoria do gerenciamento dos resíduos gerados, à falta de interesse dos Poderes Públicos em realizar atividades voltadas para este setor por conta das barreiras a serem enfrentadas nesse processo, à falta de profissionais capacitados para essa demanda ou falta de recursos financeiros/ materiais para viabilizar essas atividades.

Polaz e Teixeira (2009) afirmam que, apesar de não ser uma tarefa fácil, nos municípios de pequeno e médio é urgente a intervenção do Poder Público nas suas diversas esferas, para garantir a implementação de programas e ferramentas de melhorias da gestão dos resíduos sólidos, além de se fazer necessária a elaboração de políticas públicas planejadas a longo prazo, a fim de garantir a sustentabilidade da gestão desses materiais.

As informações da Tabela 32 foram sintetizadas na Figura 39, sendo possível identificar graficamente o número dos itens previstos no conteúdo mínimo legal dos PMGIRS, segundo a PNRS e o Decreto Federal 10.936/2022. Ressalta-se que os municípios destacados em azul correspondem àqueles avaliados pela PNRS; já os em verde correspondem aos avaliados pelo Decreto. A linha em vermelho serviu como referência para os municípios avaliados quanto à PNRS, enquanto a linha em amarelo serviu como referência para os municípios avaliados pelo Decreto Federal.

Figura 39: Quantidade de itens atendidos nos PMGIRS quanto ao conteúdo mínimo legal da PNRS e do Decreto Federal.



Fonte: Autora, 2022.

Com relação aos PMGIRS avaliados pela PNRS, os municípios com maior destaque foram Concórdia do Pará, Curuçá e Canaã dos Carajás, havendo um percentual de atendimento ao conteúdo mínimo igual a 89,47%. Já os municípios com menor destaque, foram Acará e Augusto Correa, com percentual de atendimento igual a 5,25% e 15,79%, respectivamente, valores extremamente baixos em relação ao que é exigido no texto da lei, refletindo a falta de interesse das prefeituras na qualidade de elaboração dos PMGIRS e conseqüentemente, na baixa de preocupação em garantir a efetivação das atividades no setor de RSU.

É importante ressaltar que todos os PMGIRS foram elaborados pelos órgãos das prefeituras municipais, sendo alguns municípios apoiados pelo Governo do Estado, Instituições de Ensino ou consultoria externa, conforme apresentado na Tabela 33.

Tabela 33: Responsabilidade pela elaboração dos PMGIRS.

Municípios	Responsável pela elaboração do PMGIRS	Existência de apoio externo para elaboração dos PMGIRS
Capanema	Prefeitura	Não
Acará	Prefeitura	Sim
Concórdia do Pará	Prefeitura	Não
Abaetetuba	Prefeitura	Sim
Augusto Correa	Prefeitura	Não
Bonito	Prefeitura	Não
Colares	Prefeitura	Não
Inhangapi	Prefeitura	Sim
Aurora do Pará	Prefeitura	Sim

Juruti	Prefeitura	Sim
Barcarena	Prefeitura	Não
Curuçá	Prefeitura	Sim
Abel Figueiredo	Prefeitura	Sim
Canaã dos Carajás	Prefeitura	Sim
Goianésia do Pará	Prefeitura	Sim
Muaná	Prefeitura	Sim

Fonte: Autora, 2022.

A qualidade de elaboração depende do grau de capacitação técnica, do conhecimento da dinâmica da gestão dos resíduos sólidos do município e dos recursos financeiros/ materiais disponíveis para a elaboração dos PMGIRS (NEVES et al., 2021). O município de Concórdia do Pará não contou com apoio externo para elaboração do seu PMGIRS, no entanto obteve um elevado percentual de atendimento do conteúdo mínimo previsto na PNRS, o que reflete na elevada capacitação técnica da equipe responsável pela elaboração. Já os municípios de Curuçá e Canaã dos Carajás contaram com o apoio de consultorias externas para construir seus PMGIRS mais próximos das realidades municipais.

Em contrapartida, Acará obteve o menor percentual de atendimento ao conteúdo mínimo apesar de ter recebido apoios externos, refletindo na necessidade de parcerias devidamente capacitadas e experientes na área de resíduos sólidos para conduzir a elaboração deste documento (CHAVES et al., 2020); já Augusto Correa não recebeu apoio para a elaboração de seu PMGIRS, ficando todas as etapas a cargo da prefeitura, implicando na falta de capacitação técnica ou limitações orçamentárias e materiais para confecção do PMGIRS.

Diante disso, percebeu-se que apesar de estarem localizados na mesma mesorregião com dinâmicas econômicas e sociais semelhantes, os interesses dos poderes públicos municipais são divergentes quanto à busca de soluções para a problemática dos resíduos sólidos, sendo perceptível pela limitação de investimentos em termo de contratação de equipe técnica devidamente habilitada para elaborar os PMGIRS, o que reflete na qualidade de elaboração destes documentos e consequentes dificuldades de implementação das atividades.

Após a avaliação dos planos, foi possível perceber algumas falhas ou limitações no processo de elaboração dos PMGIRS, dentre elas: semelhança entre os documentos de diferentes municípios, o que pode inviabilizar a prática de ações pré-estabelecidas; aprovação dos documentos sem considerar equipe competente para tal

demanda; levantamento teórico da gestão dos RSU, sem explicitação das condições reais do município e dificuldades na sistematização e monitoramento das informações sobre RSU. Logo, levantou-se a hipótese de que parte dos gestores municipais tinham como prioridade ter o documento para cumprir as exigências da lei, ignorando a viabilidade de implementar as atividades considerando as peculiaridades das áreas em estudo, através da adoção de roteiros semelhantes para a elaboração dos PMGIRS com enfoque predominantemente informativo, confirmando os resultados encontrados na pesquisa de Costa e Pugliesi (2018).

Além disso, ficou evidente a dificuldade que os poderes municipais possuem em elaborar um documento de qualidade, capaz de representar a realidade do local e de orientar os gestores a traçar metas eficientes nesse contexto por limitações técnicas, financeiras e materiais, refletindo na contratação de empresas externas para a elaboração dos PMGIRS, as quais ficam restringidas por não terem informações suficientes e consistentes nos bancos de dados dos municípios, bem como o desconhecimento da dinâmica municipal (CHAVES et al., 2020).

9.7 AVALIAÇÃO DOS IQPMGIRS BASEADO NOS IQGRS

Nesta etapa da pesquisa, a metodologia utilizada para cálculo dos IQGRS na prática da gestão também foi aplicada nas informações presentes nos PMGIRS para elaboração do IQPMGIRS, logo para cada município foram calculados dois índices: um ligado à prática da gestão e outro ligado ao que está previsto no PMGIRS. Vale ressaltar que os pesos das dimensões e as notas dos descritores de cada indicador foram extraídos do Método Delphi, dessa forma, as condições atribuídas a cada indicador tanto na prática quanto no PMGIRS influenciaram no cálculo das dimensões e conseqüentemente, nos valores de IQPMGIRS obtidos.

O Apêndice D foi subdividido em dimensões, indicadores, notas de cada descritor e contribuiu para fazer uma comparação entre as notas obtidas na gestão dos resíduos sólidos pelos gestores municipais com as notas atribuídas a cada indicador considerando a avaliação do PMGIRS. Vale ressaltar que os espaços destacados em amarelo correspondem às informações não respondidas pelos gestores, como já explicado anteriormente. A situação ideal seria que os indicadores recebessem as mesmas notas para a gestão e para o PMGIRS, dessa forma, seria possível afirmar que o PMGIRS representaria a realidade da gestão; no entanto percebe-se que existe uma diferença entre as notas para o mesmo indicador, refletindo que não há convergência entre o

planejamento e as ações na prática. Considerando a avaliação feita nos PMGIRS, a quantidade de indicadores por dimensão e a Equação 9, foram calculados os valores de cada dimensão por município (Tabela 34), ressaltando que os valores variaram de acordo com a qualidade de elaboração dos PMGIRS.

Tabela 34: Valores médios das dimensões calculadas com base na avaliação dos PMGIRS.

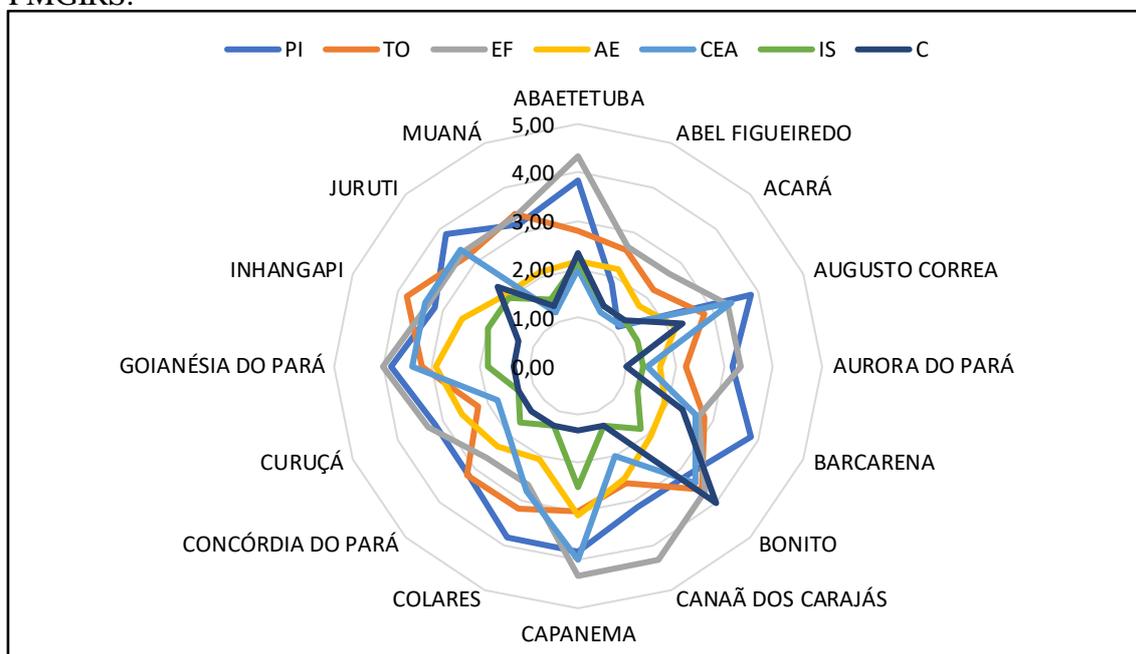
DIMENSÕES	CAPANEMA	ACARÁ	CONCÓRDIA DO PARÁ	ABAETETUBA	AUGUSTO CORREA
PI	3,83	1,17	3,17	3,83	3,83
TO	3,00	2,20	3,20	2,80	2,80
EF	4,33	2,67	2,67	4,33	3,33
AE	3,08	1,75	2,33	2,17	2,17
CEA	4,00	1,20	2,00	2,00	3,40
IS	2,50	1,33	1,67	2,17	1,33
C	1,33	1,33	1,33	2,33	2,33
DIMENSÕES	BONITO	COLARES	INHANGAPI	AURORA DO PARÁ	JURUTI
PI	3,17	3,83	3,17	3,17	3,83
TO	3,60	3,20	3,80	2,20	3,20
EF	3,67	2,67	3,33	3,33	3,33
AE	2,08	2,08	2,58	1,67	2,08
CEA	3,40	2,80	3,40	1,40	3,40
IS	1,83	1,33	2,00	1,33	2,00
C	4,00	1,33	1,33	1,00	2,33
DIMENSÕES	BARCARENA	CURUÇÁ	ABEL FIGUEIREDO	CANAÃ DOS CARAJÁS	GOIANÉSIA DO PARÁ
PI	3,83	3,17	1,83	3,17	3,83
TO	2,80	2,20	2,60	2,60	3,20
EF	2,67	3,33	2,67	4,33	4,00
AE	1,92	2,58	2,17	2,50	2,92
CEA	2,60	1,80	1,20	2,00	3,40
IS	1,33	1,33	1,33	1,33	1,83
C	2,33	1,33	1,33	1,33	1,33
DIMENSÕES	MUANÁ				
PI	3,17				
TO	3,40				
EF	3,33				
AE	2,08				
CEA	1,20				
IS	1,50				
C	1,33				

Fonte: Autora, 2022.

Após os cálculos apresentados na Tabela 35, foi possível elaborar o diagrama de radar para identificação das dimensões que necessitam de melhorias nos PMGIRS (Figura 40), ou seja, das dimensões com maior quantidade de indicadores com notas ruins

ou regulares de acordo com a Matriz D. Além disso, também se percebeu as dimensões com maior número de indicadores atendidos com notas boas, ótimas ou excelentes. Ressalta-se que as maiores áreas dos polígonos gerados indicam as dimensões com melhores condições, enquanto as menores áreas enfatizam as dimensões que precisam de ajustes para melhorar a qualidade de elaboração dos PMGIRS.

Figura 40: Diagrama de radar para identificação do comportamento das dimensões nos PMGIRS.



Fonte: Autora, 2022.

Na Figura 40, foi possível identificar que a dimensão Inclusão Social necessita de melhorias nos PMGIRS, principalmente com relação à elaboração de políticas públicas voltadas para o incentivo aos catadores de materiais recicláveis, afirmando o resultado obtido por Ramos (2013). Esse resultado foi semelhante ao encontrado no cálculo dos IQGRS, logo entende-se que ainda há muito a ser feito no contexto de melhorias nas qualidades de trabalhos desses indivíduos, uma vez que a PNRS traz essa obrigatoriedade; no entanto, os municípios ainda apresentam notórias dificuldades para garantir apoio aos catadores e seu remanejamento dos lixões para associações ou cooperativas. Tal fato não depende apenas de elaboração de políticas públicas, mas demanda elevados custos para garantir a estrutura necessária à dignidade desses trabalhadores.

Percebeu-se destaque na dimensão Econômica/Financeira quanto às notas fornecidas aos seus indicadores, bem próximo à dimensão Político/Institucional. Nesse sentido, a realidade apresentada nos PMGIRS indicou que os aspectos financeiros não se caracterizam como um obstáculo para a efetivação da gestão adequada dos RSU, diferente do que foi obtido no cálculo do IQGRS através dos gestores municipais que relataram dificuldades quanto ao repasse de verbas para investimentos nesse setor. Já a dimensão Político/Institucional apresentou destaque tanto nos PMGIRS quanto na gestão local, refletindo os esforços dos governos quanto ao cumprimento das melhores condições dos indicadores dessa dimensão.

Considerando que o somatório dos pesos é igual a 100, mantendo os pesos iguais e possuindo as informações da Tabela 34, foi possível calcular o valor do IQPMGIRS de cada município (Tabela 35), considerando a formulação matemática apresentada pela Equação 10:

Tabela 35: Valores de IQGRS e IQPMGIRS.

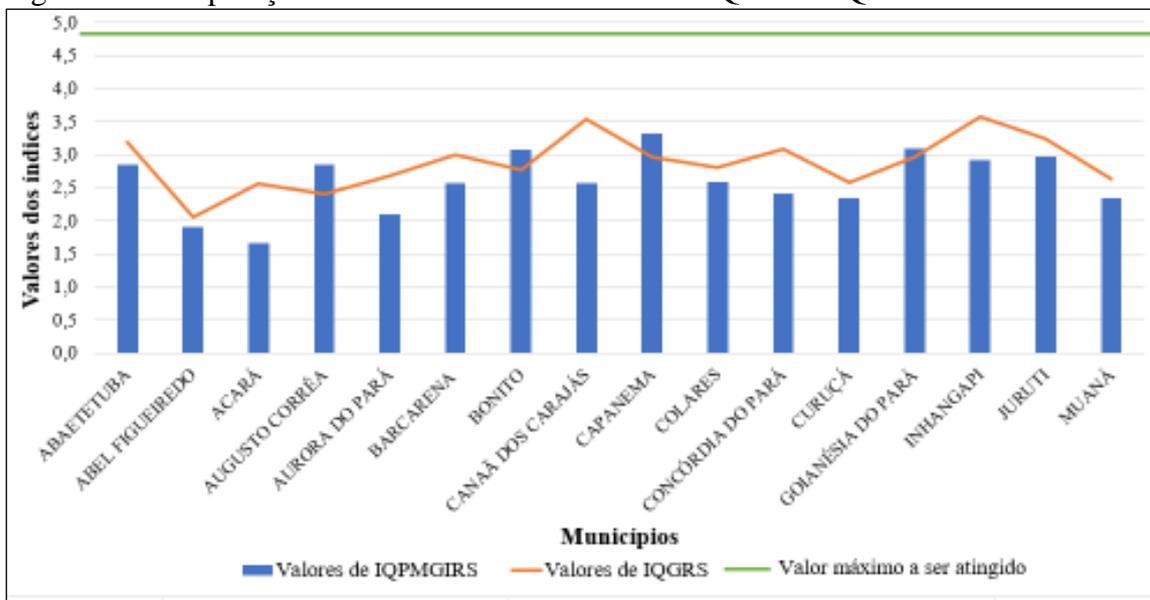
Municípios	Valores de IQGRS	Valores de IQPMGIRS	Ano de elaboração dos PMGIRS
Capanema	2,96	3,33	2012
Acará	2,56	1,67	2013
Concórdia do Pará	3,08	2,42	2015
Abaetetuba	3,18	2,84	2015
Augusto Correa	2,40	2,84	2013
Bonito	2,77	3,08	2012
Colares	2,80	2,59	2013
Inhangapi	3,57	2,93	2012
Aurora do Pará	2,68	2,10	2014
Jurutí	3,24	2,96	2013
Barcarena	3,00	2,56	2013
Curuçá	2,57	2,35	2015
Abel Figueiredo	2,06	1,90	2014
Canaã dos Carajás	3,53	2,57	2015
Goianésia do Pará	2,96	3,09	2015
Muaná	2,63	2,34	2015

Fonte: Autora, 2022.

As informações geradas na Tabela 35 foram compiladas em um único gráfico, sendo possível avaliar simultaneamente os percentuais de itens atendidos na Matriz D, tanto na prática da gestão a partir das respostas dos gestores, quanto nos PMGIRS a partir da avaliação realizada nesta pesquisa (Figura 41). Dessa forma, a visualização das

diferenças entre os índices propostos tornou-se mais perceptível, sendo capaz de apresentar os municípios com melhores qualidades na elaboração dos seus PMGIRS, bem como os municípios que realizam maiores investimentos para colocar em prática as atividades previstas no planejamento dos serviços ligados aos resíduos sólidos.

Figura 41: Comparação entre os valores calculados de IQGRS e IQPMGIRS.



Fonte: Autora, 2022.

O valor máximo dos índices a ser atingido se todos os itens da Matriz D de 40 indicadores fossem atendidos seria igual a 4,8. Em termos de IQGRS, verificou-se que o maior valor alcançado foi igual a 3,57 referente ao município de Inhangapi, havendo uma diferença entre a condição ideal e a condição real da gestão municipal igual a 26,62%; já com relação ao IQPMGIRS, o maior valor alcançado foi igual a 3,33 relacionado ao município de Capanema, com uma diferença entre a condição ideal e a condição real de qualidade do PMGIRS igual a 30,62%.

Esses resultados, traduzem o foco no interesse dos governos municipais nas ações relacionadas à aplicação na prática da gestão dos RSU, havendo uma preocupação menor em relação às diretrizes propostas nos PMGIRS, o que acarreta um problema em termos de continuidade das ações em casos de mudança de governo, uma vez que os PMGIRS deveriam ter a finalidade de representar as condições reais da gestão, bem como garantir progresso constante nesse setor.

Considerando a Matriz D gerada pela pesquisa, em termos de qualidade na elaboração dos PMGIRS, as áreas que ainda necessitam de maiores investimentos para

garantir melhorias quanto à presença das informações no corpo do seu texto, são: Acará e Abel Figueiredo, representados pelos índices mais baixos do gráfico, logo esses planos não representam as realidades das práticas de gestão municipal, sendo perceptível pela pelos valores dos IQPMGIRS serem inferiores aos valores calculados para o IQGRS.

Já as áreas com maiores destaques, são: Goianésia do Pará e Capanema, o que pode ser justificado pela preocupação das grandes madeireiras e mineradoras instaladas nessas áreas em realizar a gestão adequada dos resíduos sólidos gerados nos municípios em parceria com o poder público e com a população local, como medida mitigadora dos impactos provocados pelos processos de degradação ambiental.

Percebeu-se que algumas localidades apresentaram melhores condições na prática em relação à qualidade de elaboração dos seus planos, representadas pelos municípios com linhas alaranjadas acima das barras azuis; e o contrário também pôde ser percebido, indicando que certas atividades descritas nos planos não estavam sendo realizadas na prática.

A heterogeneidade no interesse de avanços da gestão de RSU pode estar relacionada a fatores como: limitação orçamentária do município, ausência de profissionais qualificados para elaborar e executar as atividades da gestão, dificuldades na aquisição de equipamentos necessários para estruturar o setor, baixa/ausência da participação da população no processo de gestão.

Ressalta-se a dificuldade para obter os PMGIRS nesta pesquisa, os quais deveriam ser disponibilizados pelas prefeituras, além disso, apenas 12,5% dos municípios paraenses elaboraram e concederam seus planos junto à SEDOP; os municípios que possuem planos e não foram considerados neste trabalho, não apresentaram seus documentos para a SEDOP e nem disponibilizaram nas páginas das secretarias de meio ambiente ou das prefeituras.

Os PMGIRS são ferramentas essenciais de tomada de decisão e ajudam a conhecer a peculiaridade dos municípios e suas limitações quanto ao alcance dos indicadores da Matriz proposta. No entanto, a mudança dos responsáveis pela gestão dos RSU ocasionada por eleições políticas se constitui como um sério problema para a continuação das propostas e atividades consolidadas na gestão anterior, em que as prioridades podem ser alteradas, dificultando ou adiando a implantação de ações necessárias para melhorias na qualidade ambiental e na saúde da população.

Os entraves mencionados dificultam o cumprimento dos itens previstos na PNRS e no Decreto, bem como dos indicadores presentes na Matriz D desta pesquisa,

pois não são consideradas as limitações municipais no momento de elaboração de políticas públicas federais, havendo divergências entre o que é exigido e o que as localidades são capazes de realizar. Logo, torna-se necessário que os poderes públicos municipais considerem a relevância de se elaborar seus planos, não apenas pelas exigências legais, mas para garantir início ou avanço em termos de melhorias na gestão dos RSU, garantindo qualidade de vida e equilíbrio ambiental através de governos mais responsáveis e interligados.

A análise de agrupamento também foi aplicada nesta etapa, a fim de espacializar os grupos com condições semelhantes em relação à qualidade dos PMGIRS. Para isso, foi feito o cálculo do CA (Tabela 36), com o objetivo de definir o melhor método a ser utilizado.

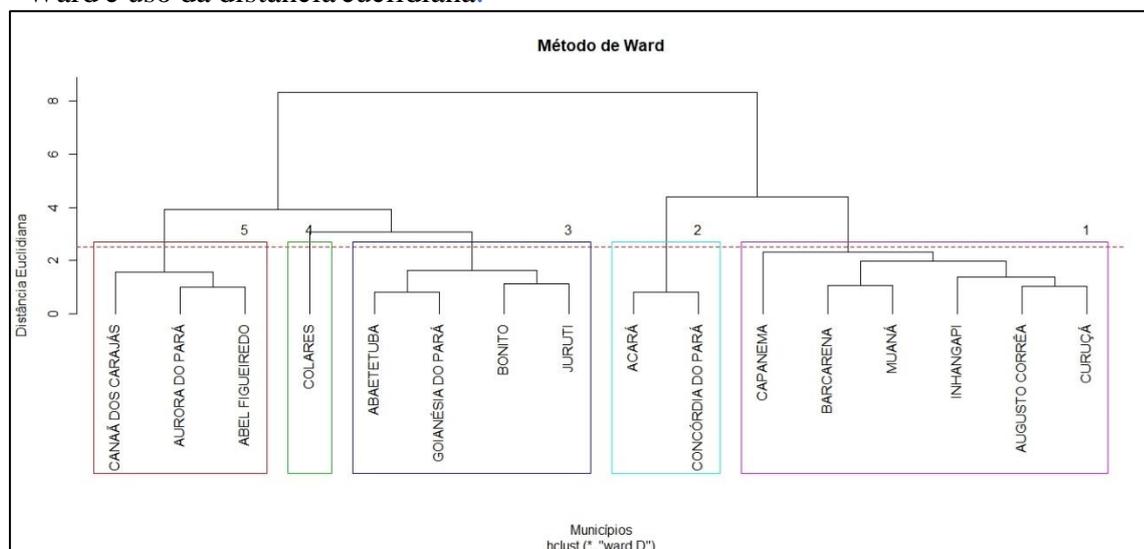
Tabela 36: Definição do método de agrupamento com base nos valores de CA.

Métodos de agrupamentos hierárquicos	Coefficiente Aglomerativo (CA)
Ligação simples	0,42
Ligação média	0,60
Ligação completa	0,73
Método de Ward	0,79

Fonte: Autora, 2022.

Considerando a aplicação do Método Hierárquico de Ward, foi elaborado o Dendograma (Figura 42), sendo o corte definido de forma subjetiva pelo pesquisador, através da melhor representação gráfica e para facilitar a visualização dos grupos e de seus elementos, caracterizados pelos municípios.

Figura 42: Dendograma com formação dos cinco agrupamentos gerados pelo Método de Ward e uso da distância euclidiana.

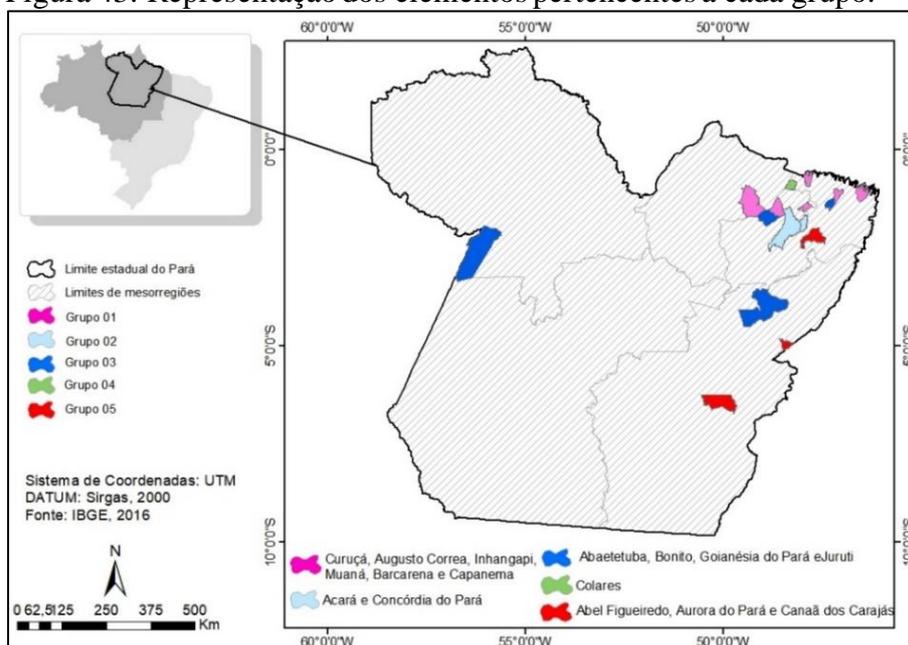


Fonte: Autora, 2022.

O Dendograma mostrou a formação de cinco grupos com corte no ponto 2,5, bem como seus elementos constituintes delimitados por linhas coloridas e enumerados na

sua área superior, sendo o grupo 1 formado por 6 municípios, o grupo 2 formado por 2 municípios, o grupo 3 formado por 4 municípios, o grupo 4 formado por 1 município e o grupo 5 formado por 3 municípios. Com base na formação de grupos foi possível espacializar os municípios inseridos nas mesorregiões pertencentes, de acordo com suas similaridades no processo de gestão (Figura 43).

Figura 43: Representação dos elementos pertencentes a cada grupo.



Fonte: Autora, 2022.

Após o agrupamento dos municípios foi possível formar grupos com maior similaridade e realizar uma discussão embasada na pesquisa de Crispim et al., (2022), através do cálculo do valor médio dos IQPMGIRS e das dimensões dos elementos pertencentes a cada grupo (Tabela 37).

Tabela 37: Valores de IQPMGIRS e dimensões médias por grupo.

Grupos	1	2	3	4	5
Número de municípios	6	2	4	1	3
IQPMGIRS médio	2,72	2,04	2,99	2,59	2,19
Dimensão PI	3,50	2,17	3,67	3,83	2,72
Dimensão TO	3,07	2,7	3,10	3,2	2,47
Dimensão EF	3,50	2,67	3,67	2,67	3,44
Dimensão AE	2,43	2,04	2,27	2,08	2,11
Dimensão CEA	2,87	1,6	2,85	2,8	1,53
Dimensão IS	1,78	1,5	1,79	1,33	1,33
Dimensão C	1,66	1,33	2,50	1,33	1,22
Número de dimensões com valores máximos por grupo	2	0	3	2	0

Fonte: Autora, 2022.

Na Tabela 37, foi possível identificar que o grupo 03 obteve melhor desempenho quanto à qualidade de elaboração dos Planos, com valor de IQPMGIRS

igual a 2,99; por outro lado, o grupo 02 apresentou o pior desempenho nesse sentido, com valor de IQPMGIRS igual a 2,04. Além disso, constatou-se que a qualidade de elaboração dos PMGIRS não segue uma tendência quanto à dinâmica regional, sendo perceptível na formação do grupo 03, por exemplo, o qual abrange 2 municípios do Nordeste Paraense, 1 município do Sudeste Paraense e 1 município do Baixo Amazonas.

Considerando o desempenho do IQPMGIRS, o grupo 02 necessita de maiores esforços para garantir melhorias nos seus PMGIRS no que tange à inserção de informações quantitativas e de representação das realidades municipais em todas as dimensões analisadas na pesquisa. Já o grupo 03, apresentou o melhor desempenho em relação ao IQPMGIRS, indicando maiores valores nas dimensões EF, IS e C; as outras dimensões do grupo 03 receberam as segundas maiores notas, justificando seu destaque em termos de maior qualidade na elaboração dos PMGIRS.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliando-se em geral os resultados encontrados, percebeu-se que os poderes públicos municipais pouco têm garantido esforços para os avanços na qualidade da gestão dos resíduos sólidos, perceptível pelos baixos investimentos feitos neste setor, pela baixa participação no apoio aos catadores de materiais recicláveis, pela atuação limitada dos órgãos em ações de educação ambiental, bem como pela delegação a empresas externas para elaboração dos PMGIRS sem considerar a dinâmica local e qualidade desses documentos, dificultando o processo de implementação de atividades nos municípios e refletindo exclusivamente informações teóricas.

Constatou-se que a dimensão Conhecimento/Educação ambiental foi considerada a mais importante dentre as dimensões estudadas, seguida da dimensão Político/Institucional. Isso se deve ao fato de que as melhorias na gestão dos resíduos ocorrem com a realização de ações ambientais junto aos atores envolvidos nesse processo, bem como pela existência de um setor organizado/competente e de leis municipais capazes de nortear as atividades que devem ser desenvolvidas.

Em contrapartida, as dimensões Inclusão social e Cultural foram caracterizadas com menor importância dentro da gestão. Isso não significa que elas não exerceram influência nesse processo, pelo contrário, entendeu-se que os indicadores de Inclusão social ainda são relativamente novos apesar de 12 anos de PNRS e que muitos esforços ainda precisam ser realizados, principalmente quanto ao remanejamento dos catadores das áreas de lixão para galpões de cooperativas ou associações, além dos incentivos dos poderes públicos através da elaboração de políticas municipais. Já os indicadores da dimensão Cultural serviram basicamente para apresentar as modificações nas variações de geração dos resíduos logo, percebeu-se que os especialistas consideraram a relevância dessas informações, no entanto, o foco maior foram as ações que deveriam ser executadas a partir desses dados.

No contexto da qualidade de elaboração dos PMGIRS, a dimensão com menor destaque também foi a Inclusão Social, convergindo para as problemáticas descritas no parágrafo anterior; já a dimensão com maior destaque foi a Econômica/Financeira, refletindo que o repasse de verbas municipais para investimentos na gestão não se caracteriza como um obstáculo, no entanto, as informações repassadas pelos gestores é divergente ao resultado encontrado após a avaliação dos PMGIRS. Logo, é

importante que esses documentos sejam elaborados para espelhar a realidade da gestão, mostrar as dificuldades e buscar alternativas para implementar as ações previstas.

Os índices calculados a partir das práticas da gestão dos resíduos sólidos e da avaliação dos PMGIRS, mostraram que alguns municípios têm grande foco na qualidade de elaboração dos seus PMGIRS, no entanto apresentam dificuldades em implementar as ações previstas; por outro lado, existem municípios que realizam mais atividades do que está previsto no PMGIRS, traduzindo as limitações de equipe técnica habilitada e de disponibilidade de recursos materiais e financeiros.

Além disso, a avaliação dos PMGIRS contribuiu para perceber que os municípios ainda confundem os termos de gestão e gerenciamento, os quais são bem definidos na PNRS, direcionando as responsabilidades pela elaboração dos planos de gestão e de gerenciamento. Como exemplo, tem-se Belém, a capital da área de estudo com maior PIB do Estado e que consta em consulta pública com a disponibilização de plano de gerenciamento de resíduos, no entanto, os municípios não são responsáveis pela elaboração deste documento, o que indica falha no conhecimento técnico e consequências negativas na implementação de ações no setor de resíduos.

A realização de pesquisas que envolvem indicadores e índices é considerada complexa, pois envolve opiniões de diversos especialistas capazes de contribuir em cada dimensão, refletindo na multidisciplinariedade. Além disso, a ferramenta de avaliação proposta também contou com o apoio dos especialistas para traduzir as realidades municipais como dados de entrada para o cálculo do IQGRS.

A ferramenta proposta nesta pesquisa trouxe respostas positivas quanto ao alcance do objetivo final, podendo ser utilizada pelos órgãos municipais como instrumento de auxílio no processo de tomada de decisão, bem como na realização de monitoramentos. Além disso, é uma ferramenta passível de adaptações dependendo das peculiaridades locais, tendo em vista a importância de investimentos neste setor para cumprimentos legais, melhorias na qualidade do meio ambiente e na qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004: Resíduos Sólidos - classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. 2017. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf>. Acesso em: 20 de ago. 2018.

AFONSO, M. H. F.; SOUZA, J. V. DE, ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo Proknow-C na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 47-62, 2012.

AGAMUTHU, P.; KHIDZIR, K.M.; FAUSIAH, S.H. Drivers of sustainable waste management in Asia. **Waste Management and Research**, n. 27, p. 625-633, 2009.

AGOSTINHO, F.; ALMEIDA, C. M.V.B.; BONILLA, S.H.; SACOMANO, J.B.; GIANNETTI, B.F. Urban solid waste plant treatment in Brazil: Is there a net emergy yield on the recovered materials? **Resources, Conservation and Recycling**, v. 73, p. 143–155, 2013.

AGOVINO, M.; FERRARA, M.; GAROFALO, A. An exploratory analysis on waste management in Italy: A focus on waste disposed in landfill. **Land Use Policy**, v. 57, p. 669–681, 2016.

ÁLVAREZ, M.R.; TORRADO-FONSECA, M. **El Mètode Delphi**. REIRE: revista d'innovació i recerca en educació, V.9, n. 1, p.87-102, 2016.

ALVES, R.C. **A (in)viabilidade de consórcios públicos intermunicipais para a gestão de resíduos sólidos no Amazonas**. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

ANDRADE, G. R. B.; VAITSMAN, J.; FARIAS, L. O. Metodologia de elaboração do índice de responsividade do serviço (IRS). **Cadernos de Saude Publica**, v. 26, n. 3, p. 523–534, 2010.

ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F.N.; TRINDADE, T.V.; HOPPEN, C. Resíduos Sólidos: origem, classificação e soluções para destinação final adequada. **Coleção Agrinho**, p. 531–552, 2014.

BAPTISTA, V. F. As políticas públicas de coleta seletiva no município do Rio de Janeiro: onde e como estão as cooperativas de catadores de materiais recicláveis? **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 1, p. 141-164, jan./fev. 2014.

BENETTI, L. B. **Avaliação do índice de desenvolvimento sustentável do município de Lages (SC) através do método do Painel de Sustentabilidade**. 2006. 215f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

BERTICELLI, R.; PANDOLFO, A.; KORF, E. P. Gestão Integrada De Resíduos Sólidos Urbanos: Perspectivas E Desafios. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 711, 2017.

BESEN, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. 274 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BESEN, G.R.; RIBEIRO, H.; GUNTHER, W.M.R.; JACOBI, P.R. Coleta seletiva na região metropolitana de São Paulo: impactos da política nacional de resíduos sólidos. **Ambiente & Sociedade**, v. XVII, n. 3, p. 259–278, 2014.

BOLONINI, T.M.; GODOY, A.M.; FIGUEIREDO, C.A.M.; MAURÍCIO, A.; PEREIRA, M.F. Utilização da progressão aritmética do coeficiente de correlação de pearson para previsão da descaracterização superficial de rochas ornamentais. **Revista Geociências**, v.38, n.3, 751-763, 2019.

BORTOLI, A. Y. H.; GARCIAS, C. M. O CONCEITO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v.13, n.1, p. 25–43, 2016.

BRAGATTO, R. D.; MARTINI, C.A.; STEFFANI, M.A.; ZOREL JÚNIOR, H.E.; BARRETO-RODRIGUES, M. Indicadores ambientais de sustentabilidade sistematizados pelo modelo pressão-estado-resposta (PER): análise de águas superficiais na microbacia hidrográfica Passo da Pedra, em Pato Branco – PR. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 87–103, 2012.

BRASIL. Lei Federal nº 9.605/98. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 20 de mar. 2018.

_____. Lei Federal nº 11.445/07. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 20 de mar. 2018.

_____. Lei Federal nº 12.305/10. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 20 de mar. 2018.

_____. Lei Federal nº 14.026/20. **Atualiza o marco legal do saneamento básico**. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>>. Acesso em: 01 de mar. 2022.

_____. Decreto Federal nº 10.936/2022. **Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.936-de-12-de-janeiro-de-2022-373573578#:~:text=Fica%20instituído%20o%20Programa%20Nacional,Nacional%20de%20Resíduos%20Sólidos%20e%20Planares>>. Acesso em: 15 de fev. 2022.

_____. Projeto de Lei nº 2.289/2015. **Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305.** Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1417642&filename=SBT+2+CMADS+%3D%3E+PL+2289/2015>. Acesso em: 21 de set. 2019.

CAMPOS, R.F.F; BORGA, T. Levantamento da geração anual dos resíduos sólidos recicláveis do município de Caçador-SC. **Revista Monografias Ambientais**, v.15, n.1, p. 209-219, 2016.

CARVALHO, R.V.C. **Previsão tecnológica a médio/longo prazos sobre a evolução das propriedades e de mercado dos polímeros de engenharia.** 253 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2011.

CARVALHO, J. R. M. DE et al. Análise Da Sustentabilidade Hidroambiental De Municípios Da Região Da Sub-Bacia Do Alto Piranhas, Pb. **Holos**, v. 6, p. 13, 2015.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. 2012. Disponível em: <www.cempre.org.br>. Acesso em: 21 de abr. 2018.

_____. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** 2018. Coordenação geral André Vilhena. – 4º. ed. – São Paulo. 2018. 316 p.

CEZAR, L.C; BARBOSA, T.R.C.G; REIS, M.C.T. Panorama acadêmico sobre resíduos sólidos: análise da produção científica a partir do marco legal do setor. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 5, n. 2, p. 14–33, 2015.

CHAVES, G. DE L. D.; SIMAN, R. R.; SENA, L. G. Assessment tool for integrated solid waste management municipal plans: Part 1. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 1, p. 167–179, 1 jan. 2020.

CHINO, M. **Statistical Handbook of Japan.** (2017). Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications, Japan. 212 p.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum.** 2a ed. Tradução de *Our common future*. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COELHO, H.M.G. **Modelo para avaliação e apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos de indústrias.** 2011. 280 p. Tese (Doutorado no Programa Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.

CONCEPCIÓN, O.M.; RODRÍGUEZ, R.L.G.; JIMÉNEZ, M.M.; DÍAZ, L.G.; PÉREZ, C.C.P. Métodos de estandarización de variables cuantitativas en colecciones de germoplasma vegetal. **Rev. Agricultura Tropical**, v. 1, n. 2, p. 67–73, 2015.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. DO. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, n. 1, p. 199–212, 2018.

Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 2021. Índice da Gestão de Resíduos-IGR. Disponível em: < <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cpla/residuos-solidos4/indice-de-gestao-de-residuos-igr/>>. Acesso em: 23 de fev. 2021.

CORREIA, M. L. A.; DIAS, E. R. Desenvolvimento Sustentável, Crescimento Econômico E O Princípio Da Solidariedade Intergeracional Na Perspectiva Da Justiça Ambiental. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, n. 8, p. 63, 2016.

COSTA, A. M.; PUGLIESI, É. Analysis of guides for development of municipal plans for integrated solid waste management. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 509–516, 2018.

CRISPIM, S.C.A. **Modelo de Regressão Linear e suas Aplicações**. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário). Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2015.

CRISPIM, D.L.; FERNANDES, L.L.; ALBUQUERQUE, R.L.O. Aplicação de técnica estatística multivariada em indicadores de sustentabilidade nos municípios do Marajó-PA. **Revista Principia**, n. 46, p. 145-154, 2019.

CRISPIM, D.L.; FERNANDES, L.L.; FILHO, D.L.L.; LIRA, B.R.P. Comparação de métodos de agrupamentos hierárquicos aglomerativos em indicadores de sustentabilidade em municípios do estado do Pará. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. 1-21, 2020.

CRISPIM, D.L.; PROGÊNIO, M.F.; FERNANDES, L.L. Proposal for a Tool for Assessing Access to Water in Rural Communities: a Case Study in the Brazilian Semi-arid. **Environmental Management**, 2022.

CUNHA, L. H.; COELHO, M.C.N. **Política e Gestão Ambiental**. In: CUNHA, S. B. da. GUERRA, A. J. T. A Questão Ambiental: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

DA SILVA, S.S.F.; SANTOS, J.G.; CÂNDIDO, G.A. Indicador de Sustentabilidade Pressão –Estado – Impacto – Resposta no Diagnóstico do Cenário Sócio Ambiental resultante dos Resíduos Sólidos Urbanos em Cuité, PB. **Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 2, n. 3, p. 76–93, 2012.

DE OLIVEIRA, M. M.; MEDEIROS, M.H.A.S.; DA SILVA, R.L.; LUCAS, G.A.P. Desenvolvimento sustentável nas organizações como oportunidade de novos negócios. **Revista Valore**, v. 1, n. 1, p. 42–66, 2016.

DE BEM, J.S.; GIACOMINI, N.M.R.; WAISMANN, M. Utilização da técnica da análise de clusters ao emprego da indústria criativa entre 2000 e 2010: estudo da Região do Consinos, RS. **INTERAÇÕES**, v.16, n.1, p. 27–41, 2015.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R. Resíduos sólidos no Brasil: Contexto, lacunas e tendências. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 685–698, 2015.

DEUS, R. M.; BEZERRA, B. S.; BATTISTELLE, R. A. G. Solid waste indicators and their implications for management practice. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 1129–1144, 2018.

DOURADO, C.S., OLIVEIRA, S.R.M., DE AVILA, A.M.H. D. Análise de zonas homogêneas em séries temporais de precipitação no Estado da Bahia. **Bragantina**, vol.72, n.2, p.192-198, 2013.

DIAS, S.M.F. **Avaliação de programas de educação ambiental voltados para o gerenciamento os resíduos sólidos urbanos**. 326p. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

DONNELLY, A. et al. Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 27, n. 2, p. 161–175, 2007.

DORMANN, C.F.; ELITH, J.; BACHER, S.; BUCHMANN, C.; CARL, G.; CARRÉ, G.; MARQUÉZ, J.R.G.; GRUBER, B.; LAFOURCADE, B.; LEITÃO, P.J.; MÜNKEMÜLLER, T.; MCCLEAN, T.; OSBORNE, P.E.; REINEKING, B.; SCHRÖDER, B.; SKIDMORE, A.K.; ZURELL, D.; LAUTENBACH, S. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. **Ecography**, v.36, 2013.

DOS REIS, P. T. B.; MATTOS, U. A. D. O.; DA SILVA, E. R. Gestão municipal de resíduos sólidos urbanos à luz da Política Nacional de Resíduos: estudo de caso no município de Japeri, RJ, Brasil. **Sistemas & Gestão**, v. 13, n. 3, p. 321, 2016.

EEA – European Environmental Agency. **EEA core set of indicators: Guide**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2005. 38p. (EEA Technical Report nº 1/2005).

_____. **Municipal waste management across European countries**. 2017. Disponível em: < <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/municipal-waste>>. Acesso em: 20 de mar. 2018.

EMOJ. Environment Ministry of Japan. **History and current state of waste management in Japan**. 2006. Disponível em: < <https://www.env.go.jp/en/recycle/smcs/attach/hcswm.pdf>>. Acesso em: 12 de mar. 2018.

ENSSLIN, L; ENSSLIN, S.R; LACERDA, R.T.O; TASCA, J.E. **ProKnow-C: Processo de análise sistêmica**. Brasil: Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI, 2010.

ESPINOZA, P.; ARCE, E.; DAZA, D.; FAURE, M.; TERRAZA, H. **Regional Evaluation of Municipal Solid Waste Management in Latin America and the Caribbean: 2010 Report**. PAHO: Washington, DC, USA; AIDIS: São Paulo, Brasil; IDB: Washington, DC, USA, 2010.

EPRS. European Parliamentary Research Service. **Towards a circular economy – Waste management in the EU**. 2017. Disponível em: < http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/581913/EPRS_STU%282017%29581913_EN.pdf>. Acesso em: 18 de mar. 2018.

EU. European Union. **Estados Membros da União Europeia**. 2016. Disponível em: <https://europa.eu/european-union/sites/europaeu/files/european_union_pt.pdf>. Acesso em: 18 de mar. 2018.

EUROSTAT. EUROPEAN STATISTICS. Waste management indicators. Disponível em:

<https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Waste_management_indicators>. Acesso em: 18 de mar. 2018.

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P.; DA SILVA, F.L.; CHAN, B.L. **Análise de Dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FECHINE, R.; MORAES, L. R. S. Indicadores De Sustentabilidade Como Instrumentos Para Avaliação De Programas De Coleta Seletiva De Resíduos Sólidos Urbanos E Sua Aplicação Na Cidade De Salvador-Ba. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 2, n. 1, p. 87, 2014.

FECHINE, R.; MORAES, L.R.S. Matriz de indicadores de sustentabilidade de coleta seletiva com utilização do método delphi. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v.10, n.1, p. 22-35, 2015.

FEI, F.; QU, L.; WEN, Z.; XUE, Y.; ZHANG, H. How to integrate the informal recycling system into municipal solid waste management in developing countries: Based on a China's case in Suzhou urban area. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 110, p. 74–86, 2016.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 15, n. 3, p. 667–681, 2017.

FERNANDES, A.C. **Análise de conglomerados: comparação de técnicas e uma aplicação a dados de fluxo migratório em Portugal**. 117 p. Dissertação (Mestrado em Matemática e Aplicações). Universidade de Aveiro, Aveiro, 2017.

FERREIRA, R.R.M.; PAIM, F.A.P.; RODRIGUES, V.G.S.; CASTRO, G.S.A. **Análise de cluster não supervisionado em R: agrupamento hierárquico** - Campinas: Embrapa Territorial, 2020. 43 p.: il.; (Documentos / Embrapa Territorial, ISSN 0103-7811; 133)

FILHO, D.B.F.; JÚNIOR, J.A.S. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)*. **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, 2009.

GIOVINAZZO, R.A. Modelo de Aplicação da Metodologia Delphi pela Internet – vantagens e ressalvas. **Administração OnLine; prática, pesquisa, ensino**, v. 2, n. 2, 2001.

GOMES, P. R; MALHEIROS, T. F. Proposta de análise de indicadores ambientais para apoio na discussão da sustentabilidade. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 8, n. 2, p. 151-169, 2012.

GONÇALVES, M.F.; BLANCO, C.J.C.; DOS SANTOS, V.C.; OLIVEIRA, L,L,S.; PESSOA, F.C.L. Identification of Rainfall Homogenous Regions taking into account El Niño and La Niña and Rainfall Decrease in the state of Pará, Brazilian Amazon. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 2, p. 209-216, 2016.

GONÇALVES, P. V. DOS S.; BELTRÃO, N.E.S.; TAVARES, P.A.; FERREIRA FILHO, H.R. Logística reversa de pneus inservíveis: diagnóstico situacional com aplicação de matriz de indicadores de sustentabilidade nos municípios de Belém e Ananindeua, Pará. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 165–181, 2019.

GOUVEIA, N. Solid urban waste: Socio-environmental impacts and prospects for sustainable management with social inclusion. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1503–1510, 2012.

GRAU, J.; TERRAZA, H.; VELOSA, R.; MILENA, D.; RIHM, A.; STURZENEGGER, G. **Solid Waste Management in Latin America and the Caribbean**. Inter-American Development Bank: Washington, DC, USA, 2015.

GRISHAM, T. The Delphi technique: a method for testing complex and multifaceted topics. **International Journal of Managing Projects in Business**, v.2, n.1, p. 112-130, 2009.

HAIR, J.J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.I.; BLACK, W.C. **Análise Multivariada de Dados**. 5^o ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAMMOND, A., ADRIAANSE, A., RODENBURG, E., BRYANT, D.; R. WOODWARD. Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy performance in the Context of Sustainable Development. **World Resources Institute**. 58 p., 1995.

HETTIARACHCHI, H.; RYU, S.; CAUCCI, A.; SILVA, R. Municipal Solid Waste Management in Latin America and the Caribbean: Issues and Potential Solutions from the Governance Perspective. **Recycling**, v. 3, n. 2, p. 19, 2018.

HOTTA, Y.; AOKI-SUZUKI, C. Waste reduction and recycling initiatives in Japanese cities: Lessons from Yokohama and Kamakura. **Waste Management and Research**, v. 32, n. 9, p. 857–866, 2014.

HOORNWEG, D; BHADA-TATA, P. **What a waste: a global review of solid waste management**. 2012. Disponível em: <[https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388#targetText=Solid%20waste%20management%20\(SWM\)%20includes,MSWM\)%20are%20of%20immediate%20importance](https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388#targetText=Solid%20waste%20management%20(SWM)%20includes,MSWM)%20are%20of%20immediate%20importance)>. Acesso em: 10 de mar. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. **Perfil dos municípios brasileiros**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/496bb4fbf305cca806aaa167aa4f6dc8.pdf>. Acesso em: 15 de set. 2018.

_____. 2010. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html>>. Acesso em: 25 de mar. 2019.

_____. 2017. **Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas imediatas e Regiões Geográficas intermediárias**. Disponível em: <<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fbiblioteca.ibge.gov.br%2Fvisualizacao%2Flivros%2Fliv100600.pdf&clen=27266210&chunk=true>>. Acesso em 21 dez. 2021.

IEEP. Institute for European Environmental Policy. **Overview of EU policy: Waste**. 2014. Disponível em: <<https://ieep.eu/understanding-the-eu/manual-of-european-environmental-policy>>. Acesso em: 22 de mar. 2018.

IKHLAYEL, M. Indicators for establishing and assessing waste management systems in developing countries: A holistic approach to sustainability and business opportunities. **Business Strategy & Development**, v. 1, n. 1, p. 31–42, 2018.

IOOSS, B. Revue sur l'analyse de sensibilité globale de modèles numériques. **Journal de la Société Française de Statistique**, v.152, p.1–23, 2011.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2012. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília: IPEA. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em: 17 de set. 2018.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avancados**, v. 25, n. 71, p. 135–158, 2011.

JICA. **Japan International Cooperation Agency. Strategy Paper on Solid Waste Management**. 2014. Disponível em: <https://www.jica.go.jp/english/publications/jica_archive/brochures/pdf/solidwaste.pdf>. Acesso em: 25 de mar. 2019.

JUCÁ, J.F.; MARIANO, M.; DE LIMA, J.D.; FIRMO, A.L. **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268811770_Analise_das_Diversas_Tecnologias_de_Tratamento_e_Disposicao_Final_de_Residuos_Solidos_Urbanos_no_Brasil_Europa_Estados_Unidos_e_Japao>. Acesso em: 20 de mar. 2018.

JUWANA, I.; MUTTIL, N.; PERERA, B.J.C. Application of west Java water sustainability index to three water catchments in west Java, Indonesia. **Ecol Indic**, v.70, p. 401–408, 2016.

KEMERICH, P.D.C.; RITTER, L.G.; BORBA, W.F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n.5, p. 3723–3736, 2014.

KLEIN, F. B.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; JAYO, M. Gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: uma análise sobre o uso de TIC no acesso à informação governamental. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, n. 1, p. 140–153, 2018.

KNEIPP, J. M. et al. Gerenciamento de resíduos sólidos: uma análise das publicações no período de 2000 a 2012. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 5, n. 1, p. 250–264, 2014.

KRONEMBERGER, D. M. P; CLEVELARIO JUNIOR, J; DO NASCIMENTO, J. A. S; COLLARES, J. E. R; DA SILVA, L. C. D. Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Uma Análise a partir da Aplicação do Barômetro da Sustentabilidade. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 25-50, jun. 2008.

LARA, F.A.; SANDOVAL, C.A.E. Multivariate delineation of rainfall homogeneous regions for estimating quantiles of maximum daily rainfall: A case study of northwestern Mexico. **Atmosfera**, v.27, n.1, p.47 – 60, 2014.

LEONETI, A. B.; DO PRADO, E. L.; DE OLIVEIRA, S.V.W.B. Saneamento básico no Brasil: Considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administracao Publica**, v. 45, n. 2, p. 331–348, 2011.

LIMA, V. M.; DA COSTA, S. M. F.; RIBEIRO, H. Uma contribuição da metodologia peir para o estudo de uma pequena cidade na Amazônia: Ponta de Pedras, Pará. **Saude e Sociedade**, v. 26, n. 4, p. 1071–1086, 2017.

LIU, X.; CHEN, J.; LIU, H.; LIU, T. Evaluating the sustainability of marine industrial parks based on the DPSIR framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 188, p. 150-170, 2018.

LOUIS, G. E. A historical context of municipal solid waste management in the United States. **Waste Management and Research**, v. 22, n. 4, p. 306–322, 2004.

LOVERIDGE, Denis. **Experts and Foresight: review and experience**. Manchester: University of Manchester, 2002. (Discussion Paper Series).

MACEDO H.C.; TORRES, M.F.A. Utilização do modelo pressão-estado-resposta na avaliação de indicadores ambientais do município de Brejo da Madre de Deus - PE . **Revista de Geografia**, v. 35, n. 5, p. 224–246, 2018.

MACHADO, D. O.; OLIVEIRA, S. DE. A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Responsabilidade dos Municípios. **Iusgentium**, v. 10, n. 5, p. 19, 2010.

MAGNI, A.A.C. **Cooperativas de catadores de resíduos sólidos urbanos: perspectivas e sustentabilidade**. 118 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. D. P.; VALLE, T. F. Implementação da política nacional de resíduos sólidos. **Revista de Administracao Publica**, v. 52, n. 1, p. 24–51, 2018.

MALEKMOHAMMADI, B.; JAHANISHAKIB, F. Vulnerability assessment of wetland landscape ecosystem services using driver-pressure-state-impact-response (DPSIR) model. **Ecological Indicators**, v. 82, n. March 2016, p. 293–303, 2017.

MANNARINO, C. F.; FERREIRA, J. A.; GANDOLLA, M. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Européia. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 379–385, 2015.

MANSOURI, A.; KACHA, L. **Waste Management system in Japan**. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321214329_Waste_Management_System_in_Japan>. Acesso em: 19 de mar. 2018.

MAROTTI, A. C. B.; SANT'ANA, F.P.G.; PUGLIESI, E. Questões contemporâneas na gestão pública de Resíduos Sólidos: análise dos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos a partir de seus objetivos e instrumentos. **Revista de Políticas Públicas**, v. 21, n. 1, p. 339, 2017.

MARIOTTONI, C. A.; CANADA, C.B.S. Aplicação do método Delphi na prática de serviços ambientais em mananciais. **Revista DAE**, v. 66, n. 209, p. 123–133, 2018.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. DE. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. **Pro-Posições**, v. 29, n. 2, p. 389–415, 2018.

MEDEIROS, J. E. S. F; DA PAZ, A. R.; DE MORAIS JÚNIOR, J. A. Análise da evolução e estimativa futura da massa coletada de resíduos sólidos domiciliares no município de João Pessoa e relação com outros indicadores de consumo. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 119–130, 2015.

MENDÉZ, A.P.; RAMOS RIDAO, Á.; ZAMORANO TORO, M. Environmental diagnosis and planning actions for municipal waste landfills in municipal landfills in Estado Lara (Venezuela). *Renew. Sustain. Energy Rev.* V.12, 752–771, 2006.

MERCEDES, R.A.; MERCEDES, T.A. **Revista d'innovació i recerca en educació**, v. 9, n. 1, p. 87-102, 2016.

MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. 2002. 207 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

MORAES, D.E.; CARVALHO, M.A.; CANÔAS, S. S. Indicadores Sintéticos de Qualidade de Vida e o conceito de natureza/Ambiente. *Caminhos de Geografia*, v.17, n.58, p. 123–135, 2016.

MOREIRA, R. DA S.; BARROS, J.D.S.; DA SILVA, J.L.A.; DE ARAÚJO, J.T.; PORDEUS, A.V. Sustentabilidade Socioambiental no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: Estudo de caso com aplicação do modelo Pressão-Estado-Impacto- Resposta. **Espacios**, v. 38, n. 58, 2017.

MUNARETTO, L. F.; CORRÊA, H.L.; DA CUNHA, J.A.C. Um estudo sobre as características do método Delphi e de grupo focal, como técnicas na obtenção de dados em pesquisas exploratórias. Aplicação do método Delphi na prática de serviços ambientais em mananciais. **Rev. Adm. UFSM**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 09-24, JAN./MAR. 2013

MURTHA, N. A.; CASTRO, J. E.; HELLER, L. Uma Perspectiva Histórica Das Primeiras Políticas Públicas De Saneamento E De Recursos Hídricos No Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 18, n. 3, p. 193–210, 2015.

NEVES, R.R.; MOREIRA, A.C.N.; NASCIMENTO, D.L.G.; BRAGA, R.M.Q.L.; FERNANDES, L.L. Entraves na implementação da gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **REVISTA AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**, v. 14, n.2, p. 817–828, 2021.

NERI, A. C.; DUPIN, P.; SÁNCHEZ, L. E. A pressure-state-response approach to cumulative impact assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 126, p. 288–298, 2016.

ZHENG, H.; KOU, K. P.; GE, Y. Environmental risk assessment of the municipal solid waste in a city-state: A case study of Macao. **Human and Ecological Risk Assessment**, v. 23, n. 7, p. 1796–1818, 2017.

KAZUVA, E.; ZHANG, J.; TONG, Z.; SI, A.; NA, L. The DPSIR model for environmental risk assessment of municipal solid waste in Dar es Salaam city, Tanzania. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 8, 2018.

OCDE. Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Indicators to measure decoupling of environmental pressures from economic growth**. OECD Publications, Paris. 2002. Disponível em: <[http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=sg/sd\(2002\)1/final](http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=sg/sd(2002)1/final)>. Acesso em: 28 de ago. 2018.

_____. **Annual Report**. OECD Publications, Paris. 2008. Disponível em: <<https://www.oecd.org/newsroom/40556222.pdf>>. Acesso em: 02 de set. 2018.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>>. Acesso em: 23 de mar. 2018.

OSBORNE, COLLINS, S., RATCLIFFE, M., MILLAR, R., E DUSCHL, R. What “Ideas-about-Science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of Research in science teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

PATTNAIK, S.; REDDY, M. V. Assessment of municipal solid waste management in puducherry (pondicherry). **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, p.512-520, 2010.

PEREIRA, S. S.; CURI, R.C. Modelos de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos: a importância dos catadores de materiais recicláveis no processo de gestão ambiental. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**, p. 149–172, 2013.

PEREIRA, S. S.; CURI, R.C.; CURI, W.F. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos : uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 471–483, 2018.

PHILLIPS, W.; THORNE, E. **Municipal solid waste management in the Caribbean**. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5053>>. Acesso em: 15 de set. 2019.

PINHO, P. M. **Avaliação dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos na Amazônia Brasileira**. 2011. 315 p. Tese (Doutorado no Programa de Ciências Ambientais) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

POLAZ, C. N. M.; TEIXEIRA, B. A. DO N. Indicators of sustainability for municipal solid waste management: Case study of the city of São Carlos (SP). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 411–420, 2009.

POWELL, C. The Delphi technique: myths and realities. **Journal of Advanced Nursing**, v.41, n.4, 376-382, 2003.

PUNZO, V.; CIUFFO, B.; MONTANINO, M. **Sensitivity Analysis**. 2014.

PUPPHACHAI, U.; ZUIDEMA, C. Sustainability indicators: a tool to generate learning and adaptation in sustainable urban development. **Ecological Indicators**, v. 72, p. 784-793, 2017.

RAMOS, R. R. Gestão de resíduos sólidos urbanos: indicadores de sustentabilidade aplicados a programas de gestão e associações de catadores de materiais recicláveis. **Geografia (Londrina)**, v. 22, n. 3, p. 27–45, 2013.

RAMOS, F.; SANCHEZ, S.S.; ORTIZ-HERNANDEZ, L.; URZUA, E. Quantitative-qualitative assessments of environmental causal networks to support the DPSIR framework in the decision-making process. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 69, p. 42-60, 2018.

REIS, M.L.C.; MOTA, D.F. **Legislação ambiental pertinente ao licenciamento ambiental e políticas públicas; procedimentos e competências no licenciamento ambiental**. In: EL-DEIR, S.G. (Org). Resíduos Sólidos: Perspectivas e desafios para a gestão integrada. 1º ed. Recife: EDUFRPE, 2014. 393p.

RENDÓN, E.; ABUNDEZ, I.; Arizmendi, A.; Quiroz., E.M. Internal versus external cluster validation indexes. **International Journal of computers and communications**, v. 5, n. 1, p. 27-34, 2011.

RESENDE, L.H.S. **Análise da gestão de resíduos sólidos de construção civil de belo horizonte (MG) a partir da percepção dos atores envolvidos**. 110 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2016.

RIVERA-BORROTO, O.M.; RABASSA-GUTIÉRREZ, M.; GRAU-ÁBALO, R.C.; MARRERO-PONCE, Y.; GARCÍA-DE LA VEJA, J.M. Dunn's index for cluster tendency assessment of pharmacological data sets. **Can. J. Physiol. Pharmacol**, V.90, P.425-433, 2012.

RODRIGUES, D.L. **Estudo da situação hídrica da população rural do município de Pombal - PB**. 103 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). Universidade de Beira Interior, Covilhã, 2012.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: Uma perspectiva econômicoecológica. **Estudos Avancados**, v. 26, n. 74, p. 65–92, 2012.

ROZADOS, H. F. O uso da técnica Delphi como alternativa metodológica para a área da Ciência da Informação. **Em Questão**, v. 21, n. 3, p. 64, 2015.

ROTH, K.L.; CASAS, A.; HUESCA, M.; USTIN, S.L.; ALSINA, M.M.; MATHEWS, S.A.; WHITING, M.L. Leaf spectral clusters as potential optical leaf functional types within California ecosystems. **Remote Sensing of Environment**, v. 184, n. 2016, p. 229–246, 2016.

SANJEEVI, V.; SHAHABUDEEN, P. Development of performance indicators for municipal solid waste management (PIMS): A review. **Waste Management and Research**, v. 33, n. 12, p. 1052–1065, 2015.

SANTANA, R. N. N.; SOUSA, S. D. M. P. S. Saneamento ambiental no Brasil: legado histórico e desafio para a Política Social. **Argumentum**, v. 8, n. 1, p. 158, 2016.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 203–212, 2012.

SANTOS, A.; VIDOTTO, L.S.; GIUBLIN, C.R. A utilização do método Delphi em pesquisas na área da gestão da construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 51-59, abr./jun, 2005.

SANTOS, A.S.; DIAS, S.M.F.; VAZ, L.M.S. Avaliação da sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso envolvendo segmentos sociais do município de feira de Santana, Bahia. **R. gest. sust. ambient**, v. 5, n. 1, p. 119-141, 2016.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 01–22, 2014.

SCHUMANN, L. A.; MOURA, L. B. A. Índices sintéticos de vulnerabilidade: Uma revisão integrativa de literatura. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 20, n. 7, p. 2105–2120, 2015.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico**. 2016. Editora Cortez – 24^o. ed. – São Paulo. 2016. 280 p.

SILVA, M. G.; CÂNDIDO, G. A.; MARTINS, M. F. Método De Construção Do Índice De Desenvolvimento Local Sustentável: Uma Proposta Metodológica E Aplicada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 11, n. 1, p. 55–72, 2009.

SILVA, F. E. C. E. Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Jundiá – SP. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 22, p. 38–49, 2011.

SILVA, M. G.; CÂNDIDO, G. A. A análise de indicadores de sustentabilidade na problemática de resíduos sólidos em Campina Grande - PB. **REUNA**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 91–110, 2012.

SILVA, J.S. Gestão de resíduos sólidos e sua importância para a sustentabilidade urbana no Brasil: uma análise regionalizada baseada em dados do SNIS. **Boletim regional, urbano e ambiental**, p. 61–70, 2015.

SILVA, L. R. DE M.; MATOS, E. T. A.; FISCILETTI, R. M. D. S. Solid residual yesterday and today: historical evolution of solid residuals in Brazilian environmental legislation [Resíduo Sólido Ontem e Hoje: Evolução Histórica Dos Resíduos Sólidos Na Legislação Ambiental Brasileira]. **AREL FAAR, Ariquemes**, v. 5, n. 2, p. 126–142, 2017.

SILVA, J. F. B.A.; REBOUÇAS, S.M.D.P.; DE ABREU, M.C.S.; RIBEIRO, M.C.R. Construção de um índice de desenvolvimento sustentável e análise espacial das desigualdades nos municípios cearenses. **Revista de Administracao Publica**, v. 52, n. 1, p. 149–168, 2018.

SINGH, G. K.; GUPTA, K.; CHAUDHARY, S. Solid Waste Management: Its Sources, Collection, Transportation and Recycling. **International Journal of Environmental Science and Development**, v. 5, n. 4, p. 347–351, 2014.

SOLIGO, V. Indicadores: conceito e complexidade do mensurar em estudos de fenômenos sociais. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 23, n. 52, p. 12, 2012.

SOUZA, J.L.; SILVA, I.R. Utilização do modelo pressão-estado-resposta na avaliação da qualidade das praias da ilha de Itaparica, Bahia. **Cadernos de Geociências**, v. 11, n. 1-2, 2014.

SOUZA, A.C.; BROLEZE, F.M. S.; Práticas e Percepções quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos industriais no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 386–404, 2019.

SUKUZI, J.A.N.; GOMES, J. Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em Aterros Regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 14. n.2, abr/jun, p. 155-158, 2009.

TADS. **Temas e agendas para o desenvolvimento sustentável**. – Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2012. 263 p.

TASCA, J. E.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; ALVES, M. B. M. An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. **Journal of European Industrial Training**, v.34, n.7, 631-655. 2010.

THOMAS, J.C.R.; SANTOS, M.; COFRE, M.M. **New Version of Davies-Bouldin Index for Clustering Validation Based on HyperRectangles**. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fwww.jcc2014.ucm.cl%2Fjornadas%2FWORKSHOP%2FCCPR%25202014%2FCCPR-10.pdf&cflen=588325&chunk=true>. Acesso em: 18 de jan.2021.

TONJES, D. J.; GREENE, K. L. A review of national municipal solid waste generation assessments in the USA. **Waste Management and Research**, v. 30, n. 8, p. 758–771, 2012.

TREASURE, A. S. O. “**Comparison of Municipal Solid Waste Characterization and Generation rates in Selected Territories and Their Implications**”. 2011. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cwwa/muni.pdf>. Acesso em: 15 de set. 2019.

TSOI, J.C.H.; CHOW, G.T.H.; LEUNG, A.T.S.; LAW, T,W,C. **Waste treatment in Tokyo and Hong Kong**. Japan-East Asia Network of Exchange for Students and Youths Program 2009.

TUROFF, M., LINSTONE H. A., **The Delphi Method – Techniques and Applications**, 2002, Portland State University.

UNEP - United Nations Environment Programme. **Solid Waste Management**. 2005. Disponível em: < https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/E-Learning/Moocs/Solid_Waste/W2/Solid_waste_management_UNEP_2005.pdf>. Acesso em: 13 de mar. 2018.

_____. **Global Waste Management Outlook**. 2015. Disponível em: < <https://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/unep23092015.pdf>>. Acesso em: 10 de mar. 2018.

US EIA. US Energy Information Administration. **Energy from municipal solid waste**. 2018. Disponível em: < <https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/waste-to-energy.php>>. Acesso em: 20 de mar. 2018

US EPA. United States Environmental Protection Agency. **Advancing Sustainable materials management: 2015 fact sheet**. 2018. Disponível em: < https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-07/documents/2015_smm_msw_factsheet_07242018_fnl_508_002.pdf>. Acesso em: 15 de mar. 2018.

VILELA, L. O. Aplicação Do Proknow-C Para Seleção de Um Portifólio Bibliográfico e Análise Bibliométrica sobre Avaliação de Desempenho da Gestão do Conhecimento. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 1, p. 76–92, 2012.

VEIGA, T. B.; COUTINHO, S.S.; TAKAYANAGUI, A.M.M. Aplicação da técnica Delphi na construção de indicadores de sustentabilidade. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.9, n.4, p. 31-45, 2013.

VELLOSO, M.P. Os restos na história: percepções sobre resíduos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 6, p. 1953-1964, 2008.

VERMA, P.; RAGHUBANSHI, A. S. Urban sustainability indicators: challenges and opportunities. **Ecological Indicators**, v. 93, p. 282-291, 2018.

WAICZYK, C.; ENSSLIN, E. R. Avaliação de produção científica de pesquisadores: mapeamento das publicações científicas. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v. 10, n. 20, p. 97-112, 2013.

WANG, K.; WANG, B.; PENG, L. CVAP: validation for cluster analyses. **Data Science Journal**, v. 8, p. 88-93, 2009.

WANG, X.; XU, Y. An improved index for clustering validation based on Silhouette index and Calinski-Harabasz index. **Materials Science and Engineering**, v. 569, n. 2019, p. 1-6, 2019.

WORRELL, W.; VESILIND, P. 2001. **Solid waste engineering**. 2º ed. Stamford: Cengage Learning. 432 p.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi: uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Cadernos de Pesquisa em Administração**, v. 1, n. 12, p. 54-65, 2000.

YIM, O.; RAMDEEN, K.T. Hierarchical Cluster Analysis: Comparison of Three Linkage Measures and Application to Psychological Data. **The Quantitative Methods for Psychology**, v. 11, n. 1, p. 8-21, 2015.

YOLIN, C. **Waste Management and Recycling in Japan Opportunities for European Companies (SMEs focus)**. 2015. Disponível em: < https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/publications/docs/waste_management_recycling_japan.pdf>. Acesso em: 18 de mar. 2018.

ZHANG, X. C.; MA, C.; ZHAN, S.F.; CHEN, W.P. Evaluation and simulation for ecological risk based on emergy analysis and Pressure-State-Response Model in a coastal city, China. **Procedia Environmental Sciences**, v. 13, n. 2011, p. 221–231, 2012.

ZHAO, Y. W.; ZHOU, L.Q.; DONG, B.Q.; DAI, C. Health assessment for urban rivers based on the pressure, state and response framework—A case study of the Shiwuli River. **Ecological Indicators**, v. 99, n. December 2018, p. 324–331, 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário a ser preenchido pelo painel de especialistas do método Delphi.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA

INSTITUTO DE TECNOLOGIA - ITEC

Título do projeto: MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS PARAENSES

Discente: Raisa Rodrigues Neves

Especialista: _____

Data: ____/____/____

Prezado (a) especialista, o trabalho apresentado tem como objetivo analisar a qualidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos, bem como a qualidade de elaboração dos planos municipais de gestão integrada dos resíduos sólidos através da elaboração do índice de Qualidade da Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (IGRSU). Tal índice é organizado em 7 sete dimensões: Político/Institucional (PI), Tecnológico/Operacional (TO), Econômico/Financeira (EF), Ambiental/Ecológica (AE), Conhecimento/Educação Ambiental (CEA), Inclusão Social (IS) e Cultural (C). Cada uma dessas dimensões possui um conjunto de indicadores. Solicita-se inicialmente que, para cada descritor sejam atribuídas notas (de 1 a 5), considerando a seguinte escala:

- 5: EXCELENTE
- 4: ÓTIMO
- 3: BOM
- 2: REGULAR
- 1: RUIM

Logo, o valor atribuído a cada descritor será a nota obtida pelo entrevistado, com base na classificação estabelecida acima. Os valores das dimensões serão determinados de acordo com a Equação (1):

$$D_i = \sum_{j=1}^n \frac{X_j}{n} \quad (1)$$

Em que:

D_i é o valor da dimensão;

n é a quantidade de indicadores que compõem a dimensão;

X_j é a nota determinada pelo método Delphi para um dado indicador j (**atribuída pelo especialista**).

Para determinação do Índice de Qualidade da Gestão dos Resíduos Sólidos (IQGRS) será utilizada a Equação 2, em que as dimensões do IQGRS, serão ponderadas de acordo com a sua relevância. Solicita-se, portanto, que sejam definidos tais **pesos de cada dimensão** em relação ao índice proposto, destacando que o somatório dos pesos das dimensões deve ser igual 100. Dessa forma, será possível refletir e comparar a qualidade do processo de gestão atual dos resíduos sólidos urbanos de cada município envolvido na pesquisa.

$$IQGRS = \frac{(P1 * D1) + (P2 * D2) + (P3 * D3) + (P4 * D4) + (P5 * D5) + (P6 * D6) + (P7 * D7)}{100} \quad (2)$$

Em que:

IQGRS é o valor do índice referente a gestão dos RSU;

D1 a D7 são os valores das dimensões, referente a cada uma das sete dimensões;

P1 a P7 são os pesos estabelecidos a essas dimensões, obtidas pelo método Delphi.

OBS.: AS CÉLULAS EM CINZA DEVEM SER PREENCHIDAS		
DIMENSÃO POLÍTICO/INSTITUCIONAL (D_i)	Peso (P_i)	
	DESCRITOR	NOTA
GRAU DE ESTRUTURAÇÃO DA GESTÃO DE RSU NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL	Inexistência do setor específico	
	Existência do setor específico, porém não estruturado	
	Existência do setor específico estruturado	
GRAU DE CAPACITAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS ATUANTES NA GESTÃO DE RSU	Nenhum funcionário do setor de RSU recebeu capacitação específica	
	Apenas parte dos funcionários do setor de RSU recebeu capacitação específica	
	Todos os funcionários do setor de RSU receberam capacitação específica	
	Sim	

EXISTÊNCIA DE LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA PARA A GESTÃO DE RSU NO MUNICÍPIO	Não	
EXISTÊNCIA DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RSU SISTEMATIZADAS E DISPONIBILIZADAS PARA A POPULAÇÃO	As informações sobre a gestão de RSU não são sistematizadas	
	As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas, porém não estão acessíveis à população	
	As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população	
PARTICIPAÇÃO DA SOCIEDADE NA GESTÃO DE RSU	Sim	
	Não	
PARTICIPAÇÃO EM CONSÓRCIOS	Sim	
	Possui estudos de viabilidade para realização de consórcios	
	Não	
DIMENSÃO TECNOLÓGICO/OPERACIONAL (D₂)	Peso (P₂)	
	DESCRIPTOR	NOTA
APRESENTA FISCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA	Em todo o município	
	Apenas no centro da cidade	
	Não apresenta fiscalização	
USO DE MÃO DE OBRA LOCAL	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos	
	Na coleta e administração	
	Apenas na coleta	

USO DE EPIS PELOS FUNCIONÁRIOS DOS RSU	Adequado	
	Parcialmente adequado	
	Inadequado	
A MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS É REALIZADA LOCALMENTE	Em todas as fases da gestão de resíduos sólidos	
	Apenas o transporte	
	Manutenção externa	
EXISTÊNCIA DE UM SISTEMA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SERVIÇO PRESTADO PELOS GESTORES?	Sim	
	Não	
DIMENSÃO ECONÔMICO/FINANCEIRA (D₃)	Peso (P₃)	
	DESCRITOR	NOTA
ORIGEM DOS RECURSOS PARA RESÍDUOS SÓLIDOS	Existe taxa específica para o serviço de limpeza pública	
	Cobrança de taxa junto com o IPTU	
	Não existência de cobrança de taxa deste serviço	
% DO ORÇAMENTO DO MUNICÍPIO DESTINADO AOS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DOS RSU	0-5%	
	6 – 10%	
	> 10%	
APLICAÇÃO DOS RECURSOS PROVENIENTES DA COLETA SELETIVA	Na própria manutenção da coleta seletiva	

	Atividades socioculturais e assistenciais	
	Atividades socioculturais e assistenciais	
DIMENSÃO AMBIENTAL/ECOLÓGICA (D₄)	Peso (P₄)	
	DESCRITOR	NOTA
SATISFAÇÃO DA POPULAÇÃO EM RELAÇÃO A COLETA PÚBLICA (PERIODICIDADE/FREQUÊNCIA E HORÁRIO)	>70%	
	30 a 70%	
	<30%	
EXISTÊNCIA DE LIXEIRAS PÚBLICAS	Em toda área urbana instaladas em locais de circulação de pessoas	
	Somente no centro da cidade	
	Não possui lixeira	
	DESCRITOR	NOTA
EXISTÊNCIA DE COLETA SELETIVA NO MUNICÍPIO	Sim	
	Em fase de implantação	
	Não	
ABRANGÊNCIA DE COLETA SELETIVA NO MUNICÍPIO	Todo o município	
	Toda área urbana do município	

	Exclusivamente em alguns bairros da área urbana	
EXISTÊNCIA DE PEVS PARA OS RESÍDUOS SEGREGADOS	Atende mais de 50% da população	
	Atende menos de 50% da população	
	Não possui	
RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS	Acima de 30%	
	Entre 5,1% e 30%	
	Até 5%	
GERAÇÃO PER CAPITA ANUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (KG/HAB.ANO)	<307	
	Entre 307 e 376	
	>376	
EXISTÊNCIA DE ATERRO SANITÁRIO/ ATERRO CONTROLADO LICENCIADO	Sim	
	Em processo de licenciamento	
	Não licenciado ou lixão	
	DESCRITOR	NOTA
EXISTÊNCIA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR RESÍDUOS	Totalmente	
	Parcialmente	
	Ausente	
	Inexistência de licenciamento ambiental	

GRAU DE IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS PREVISTAS NO LICENCIAMENTO DAS ATIVIDADES RELACIONADAS AOS RSU	Licenciamento ambiental realizado, porém, as medidas não foram plenamente implementadas	
	Licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas integralmente	
EXISTÊNCIA DE CENTROS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM	Sim	
	Não	
DIMENSÃO CONHECIMENTO/EDUCAÇÃO AMBIENTAL (D₅)	Peso (P₅)	
	DESCRITOR	NOTA
RECURSOS ALOCADOS PARA AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	≥3%	
	1 a 2,9%	
	<1%	
PERIODICIDADE DA REALIZAÇÃO DE AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	Anuais	
	Esporádicos	
	Não existem ações	
	DESCRITOR	NOTA
EXISTÊNCIA DE AÇÕES DE MOBILIZAÇÃO/ SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL	Planejamento participativo	
	Reuniões informativas	
	Nenhuma	
EXISTÊNCIA DE PARCERIAS (ASSOCIADOS, UNIVERSIDADES, SETOR PRIVADO, MOVIMENTOS SOCIAIS)	Duas ou mais	
	Menos de duas	

	Não tem	
EXISTÊNCIA DE CONSELHOS (SANEAMENTO, SAÚDE E MEIO AMBIENTE)	Conselho de Saneamento	
	Outro	
	Não tem	
DIMENSÃO INCLUSÃO SOCIAL (D₆)	Peso (P₆)	
	DESCRITOR	NOTA
EXISTÊNCIA DE CATADORES ORGANIZADOS (COOPERATIVAS, ASSOCIAÇÕES)	Todos organizados	
	Parte organizado	
	Presença de catadores na área de disposição final	
ABRANGÊNCIA DOS CURSOS DE CAPACITAÇÃO FORNECIDOS AOS CATADORES	>90%	
	Entre 50 a 90%	
	<50%	

	DESCRITOR	NOTA
SALUBRIDADE DO LOCAL DE TRABALHO DOS CATADORES (EPI, BANHEIROS, REFEITÓRIO, ARMAZENAMENTO ADEQUADO DO REFUGO E DOS RECICLÁVEIS, COBERTURA, PISO IMPERMEABILIZADO)	Contempla todos os itens	
	Somente EPI e banheiro	
	Ausência	
PARCERIA DO PODER PÚBLICO COM OS CATADORES NA SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS PARA APOIO OU ORIENTAÇÃO DE POLÍTICAS MUNICIPAIS	Sim	
	Não	
PESSOAS COM HABILIDADE DE UTILIZAR RESÍDUOS PÓS CONSUMO COMO FONTE DE RENDA (CATADORES, ARTESÃOS ETC)	Organizados em cooperativas e ou associações com renda fixa	
	Organizados em cooperativas e ou associações sem renda fixa	
	Inexistente	
PESSOAS ATUANTES NA CADEIA DE RESÍDUOS QUE TEM ACESSO A APOIO OU ORIENTAÇÃO DEFINIDOS EM POLÍTICA PÚBLICA MUNICIPAL	Existência de um programa municipal de apoio aos catadores com convênio formal	
	Existência de um programa municipal de apoio aos catadores sem convênio formal	
	Inexistência de política pública municipal para apoio aos catadores	
DIMENSÃO CULTURAL (D₇)	Peso (P₇)	
	DESCRITOR	NOTA
VARIAÇÃO DA GERAÇÃO PER CAPITA DE RSU	Taxa de variação > 1	
	Taxa de variação = 1	
	Taxa de variação < 1	
	DESCRITOR	NOTA

EFETIVIDADE DE PROGRAMAS EDUCATIVOS CONTÍNUOS VOLTADOS PARA BOAS PRÁTICAS DA GESTÃO DE RSU	Inexistência de programas educativos	
	Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população	
	Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população	
EFETIVIDADE DE ATIVIDADES DE MULTIPLICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS EM RELAÇÃO AOS RSU	Ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas	
	Divulgação pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU	
	Divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU, inclusive com replicação das mesmas	

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido enviado aos especialistas.

Universidade Federal do Pará
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Ref: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado (a) especialista

Como discente de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, realizo uma pesquisa na área de Resíduos Sólidos Urbanos e gostaria de convidá-lo (a) a participar como especialista. A pesquisa tem como título: “MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS PARAENSES”, sendo sua contribuição para as respostas dos julgamentos de extrema importância.

Caso haja o preenchimento das matrizes de julgamentos e retorno das respostas via e-mail, consideraremos que houve concordância em participar voluntariamente da referida pesquisa como membro do painel de especialista, estando ciente de que sua colaboração será essencial e exclusivamente utilizada para o desenvolvimento do projeto de tese de doutorado, com produto de publicação em meio acadêmico. Vale ressaltar que a sua identificação permanecerá em sigilo.

Agradeço a participação e mantenho-me à disposição para esclarecer possíveis dúvidas sobre a temática em estudo.

Atenciosamente.

Belém, 09 de maio de 2019.

Raisa Rodrigues Neves – raisanevesufpa@gmail.com
Rua dos Caripunas, 775
Celular: (91) 98304-1915
Discente de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Universidade Federal do Pará.
Belém, PA.

APÊNDICE C – Questionário a ser preenchido pelos gestores municipais.

Data da Entrevista: __/__/__

Entrevistador:

Município:

Nome do Gestor (a):

1. POLÍTICO/INSTITUCIONAL

1.01. Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal:

Inexistência do setor específico () ;

Existência do setor específico, porém não estruturado ()

Existência do setor específico estruturado () ;

1.02. Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU:

Nenhum funcionário do setor de RSU recebeu capacitação específica ()

Apenas parte dos funcionários do setor de RSU recebeu capacitação específica ()

Todos os funcionários do setor de RSU receberam capacitação específica ()

1.03. Existência de legislação específica para a gestão de RSU no município:

Sim () Não ()

1.04. Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população:

As informações sobre a gestão de RSU não são sistematizadas ()

As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas, porém não estão acessíveis à população ()

As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população ()

1.05. Participação da sociedade na gestão de RSU:

Sim () Não ()

1.06. Participação em consórcios:

Sim ()

Possui estudos de viabilidade para realização de consórcios ()

Não ()

2. TECNOLÓGICO/OPERACIONAL

2.01. Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública?

Em todo o município ()

Apenas no centro da cidade ()

Não apresenta fiscalização ()

2.02. Uso de mão de obra local:

Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos ()

Na coleta e administração ()

Apenas na coleta ()

2.03. Uso de EPIs pelos funcionários dos RSU:

Adequado ()

Parcialmente adequado ()

Inadequado ()
2.04. A manutenção dos equipamentos é realizada localmente: Em todas as fases da gestão de resíduos sólidos () Apenas o transporte () Manutenção externa ()
2.05. Existe um sistema para avaliação da qualidade do serviço prestado pelos gestores? () Sim () Não.
3. ECONÔMICO/FINANCEIRA
3.01. Origem dos recursos para resíduos sólidos: Existe taxa específica para o serviço de limpeza pública () Cobrança de taxa junto com o IPTU () Não existência de cobrança de taxa deste serviço ()
3.02. Qual o % do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública e manejo dos RSU? () 0-5% () 6 – 10% () >10%
3.04. Qual a aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva? Na própria manutenção da coleta seletiva () Atividades socioculturais e assistenciais () Atividades socioculturais e assistenciais ()
4. AMBIENTAL/ECOLÓGICA
4.01. Satisfação da população em relação a coleta pública (periodicidade/frequência e horário): >70% () 30 a 70% () <30%; ()
4.02. Existência de lixeiras públicas: Em toda área urbana instaladas em locais de circulação de pessoas () Somente no centro da cidade () Não possui lixeira ()
4.03. Existência de coleta seletiva no município: Sim () Em fase de implantação () Não ()
4.04. Abrangência de coleta seletiva no município: Todo o município () Toda área urbana do município () Exclusivamente em alguns bairros da área urbana ()
4.05. Existência de PEVs para os resíduos segregados: Atende mais de 50% da população () Atende menos de 50% da população () Não possui ()
4.06. Recuperação de materiais recicláveis: Acima de 10,1% () Entre 5,1% e 10% () Até 5% ()

<p>4.07. Recuperação de resíduos orgânico:</p> <p>Acima de 30% () Entre 5,1% e 30% () Até 5% ()</p>
<p>4.08. Qual a geração per capita anual de resíduos sólidos urbanos? (kg/hab.ano)</p> <p><307 () Entre 307 e 376 () >376 ()</p>
<p>4.9. Existência de Aterro sanitário/ aterro controlado licenciado?</p> <p>Sim () Em processo de licenciamento () Não licenciado ou lixão ()</p>
<p>4.10. Há recuperação de áreas degradadas por resíduos?</p> <p>Totalmente () Parcialmente () Ausente ()</p>
<p>4.11. Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU:</p> <p>Inexistência de licenciamento ambiental ()</p> <p>Licenciamento ambiental realizado, porém, as medidas não foram plenamente implementadas</p> <p>Licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas integralmente ()</p>
<p>4.12. Existência de centros de triagem e compostagem:</p> <p>Sim () Não ()</p>
<p>5. CONHECIMENTO/EDUCAÇÃO AMBIENTAL</p>
<p>5.01. Recursos alocados para ações de educação ambiental:</p> <p>≥3% () 1 a 2,9% () <1% ()</p>
<p>5.02. Periodicidade da realização de ações de Educação ambiental:</p> <p>Anuais () Esporádicos () Não existem ações ()</p>
<p>5.03. Existência de ações de mobilização/ Sensibilização ambiental</p> <p>Planejamento participativo () Reuniões informativas () Nenhuma ()</p>
<p>5.04. Existência de parcerias (associados, universidades, setor privado, movimentos sociais):</p> <p>Duas ou mais () Menos de duas () Não tem ()</p>
<p>5.05. Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde e meio ambiente):</p> <p>Conselho de Saneamento () Outro () Não tem ()</p>
<p>6. INCLUSÃO SOCIAL</p>
<p>6.01. Existência de Catadores organizados (cooperativas, associações):</p> <p>Todos organizados () Parte organizado () Presença de catadores na área de disposição final ()</p>
<p>6.02. Abrangência dos cursos de capacitação fornecidos aos catadores:</p> <p>>90% () entre 50 a 90% () <50% ()</p>
<p>6.03. Salubridade do local de trabalho dos catadores (EPI, banheiros, refeitório, armazenamento adequado do refugio e dos recicláveis, cobertura, piso impermeabilizado):</p> <p>Contempla todos os itens () Somente EPI e banheiro () Ausência ()</p>

<p>6.04. Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos para apoio ou orientação de políticas municipais:</p> <p>Sim () Não ()</p>
<p>6.05. Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc):</p> <p>Organizados em cooperativas e ou associações com renda fixa ()</p> <p>Organizados em cooperativas e ou associações sem renda fixa ()</p> <p>Inexistente ()</p>
<p>6.06. Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal:</p> <p>Existência de um programa municipal de apoio aos catadores com convênio formal ()</p> <p>Existência de um programa municipal de apoio aos catadores sem convênio formal ()</p> <p>Inexistência de política pública municipal para apoio aos catadores ()</p>
<p>7. CULTURAL</p>
<p>7.01. Variação da geração per capita de RSU:</p> <p>Taxa de variação > 1 () Taxa de variação = 1 () Taxa de variação < 1 ()</p>
<p>7.02. Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU:</p> <p>Inexistência de programas educativos ()</p> <p>Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população ()</p> <p>Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população ()</p>
<p>7.03. Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU:</p> <p>Ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas ()</p> <p>Divulgação pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU ()</p> <p>Divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU, inclusive com replicação das mesmas ()</p>

APÊNDICE D – Comparação entre os valores de notas obtidos para cada município, a partir da gestão local e da avaliação dos PMGIRS.

Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	CAPANEMA		ACARÁ		CONCÓRDIA DO PARÁ		ABAETETUBA	
			Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
PI	Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal	Inexistência do setor específico (1)/ Existência do setor específico, porém não estruturado (3)/ Existência do setor específico estruturado (5)	1	5	1	1	3	5	3	5
	Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU	Nenhum funcionário do setor de RSU recebeu capacitação específica (1)/ Apenas parte dos funcionários do setor de RSU recebeu capacitação específica (3)/ Todos os funcionários do setor de RSU receberam capacitação específica (5)	3	5	1	1	3	1	3	5
	Existência de legislação específica para a gestão de RSU no município	Sim (5)/ Não (1)	5	5	5	1	5	5	5	5

PI	Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população	As informações sobre a gestão de RSU não são sistematizadas (1) / As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas, porém não estão acessíveis à população (3) / As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população (5)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Participação da sociedade na gestão de RSU	Sim (5) / Não (1)	5	5	5	1	1	5	1	5
	Participação em consórcios	Sim (5) / Possui estudos de viabilidade para realização de consórcios (3) / Não (2)	2	2	2	2	5	2	2	2
TOTAL			17	23	15	7	18	19	14	23
			CAPANEMA		ACARÁ		CONCÓRDIA DO PARÁ		ABAETETUBA	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
TO	Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública	Em todo o município (4) / Apenas no centro da cidade (4) / Não apresenta fiscalização (2)	2	4	4	2	4	4	4	2
	Uso de mão de obra local	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos (5) / Na coleta e administração (4) / Apenas na coleta (3)	4	5	4	3	5	3	5	3
	Uso de EPIs pelos funcionários dos RSU	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos (5) / Na coleta e administração (4) / Apenas na coleta (2)	4	2	4	2	5	5	5	2

			CAPANEMA		ACARÁ		CONCÓRDIA DO PARÁ		ABAETETUBA	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
AE	Satisfação da população em relação a coleta pública (periodicidade/frequência e horário):	>70% (5) / 30 a 70% (3) / <30% (2)	2	2	2	2	5	2	5	2
	Existência de lixeiras públicas	Em toda área urbana instaladas em locais de circulação de pessoas (4) / Somente no centro da cidade (3) / Não possui lixeira (2)	3	4	3	2	3	4	3	4
	Existência de coleta seletiva no município	Sim (5) / Em fase de implantação (4) / Não (2)	4	2	2	2	4	5	4	2
	Abrangência de coleta seletiva no município	Todo o município (5) / Toda área urbana do município (4) / Exclusivamente em alguns bairros da área urbana (3)	3	3		3		3		3
	Existência de PEVs para os resíduos segregados	Atende mais de 50% da população (4) / Atende menos de 50% da população (3) / Não possui (2)	3	2	2	2	2	2	2	2
	Recuperação de materiais recicláveis	Acima de 30% (4) / Entre 5,1% e 30% (3) / Até 5% (2)	2	4	2	2	4	2	4	2
	Recuperação de resíduos orgânico	Acima de 30% (4) / Entre 5,1% e 30% (2) / Até 5% (1)	1	4	1	1		1	1	1

AE	Qual a geração per capita anual de resíduos sólidos urbanos? (kg/hab.ano)	<307 (4) / Entre 307 e 376 (3) / >376 (2)	4	4	2	2	4	4	2	2
	Existência de Aterro sanitário/ aterro controlado licenciado?	Sim (5) / Em processo de licenciamento (5) / Não licenciado ou lixão (1)	1	1	1	1	1	1	5	1
	Há recuperação de áreas degradadas por resíduos?	Totalmente (5) / Parcialmente (5) / Ausente (1)	1	5	5	1	1	1	1	1
	Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU	Inexistência de licenciamento ambiental (1) / Licenciamento ambiental realizado, porém, as medidas não foram plenamente implementadas (3) / Licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas integralmente (5)	3	1	1	1	3	1	1	1
	Existência de centros de triagem e compostagem	Sim (5) / Não (2)	5	5	2	2	2	2	5	5
	TOTAL		32	37	23	21	29	28	33	26

			CAPANEMA		ACARÁ		CONCÓRDIA DO PARÁ		ABAETETUBA	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
CEA	Recursos alocados para ações de educação ambiental	≥3% (5) / 1 a 2,9% (4) / <1% (1)	4	1	1	1	1	1	1	1
	Periodicidade da realização de ações de Educação ambiental	Anuais (5) / Esporádicos (4) / Não existem ações (1)	5	5	5	1	4	1	5	1
	Existência de ações de mobilização/ Sensibilização ambiental	Planejamento participativo (5) / Reuniões informativas (4) / Nenhuma (1)	5	5	4	1	4	1	5	1
	Existência de parcerias (associados, universidades, setor privado, movimentos sociais)	Duas ou mais (5) / Menos de duas (3) / Não tem (1)	3	5	1	1	5	5	4	5
	Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde e meio ambiente)	Conselho de Saneamento (5) / Outro (3) / Não tem (2)	2	4	3	2	3	2	5	2
		TOTAL	19	20	14	6	17	10	20	10

			CAPANEMA		ACARÁ		CONCÓRDIA DO PARÁ		ABAETETUBA	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
IS	Existência de Catadores organizados (cooperativas, associações)	Todos organizados (4) / Parte organizado (3) / Presença de catadores na área de disposição final (2)	2	4	2	2	3	2	4	4
	Abrangência dos cursos de capacitação fornecidos aos catadores	>90% (4) / 50-90% (3) / <50% (2)	2	1	2	2	3	1	3	2
	Salubridade do local de trabalho dos catadores	Contempla todos os itens (4) / Somente EPI e banheiro (2) / Ausência (1)	1	1	1	1	4	1	2	1
	Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos para apoio ou orientação de políticas municipais	Sim (5) / Não (1)	1	4	1	1	5	1	5	1
	Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc)	Organizados em cooperativas ou associações com renda fixa (4) / Organizados em cooperativas ou associações sem renda fixa (2) / Inexistente (1)	2	1	2	1	2	1	4	1

IS	Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal	Existência de um programa municipal de apoio aos catadores com convênio formal (4) / Existência de um programa municipal de apoio aos catadores sem convênio formal (2) / Inexistência de política pública municipal para apoio aos catadores (1)	1	4	1	1	2	4	4	4
		TOTAL	9	15	9	8	19	10	22	13
			CAPANEMA		ACARÁ		CONCÓRDIA DO PARÁ		ABAETETUBA	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
C	Varição da geração per capita de RSU	Taxa de variação > 1 (2) / Taxa de variação = 1 (3) / Taxa de variação < 1 (5)	3	2	5	2	2	2	5	5
	Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU	Inexistência de programas educativos (1) / Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população (3) / Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população (5)	3	1	1	1	3	1	3	1
	Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU	Ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas (1) / Divulgação pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU (3) / Divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU, inclusive com replicação das mesmas (5)	3	1	3	1	3	1	3	1
		TOTAL	9	4	9	4	8	4	11	7

Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	AUGUSTO CORREA		BONITO		COLARES		INNhangapi	
			Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
PI	Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal	Inexistência do setor específico (1)/ Existência do setor específico, porém não estruturado (3) / Existência do setor específico estruturado (5)	3	5	3	5	3	5	3	5
	Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU	Nenhum funcionário do setor de RSU recebeu capacitação específica (1)/ Apenas parte dos funcionários do setor de RSU recebeu capacitação específica (3)/ Todos os funcionários do setor de RSU receberam capacitação específica (5)	3	5	3	5	3	5	3	5
	Existência de legislação específica para a gestão de RSU no município	Sim (5)/ Não (1)	1	5	5	1	1	5	5	1

PI	Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população	As informações sobre a gestão de RSU não são sistematizadas (1) / As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas, porém não estão acessíveis à população (3) / As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população (5)	3	1	1	1	3	1	1	1
	Participação da sociedade na gestão de RSU	Sim (5) / Não (1)	1	5	5	5	5	5	5	5
	Participação em consórcios	Sim (5) / Possui estudos de viabilidade para realização de consórcios (3) / Não (2)	2	2	2	2	2	2	5	2
TOTAL			13	23	19	19	17	23	22	19
			AUGUSTO CORREA		BONITO		COLARES		INHANGAPI	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
TO	Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública	Em todo o município (4) / Apenas no centro da cidade (4) / Não apresenta fiscalização (2)	4	2	4	4	4	4	4	4
	Uso de mão de obra local	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos (5) / Na coleta e administração (4) / Apenas na coleta (3)	4	3	4	5	5	3	5	3
	Uso de EPIs pelos funcionários dos RSU	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos (5) / Na coleta e administração (4) / Apenas na coleta (2)	2	5	2	2	2	5	4	5

TO	A manutenção dos equipamentos é realizada localmente	Em todas as fases da gestão de resíduos sólidos (5) / Apenas o transporte (4) / Manutenção externa (2)	4	2	4	2	4	2	4	2
	Existência de um sistema para avaliação da qualidade do serviço prestado pelos gestores?	Sim (5) / Não (2)	2	2	2	5	2	2	5	5
		TOTAL	16	14	16	18	17	16	22	19
			AUGUSTO CORREA		BONITO		COLARES		INHANGAPI	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
EF	Origem dos recursos para resíduos sólidos	Existe taxa específica para o serviço de limpeza pública (5) / Cobrança de taxa junto com o IPTU (4) / Não existência de cobrança de taxa deste serviço (2)	2	2	2	5	2	2	2	2
	% Do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública e manejo dos RSU	0-5% (3) / 5,1 – 10% (4) / > 10% (5)	3	5	3	3	3	3	3	5
	Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva	Na própria manutenção da coleta seletiva (4) / Atividades socioculturais e assistenciais (5) / Outros (3)	4	3	4	3	3	3	4	3
		TOTAL	9	10	9	11	8	8	9	10

			AUGUSTO CORREA		BONITO		COLARES		INHANGAPI	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
AE	Satisfação da população em relação a coleta pública (periodicidade/frequência e horário):	>70% (5) / 30 a 70% (3) / <30% (2)	3	2	2	2	3	2	5	2
	Existência de lixeiras públicas	Em toda área urbana instaladas em locais de circulação de pessoas (4) / Somente no centro da cidade (3) / Não possui lixeira (2)	3	4	3	4	3	4		2
	Existência de coleta seletiva no município	Sim (5) / Em fase de implantação (4) / Não (2)	5	2	4	2	4	2	5	5
	Abrangência de coleta seletiva no município	Todo o município (5) / Toda área urbana do município (4) / Exclusivamente em alguns bairros da área urbana (3)	3	2	4	3	3	3	4	3
	Existência de PEVs para os resíduos segregados	Atende mais de 50% da população (4) / Atende menos de 50% da população (3) / Não possui (2)	3	3	2	2	2	2	4	2
	Recuperação de materiais recicláveis	Acima de 30% (4) / Entre 5,1% e 30% (3) / Até 5% (2)	4	2	2	2	2	2	3	4
	Recuperação de resíduos orgânico	Acima de 30% (4) / Entre 5,1% e 30% (2) / Até 5% (1)	1	2	2	1	1	1	1	4

AE	Qual a geração per capita anual de resíduos sólidos urbanos? (kg/hab.ano)	<307 (4) / Entre 307 e 376 (3) / >376 (2)	2	4	3	4	2	4	2	4
	Existência de Aterro sanitário/ aterro controlado licenciado?	Sim (5) / Em processo de licenciamento (5) / Não licenciado ou lixão (1)	1	2	1	1	1	1	5	1
	Há recuperação de áreas degradadas por resíduos?	Totalmente (5) / Parcialmente (5) / Ausente (1)	1	1	1	1	5	1	1	1
	Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU	Inexistência de licenciamento ambiental (1) / Licenciamento ambiental realizado, porém, as medidas não foram plenamente implementadas (3) / Licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas integralmente (5)	3	1	1	1	3	1	3	1
	Existência de centros de triagem e compostagem	Sim (5) / Não (2)	2	1	2	2	2	2	5	2
	TOTAL	30	26	27	25	31	25	38	31	

			AUGUSTO CORREA		BONITO		COLARES		INHANGAPI	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
CEA	Recursos alocados para ações de educação ambiental	≥3% (5) / 1 a 2,9% (4) / <1% (1)	1	5	5	1	1	1	5	1
	Periodicidade da realização de ações de Educação ambiental	Anuais (5) / Esporádicos (4) / Não existem ações (1)	4	1	5	1	4	5	5	5
	Existência de ações de mobilização/ Sensibilização ambiental	Planejamento participativo (5) / Reuniões informativas (4) / Nenhuma (1)	4	1	4	5	4	5	5	1
	Existência de parcerias (associados, universidades, setor privado, movimentos sociais)	Duas ou mais (5) / Menos de duas (3) / Não tem (1)	1	5	1	5	3	1	3	5
	Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde e meio ambiente)	Conselho de Saneamento (5) / Outro (3) / Não tem (2)	3	5	3	5	2	2	5	5
		TOTAL	13	18	18	17	14	14	23	17

Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	AUGUSTO CORREA		BONITO		COLARES		INHANGAPI	
			Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
IS	Existência de Catadores organizados (cooperativas, associações)	Todos organizados (4) / Parte organizado (3) / Presença de catadores na área de disposição final (2)	2	2	2	2	2	2	4	5
	Abrangência dos cursos de capacitação fornecidos aos catadores	>90% (4) / 50-90% (3) / <50% (2)	2	2	2	2	2	2	2	2
	Salubridade do local de trabalho dos catadores	Contempla todos os itens (4) / Somente EPI e banheiro (2) / Ausência (1)	1	1	1	1	1	1	2	2
	Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos para apoio ou orientação de políticas municipais	Sim (5) / Não (1)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc)	Organizados em cooperativas ou associações com renda fixa (4) / Organizados em cooperativas ou associações sem renda fixa (2) / Inexistente (1)	1	1	1	4	1	1	2	1

IS	Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal	Existência de um programa municipal de apoio aos catadores com convênio formal (4) / Existência de um programa municipal de apoio aos catadores sem convênio formal (2) / Inexistência de política pública municipal para apoio aos catadores (1)	2	1		1	1	1	2	1
		TOTAL	9	8	7	11	8	8	13	12
			AUGUSTO CORREA		BONITO		COLARES		INHANGAPI	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
C	Varição da geração per capita de RSU	Taxa de variação > 1 (2) / Taxa de variação = 1 (3) / Taxa de variação < 1 (5)	3	5	2	2	5	2	5	2
	Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU	Inexistência de programas educativos (1) / Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população (3) / Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população (5)	1	1	3	5	3	1	3	1
	Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU	Ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas (1) / Divulgação pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU (3) / Divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU, inclusive com replicação das mesmas (5)	1	1	3	5	3	1	3	1
		TOTAL	5	7	8	12	11	4	11	4

Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	AURORA DO PARÁ		JURUTI		BARCARENA		CURUÇÁ	
			Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
PI	Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal	Inexistência do setor específico (1)/ Existência do setor específico, porém não estruturado (3) / Existência do setor específico estruturado (5)	3	5	3	5	3	5	5	5
	Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU	Nenhum funcionário do setor de RSU recebeu capacitação específica (1)/ Apenas parte dos funcionários do setor de RSU recebeu capacitação específica (3)/ Todos os funcionários do setor de RSU receberam capacitação específica (5)	1	1	3	5	3	5	5	1
	Existência de legislação específica para a gestão de RSU no município	Sim (5)/ Não (1)	1	5	5	5	1	5	1	5

PI	Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população	As informações sobre a gestão de RSU não são sistematizadas (1) / As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas, porém não estão acessíveis à população (3) / As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população (5)	1	1	3	1	3	1	1	1
	Participação da sociedade na gestão de RSU	Sim (5) / Não (1)	5	5	5	5	5	5	5	5
	Participação em consórcios	Sim (5) / Possui estudos de viabilidade para realização de consórcios (3) / Não (2)	2	2	2	2	2	2	2	2
TOTAL			13	19	21	23	17	23	19	19
			AURORA DO PARÁ		JURUTI		BARCARENA		CURUÇÁ	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
TO	Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública	Em todo o município (4) / Apenas no centro da cidade (4) / Não apresenta fiscalização (2)	4	2	4	4	2	2	2	2
	Uso de mão de obra local	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos (5) / Na coleta e administração (4) / Apenas na coleta (3)	3	3	3	3	3	3	3	3
	Uso de EPIs pelos funcionários dos RSU	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos (5) / Na coleta e administração (4) / Apenas na coleta (2)	4	2	4	5	2	5	4	2

TO	A manutenção dos equipamentos é realizada localmente	Em todas as fases da gestão de resíduos sólidos (5) / Apenas o transporte (4) / Manutenção externa (2)	4	2	4	2	4	2	2	2
	Existência de um sistema para avaliação da qualidade do serviço prestado pelos gestores?	Sim (5) / Não (2)	2	2	2	2	2	2	2	2
		TOTAL	17	11	17	16	13	14	13	11
			AURORA DO PARÁ		JURUTI		BARCARENA		CURUÇÁ	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
EF	Origem dos recursos para resíduos sólidos	Existe taxa específica para o serviço de limpeza pública (5) / Cobrança de taxa junto com o IPTU (4) / Não existência de cobrança de taxa deste serviço (2)	2	2	2	2	2	2	2	2
	% Do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública e manejo dos RSU	0-5% (3) / 5,1 – 10% (4) / > 10% (5)	4	5	3	5	3	3	4	5
	Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva	Na própria manutenção da coleta seletiva (4) / Atividades socioculturais e assistenciais (5) / Outros (3)	3	3	4	3	5	3	4	3
		TOTAL	9	10	9	9	10	8	10	10

Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	AURORA DO PARÁ		JURUTI		BARCARENA		CURUÇÁ	
			Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
AE	Satisfação da população em relação a coleta pública (periodicidade/frequência e horário):	>70% (5) / 30 a 70% (3) / <30% (2)	3	2	3	2	3	2	3	2
	Existência de lixeiras públicas	Em toda área urbana instaladas em locais de circulação de pessoas (4) / Somente no centro da cidade (3) / Não possui lixeira (2)	2	2	3	4	3	2	4	2
	Existência de coleta seletiva no município	Sim (5) / Em fase de implantação (4) / Não (2)	2	2	5	2	4	2	5	5
	Abrangência de coleta seletiva no município	Todo o município (5) / Toda área urbana do município (4) / Exclusivamente em alguns bairros da área urbana (3)		3	3	3	3	3	3	3
	Existência de PEVs para os resíduos segregados	Atende mais de 50% da população (4) / Atende menos de 50% da população (3) / Não possui (2)	2	2	3	2	3	2	2	2
	Recuperação de materiais recicláveis	Acima de 30% (4) / Entre 5,1% e 30% (3) / Até 5% (2)	3	1	3	2	2	2		4
	Recuperação de resíduos orgânico	Acima de 30% (4) / Entre 5,1% e 30% (2) / Até 5% (1)	1	2	1	1	1	1	1	4

AE	Qual a geração per capita anual de resíduos sólidos urbanos? (kg/hab.ano)	<307 (4) / Entre 307 e 376 (3) / >376 (2)	3	1	4	4	4	4	3	4
	Existência de Aterro sanitário/ aterro controlado licenciado?	Sim (5) / Em processo de licenciamento (5) / Não licenciado ou lixão (1)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Há recuperação de áreas degradadas por resíduos?	Totalmente (5) / Parcialmente (5) / Ausente (1)	5	1	1	1	1	1	1	1
	Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU	Inexistência de licenciamento ambiental (1) / Licenciamento ambiental realizado, porém, as medidas não foram plenamente implementadas (3) / Licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas integralmente (5)	3	2	3	1	3	1	1	1
	Existência de centros de triagem e compostagem	Sim (5) / Não (2)	2	1	5	2	2	2	5	2
	TOTAL	27	20	35	25	30	23	29	31	

			AURORA DO PARÁ		JURUTI		BARCARENA		CURUÇÁ	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
CEA	Recursos alocados para ações de educação ambiental	≥3% (5) / 1 a 2,9% (4) / <1% (1)	1	1	4	1	4	1	1	1
	Periodicidade da realização de ações de Educação ambiental	Anuais (5) / Esporádicos (4) / Não existem ações (1)	4	1	4	5	4	1	4	1
	Existência de ações de mobilização/ Sensibilização ambiental	Planejamento participativo (5) / Reuniões informativas (4) / Nenhuma (1)	4	1	4	1	4	1	1	1
	Existência de parcerias (associados, universidades, setor privado, movimentos sociais)	Duas ou mais (5) / Menos de duas (3) / Não tem (1)	1	2	5	5	3	5	5	1
	Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde e meio ambiente)	Conselho de Saneamento (5) / Outro (3) / Não tem (2)	3	2	3	5	5	5	2	5
		TOTAL	13	7	20	17	20	13	13	9

Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	AURORA DO PARÁ		JURUTI		BARCARENA		CURUÇÁ	
			Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
IS	Existência de Catadores organizados (cooperativas, associações)	Todos organizados (4) / Parte organizado (3) / Presença de catadores na área de disposição final (2)	2	2	3	2	3	2	3	2
	Abrangência dos cursos de capacitação fornecidos aos catadores	>90% (4) / 50-90% (3) / <50% (2)	2	1	2	2	2	2	2	2
	Salubridade do local de trabalho dos catadores	Contempla todos os itens (4) / Somente EPI e banheiro (2) / Ausência (1)	1	1	2	2	1	1	1	1
	Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos para apoio ou orientação de políticas municipais	Sim (5) / Não (1)	1	1	1	1	5	1	1	1
	Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc)	Organizados em cooperativas ou associações com renda fixa (4) / Organizados em cooperativas ou associações sem renda fixa (2) / Inexistente (1)	2	1	2	1	2	1	1	1

IS	Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal	Existência de um programa municipal de apoio aos catadores com convênio formal (4) / Existência de um programa municipal de apoio aos catadores sem convênio formal (2) / Inexistência de política pública municipal para apoio aos catadores (1)	2	2	2	4	2	1	1	1
		TOTAL	10	9	12	12	16	8	9	8
			AURORA DO PARÁ		JURUTI		BARCARENA		CURUÇÁ	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
C	Varição da geração per capita de RSU	Taxa de variação > 1 (2) / Taxa de variação = 1 (3) / Taxa de variação < 1 (5)	3	1	5	5	3	5	3	2
	Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU	Inexistência de programas educativos (1) / Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população (3) / Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população (5)	5	1	3	1	3	1	1	1
	Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU	Ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas (1) / Divulgação pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU (3) / Divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU, inclusive com replicação das mesmas (5)	5	1	3	1	3	1	1	1
		TOTAL	13	3	11	7	9	7	5	4

Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	ABEL FIGUEIREDO		CANAÃ DOS CARAJÁS		GOIANÉSIA DO PARÁ		MUANÁ	
			Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
PI	Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal	Inexistência do setor específico (1) / Existência do setor específico, porém não estruturado (3) / Existência do setor específico estruturado (5)	5	5	5	5	5	5	3	5
	Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU	Nenhum funcionário do setor de RSU recebeu capacitação específica (1) / Apenas parte dos funcionários do setor de RSU recebeu capacitação específica (3) / Todos os funcionários do setor de RSU receberam capacitação específica (5)	1	1	5	5	5	5	3	1
	Existência de legislação específica para a gestão de RSU no município	Sim (5) / Não (1)	1	1	5	1	5	5	5	5

PI	Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população	As informações sobre a gestão de RSU não são sistematizadas (1) / As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas, porém não estão acessíveis à população (3) / As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população (5)	1	1	3	1	1	1	5	1
	Participação da sociedade na gestão de RSU	Sim (5) / Não (1)	1	1	5	5	5	5	1	5
	Participação em consórcios	Sim (5) / Possui estudos de viabilidade para realização de consórcios (3) / Não (2)	2	2	2	2	2	2	2	2
		TOTAL	11	11	25	19	23	23	19	19
			ABEL FIGUEIREDO		CANAÃ DOS CARAJÁS		GOIANÉSIA DO PARÁ		MUANÁ	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
TO	Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública	Em todo o município (4) / Apenas no centro da cidade (4) / Não apresenta fiscalização (2)	4	4	4	2	4	4	2	2
	Uso de mão de obra local	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos (5) / Na coleta e administração (4) / Apenas na coleta (3)	3	3	5	5	4	3	4	3
	Uso de EPIs pelos funcionários dos RSU	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos (5) / Na coleta e administração (4) / Apenas na coleta (2)	4	2	4	2	4	5	4	5

TO	A manutenção dos equipamentos é realizada localmente	Em todas as fases da gestão de resíduos sólidos (5) / Apenas o transporte (4) / Manutenção externa (2)	2	2	2	2	4	2	2	2
	Existência de um sistema para avaliação da qualidade do serviço prestado pelos gestores?	Sim (5) / Não (2)	2	2	2	2	2	2	2	5
		TOTAL	15	13	17	13	18	16	14	17
			ABEL FIGUEIREDO		CANAÁ DOS CARAJÁS		GOIANÉSIA DO PARÁ		MUANÁ	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
EF	Origem dos recursos para resíduos sólidos	Existe taxa específica para o serviço de limpeza pública (5) / Cobrança de taxa junto com o IPTU (4) / Não existência de cobrança de taxa deste serviço (2)	2	2	5	5	2	2	2	2
	% Do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública e manejo dos RSU	0-5% (3) / 5,1 – 10% (4) / > 10% (5)	3	3	3	5	4	5	3	5
	Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva	Na própria manutenção da coleta seletiva (4) / Atividades socioculturais e assistenciais (5) / Outros (3)	4	3	4	3	3	5	3	3
		TOTAL	9	8	12	13	9	12	8	10

			ABEL FIGUEIREDO		CANAÃ DOS CARAJÁS		GOIANÉSIA DO PARÁ		MUANÁ	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
AE	Satisfação da população em relação a coleta pública (periodicidade/frequência e horário):	>70% (5) / 30 a 70% (3) / <30% (2)	2	2	3	2	2	2	3	2
	Existência de lixeiras públicas	Em toda área urbana instaladas em locais de circulação de pessoas (4) / Somente no centro da cidade (3) / Não possui lixeira (2)	4	4	4	4	4	4	2	4
	Existência de coleta seletiva no município	Sim (5) / Em fase de implantação (4) / Não (2)	5	2	4	2	2	5	4	2
	Abrangência de coleta seletiva no município	Todo o município (5) / Toda área urbana do município (4) / Exclusivamente em alguns bairros da área urbana (3)	3	2	3	3	3	5	4	3
	Existência de PEVs para os resíduos segregados	Atende mais de 50% da população (4) / Atende menos de 50% da população (3) / Não possui (2)	2	3	2	2	2	2	2	2
	Recuperação de materiais recicláveis	Acima de 30% (4) / Entre 5,1% e 30% (3) / Até 5% (2)	2	2	2	4	2	4	2	2
	Recuperação de resíduos orgânico	Acima de 30% (4) / Entre 5,1% e 30% (2) / Até 5% (1)	1	2	1	4	1	1	1	1

AE	Qual a geração per capita anual de resíduos sólidos urbanos? (kg/hab.ano)	<307 (4) / Entre 307 e 376 (3) / >376 (2)	4	4	3	4	3	4	3	4
	Existência de Aterro sanitário/ aterro controlado licenciado?	Sim (5) / Em processo de licenciamento (5) / Não licenciado ou lixão (1)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Há recuperação de áreas degradadas por resíduos?	Totalmente (5) / Parcialmente (5) / Ausente (1)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU	Inexistência de licenciamento ambiental (1) / Licenciamento ambiental realizado, porém, as medidas não foram plenamente implementadas (3) / Licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas integralmente (5)	1	1	3	1	1	1	3	1
	Existência de centros de triagem e compostagem	Sim (5) / Não (2)	2	2	5	2	2	5	2	2
TOTAL			28	26	32	30	24	35	28	27

			ABEL FIGUEIREDO		CANAÃ DOS CARAJÁS		GOIANÉSIA DO PARÁ		MUANÁ	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
CEA	Recursos alocados para ações de educação ambiental	≥3% (5) / 1 a 2,9% (4) / <1% (1)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Periodicidade da realização de ações de Educação ambiental	Anuais (5) / Esporádicos (4) / Não existem ações (1)	1	1	4	5	5	5	4	1
	Existência de ações de mobilização/ Sensibilização ambiental	Planejamento participativo (5) / Reuniões informativas (4) / Nenhuma (1)	1	1	4	1	4	1	5	1
	Existência de parcerias (associados, universidades, setor privado, movimentos sociais)	Duas ou mais (5) / Menos de duas (3) / Não tem (1)	1	1	5	1	5	5	1	1
	Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde e meio ambiente)	Conselho de Saneamento (5) / Outro (3) / Não tem (2)	2	2	5	2	3	5	3	2
		TOTAL	6	6	19	10	18	17	14	6

Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	ABEL FIGUEIREDO		CANAÃ DOS CARAJÁS		GOIANÉSIA DO PARÁ		MUANÁ	
			Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
IS	Existência de Catadores organizados (cooperativas, associações)	Todos organizados (4) / Parte organizado (3) / Presença de catadores na área de disposição final (2)	2	2	3	2	2	2	2	2
	Abrangência dos cursos de capacitação fornecidos aos catadores	>90% (4) / 50-90% (3) / <50% (2)	2	2	2	2	2	2	2	2
	Salubridade do local de trabalho dos catadores	Contempla todos os itens (4) / Somente EPI e banheiro (2) / Ausência (1)	1	1	2	1	1	1	1	2
	Parceria do poder público com os catadores na separação dos resíduos para apoio ou orientação de políticas municipais	Sim (5) / Não (1)	1	1	5	1	1	1	1	1
	Pessoas com habilidade de utilizar resíduos pós consumo como fonte de renda (catadores, artesãos etc)	Organizados em cooperativas ou associações com renda fixa (4) / Organizados em cooperativas ou associações sem renda fixa (2) / Inexistente (1)	1	1	1	1	2	1	1	1

IS	Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em política pública municipal	Existência de um programa municipal de apoio aos catadores com convênio formal (4) / Existência de um programa municipal de apoio aos catadores sem convênio formal (2) / Inexistência de política pública municipal para apoio aos catadores (1)	1	1	4	1	1	4	2	1
		TOTAL	8	8	17	8	9	11	9	9
			ABEL FIGUEIREDO		CANAÁ DOS CARAJÁS		GOIANÉSIA DO PARÁ		MUANÁ	
Dimensão	Indicadores	Descritores com notas do Delphi	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS	Notas da GRS	Notas do PMGIRS
C	Varição da geração per capita de RSU	Taxa de variação > 1 (2) / Taxa de variação = 1 (3) / Taxa de variação < 1 (5)	3	2	5	2	2	2	3	2
	Efetividade de programas educativos contínuos voltados para boas práticas da gestão de RSU	Inexistência de programas educativos (1) / Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população (3) / Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população (5)	1	1	3	1	3	1	3	1
	Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU	Ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas (1) / Divulgação pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU (3) / Divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU, inclusive com replicação das mesmas (5)	1	1	3	1	3	1	3	1
		TOTAL	5	4	11	4	8	4	9	4

ANEXO

ANEXO A – Ofício para solicitação de informações junto à SEDOP.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
 INSTITUTO DE TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Ofício N° 014/2018 – PFGEC/ITEC/UFPA

Belém, 01 de outubro de 2018.

À Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas –
 SEDOP

Assunto: Solicitação de dados para trabalho de pesquisa da UFPA.

Prezado(a) Senhor(a),

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará está trabalhando em uma pesquisa sobre resíduos sólidos urbanos gerados pelos municípios do Estado do Pará, a qual faz parte do Projeto da Tese de Doutorado da discente Raisia Rodrigues Neves, n° de matrícula no doutorado: 201712380013, sob a orientação do Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes.

Por esta razão, solicitamos disponibilização de todos os dados referentes aos resíduos gerados nos municípios do Estado, inclusive de seus planos de gestão integrada de resíduos sólidos.

Certos de contar com vossa colaboração, colocamo-nos à disposição para quaisquer informações que julgar necessárias pelo telefone (91) 98304-1915 ou e-mail: raisanevesufpa@gmail.com

Atenciosamente,

Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira
 Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
 Portaria n° 5048/2017
 PFGEC - ITEC - UFPA



Instituto de Tecnologia
 Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
 PGITEC - 1° andar - Sala 108
 Avenida Augusto Correa, n° 01 - Guamá - Belém/Pa - CEP: 66075-110
 Tel: +55 (91) 3201-8859 E-mail: ppgec@ufpa.br