

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
NÍVEL DOUTORADO**

MARIA APARECIDA LOPES URGAL

**Índice para a avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de
Porto Velho - RO: um olhar orientado à sustentabilidade.**

Porto Velho / São Leopoldo

2022

MARIA APARECIDA LOPES URGAL

**Índice para a avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de
Porto Velho - RO: um olhar orientado à sustentabilidade.**

Tese apresentada como requisito para
obtenção do título de Doutor em
Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Civil da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos -
UNISINOS

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Paulo Gomes

Porto Velho / São Leopoldo

2022

U75i

Urgal, Maria Aparecida Lopes.

Índice para a avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Porto Velho-RO : um olhar orientado à sustentabilidade / Maria Aparecida Lopes Urgal. – 2022.

214 f. : il. ; 30 cm.

Tese (doutorado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2022.

"Orientadora: Profa. Dra. Luciana Paulo Gomes."

1. Gestão de resíduos sólidos urbanos. 2. Sustentabilidade. 3. Indicadores. I. Título.

CDU 628.4(811.1)

MARIA APARECIDA LOPES URGAL

Índice para a avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Porto Velho - RO: um olhar orientado à sustentabilidade.

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Aprovado em 15 de Setembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Uwe Schulz – Universidade Vale do Rio dos Sinos

Dra. Viviana Maria Zanta – Universidade Federal da Bahia

Dr. Marcelo Oliveira Caetano – Universidade Vale do Rio dos Sinos

Para minha filha Luísa Lopes Urgal Altmann, para que se lembre que pode conquistar nesta vida tudo o que quiser.

AGRADECIMENTOS

Nenhum trabalho pode ser realizado de forma isolada pelo pesquisador. Resalto aqui que durante este processo muitos foram os que colaboraram para que este se realizasse.

Agradeço inicialmente a Deus por sempre estar presente, trazendo fé e perseverança.

A Luísa, minha filha, minha inspiração diária, meu motivo para acreditar que tudo vale a pena, pelos tantos momentos abdicados da minha presença física em virtude desta pesquisa.

Ao meu esposo Rafael, pelo apoio, pela paciência, pela compreensão na minha ausência, e por acreditar que este sonho daria certo. À minha sogra Hilda pela dedicação exclusiva à sua neta e por sempre nos incentivar a olhar para frente acreditando em dias melhores.

À minha mãe Maria José e ao meu pai Fábio pela vida e retidão de caráter que me orienta dentro dela, e por se fazerem presentes, mesmo que a distância.

À Universidade Vale do Rio dos Sinos por oferecer esta oportunidade de aprimoramento e crescimento profissional.

À minha orientadora, professora Dra. Luciana Paulo Gomes, a quem devo o sucesso deste trabalho.

A todos meus colegas de turma pelo conhecimento compartilhado por meio das experiências, pelos bons momentos vividos e pela parceria criada no decorrer destes quase quatro anos, especialmente à Aline Ramalho Dias de Souza, Jayne Carlos Piovesan e Raduan Krause Lopes.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil pelos ensinamentos e pela paciência com os outliers da área da Administração na turma, em especial aos professores Dr. Marcelo Oliveira Caetano e Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, me ajudaram na execução desta pesquisa o meu muito obrigada!

RESUMO

A motivação principal deste estudo parte da possibilidade de contribuir para a composição de um índice, sob a ótica da sustentabilidade, no que se refere à Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. A gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de Porto Velho – RO são marcadas pela ausência de planejamento adequando como previsto na Lei 12 305/2010. Discute-se neste trabalho o estágio da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos por meio de um conjunto de indicadores de sustentabilidade, trazendo uma abordagem até então não utilizada para a região quanto à diretrizes para exercício da governança sustentável à nível local, de forma a permitir a avaliação da situação de Porto Velho, além de propor ações. Para tanto foi realizado o levantamento de propostas de sistemas de indicadores nacionais e internacionais para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, resultando na seleção de 28 indicadores. O método utilizado foi a média ponderada a partir de pesos indicados pelos atores entrevistados, efetuando-se a comparação dos conjuntos de indicadores pela agregação por dimensão da sustentabilidade. Posteriormente a avaliação da GRSU do município foi realizada com base nos 28 indicadores sintetizados em um único índice. Com nota 0,41 o índice revela a situação crítica em que se encontra o município, evidenciando baixo desenvolvimento sustentável no quesito gestão de resíduos sólidos urbanos. A análise por dimensão da sustentabilidade mostra que as dimensões ambiental e econômica são as mais prejudicadas, com avaliação 0,25, seguidas da dimensão social, com nota 0,30. A dimensão melhor avaliada foi a dimensão política com nota 0,77. Ao final conclui-se que o município de Porto Velho-RO não é sustentável em sua gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e sugerem-se diretrizes para o exercício da governança de RSU sustentável, que podem servir de subsídio para políticas públicas para o município e para outras cidades de porte e características similares.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Sustentabilidade. Indicadores.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Eixos temáticos do Programa Cidades Sustentáveis (PCS)	56
Figura 2: Processo Garbometer	69
Figura 3: Modelo PER de indicador ambiental	79
Figura 4: Estrutura dos indicadores “Wasteaware”	80
Figura 6: Localização do município de Porto Velho no estado de Rondônia	86
Figura 5: Estrutura metodológica do trabalho.....	89
Figura 7: Ruas com varrição diária no Distrito-sede de Porto Velho	100
Figura 8: Capina realizada por servidores municipais.....	101
Figura 9: Roçagem realizada por servidores municipais.....	101
Figura 10: Limpeza de bueiro com caminhão.....	102
Figura 11: Limpeza de bueiro manual	102
Figura 12: Limpeza após feira	103
Figura 13: Poda realizada por servidores municipais.....	104
Figura 14: Coleta domiciliar porta a porta	105
Figura 15: Setores de coleta domiciliar de Porto Velho por frequência.....	105
Figura 16: Bairros abrangidos pela coleta seletiva na sede com respectivos dias e turnos de coleta.....	106
Figura 17: Coleta seletiva porta a porta	107
Figura 18: Cooperativa Catanorte	107
Figura 19: Acondicionamento dos resíduos de serviços de saúde nas unidades públicas municipais	108
Figura 20: Coleta hospitalar em estabelecimentos públicos municipais.....	109
Figura 21: Incinerador de Resíduos dos Serviços de Saúde	110
Figura 22: Aterro da Vila Princesa.....	111
Figura 23: Descarregamento de RCC no Aterro da Vila Princesa.....	112

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução da legislação quanto à gestão de resíduos sólidos.	34
Quadro 2: Evolução da legislação brasileira quanto à gestão de resíduos sólidos. ...	38
Quadro 3: Gestão dos resíduos sólidos no Brasil e nos países desenvolvidos.	42
Quadro 4: Indicadores da GRSU proveniente de fontes nacionais	50
Quadro 5: Indicadores da GRSU proveniente de fontes internacionais	65
Quadro 6: Entidades envolvidas nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	98
Quadro 7: Indicadores por dimensão da sustentabilidade	113
Quadro 8: Indicadores propostos pela autora (2022) a partir da revisão teórica.....	114
Quadro 9: Fonte de coleta de dados	121
Quadro 10: Pesos atribuídos para as dimensões da sustentabilidade na avaliação da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Porto Velho	123
Quadro 11: Indicadores Dimensão Ambiental	124
Quadro 12: Indicadores Dimensão Econômica	130
Quadro 13: Indicadores Dimensão Social	132
Quadro 14: Indicadores Dimensão Político/ Institucional	135
Quadro 15: Índice geral de desenvolvimento sustentável da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Porto Velho	144

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
USEPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABLP	Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública
ADB	Banco Asiático de Desenvolvimento
UNCRD	Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Regional
CSD	Comissão para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
GRSU	Gestão dos resíduos sólidos urbanos
AHP	Hierarquia Analítica de Processo
ELI	Índice de Habitabilidade Ambiental
ISLU	Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISWM	Integrated Solid Waste Management - Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
ISO	International Organization for Standardization - Organização Internacional para Padronização
ISWA	International Solid Waste Association - Associação Internacional de Resíduos Sólidos
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MOUD	<i>Ministry of Urban Development, Government of India</i> – Ministério do Desenvolvimento Urbano, Governo da Índia
MGRSUS	Modelo de gestão dos resíduos sólidos urbanos sustentável
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PGIRS	Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNSB	Planos municipais de Saneamento
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PER	Pressão de estado-resposta

PWC	Pricewaterhousecoopers
AHP	Processo de Hierarquia Analítica
PIB	Produto Interno Bruto
PCS	Programa Cidades Sustentáveis
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PMGC	Propensão marginal ao consumir
RPC	República Popular da China
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SELURB	Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana (SELURB)
SICONF	Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
EU	União Europeia
UN-HABITAT	United Nations Human Settlements Programme - Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos
WCED	World Commission on Environment and Development - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	21
1.1.	HIPÓTESES.....	23
1.2.	OBJETIVOS	24
1.2.1.	Objetivo Geral	24
1.2.2.	Objetivos Específicos	24
1.3.	ESTRUTURA DA PESQUISA	24
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
2.1.	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	27
2.2.	CRESCIMENTO ECONÔMICO, DESENVOLVIMENTO E GERAÇÃO DE RESÍDUOS.....	30
2.3	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E GESTÃO DE RESÍDUOS DAS CIDADES	31
2.4	LEGISLAÇÃO QUANTO À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	34
2.5	SISTEMAS DE INDICADORES E ÍNDICES: AGREGAÇÃO OU DADOS ISOLADOS	43
2.5.1	Transformação dos Dados e Variáveis - Indicadores	44
2.5.2	Aglutinação dos Dados e Variáveis - Indicadores	47
2.6	METODOLOGIAS E CONJUNTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS JÁ EMPREGADOS EM OUTROS TRABALHOS	49
2.6.1	Indicadores para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos a nível nacional	49
2.6.1.1	Milanez (2002) – Jaboticabal (SP)	50
2.6.1.2	Polaz e Teixeira (2009) – São Carlos (SP).....	51
2.6.1.3	Ugalde (2010) – Porto Velho (RO)	53
2.6.1.4	Dias e Santiago (2012) – municípios brasileiros.	53
2.6.1.5	PCS - Programa Cidades Sustentáveis (2013) – municípios brasileiros.....	55
2.6.1.8	Silva (2017) - Passo Fundo, Santa Maria e Porto Alegre (RS).....	59
2.6.1.9	Pereira, Curi, Curi (2018) - Região Metropolitana de Campina Grande (PB)	60
2.6.1.11	CEMPRE– municípios brasileiros.....	61
2.6.1.12	Barros, Silveira (2019) - Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG)	62

2.6.1.14. Olivo (2021) –Municípios brasileiros de médio porte.....	64
2.6.2 Indicadores da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos a nível internacional	65
2.6.2.1 UN-Habitat - United Nations Human Settlements Programme (2010) - Vinte cidades dos 6 continentes	65
2.6.2.2 Euroconsultants - Metodologia Balkwaste (2010) - Estônia, Letônia e Lituânia	66
2.6.2.3 Ministry of Urban Development, Government of India (MOUD) (2010) - Índia	67
2.6.2.4 Munizaga Plaza e Lobo García de Cortázar - Metodologia <i>Garbometer</i> (2013) – Cantabria - Espanha	68
2.6.2.5 Cifrián <i>et al.</i> (2015) – Cantabria - Espanha	70
2.6.2.6 ISO 37120:2014 - International Organization for Standardization (2014) – Qualquer Município do mundo	71
2.6.2.7 Parekh <i>et al.</i> (2014) - Gujarat e Ghaziabad Kota - Índia	73
2.6.2.8 Greene e Tonjes (2014) Nova Iorque - EUA	74
2.6.2.9 Asian Development Bank, People’s Republic of China (2014) – Municípios chineses	75
2.6.2.10 Sanjeevi e Shahabudeen (2015) – Qualquer Município do mundo	77
2.6.2.11 Hotta <i>et al.</i> (2015) - Ásia e região do Pacífico.....	78
2.6.2.12 Wilson <i>et al.</i> - Metodologia <i>Wasteaware</i> (2015) – Qualquer município do mundo	80
2.6.2.13 Sarah EISaid e El-Houssaine Aghezzaf (2018) – Cairo - Egito	82
3 METODOLOGIA	85
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO EM ESTUDO	85
3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	88
3.3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS.....	88
3.3.1 Etapa 1- Identificar a situação atual da gestão/ gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Porto Velho	90
3.3.2 Etapa 2 - Definir conjunto de indicadores para a gestão/ gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos e seus pesos	90
3.3.3 Etapa 3 - Propor índices sintéticos por dimensão da sustentabilidade e um índice geral de desenvolvimento da gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do município de Porto Velho	93

3.3.4. Etapa 4: Apresentar diretrizes para exercício da governança sustentável à nível local quanto à GRSU.....	95
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	97
4.1 LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	97
4.2 APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DO MUNICÍPIO	98
4.2.1 Serviços de Limpeza Urbana.....	99
4.2.1.1 Varrição	99
4.2.1.2 Capinação e Roçagem	100
4.2.1.3 Limpeza de bueiros	101
4.2.1.4 Limpeza de Mercados Municipais e Feiras	103
4.2.1.5 Poda.....	103
4.2.2 Serviços de Manejo de Resíduos.....	104
4.2.2 1 Coleta de resíduos domiciliares	104
4.2.2 2 Coleta seletiva.....	106
4.2.2 3 Coleta de resíduos de serviços de saúde.....	108
4.2.2 4 Tratamento dos RSS.....	109
4.2.2 5 Disposição final dos RDO.....	110
4.2.2 6 Coleta de resíduos da construção civil.....	111
4.2.2 7 Coleta de pneumáticos.....	112
4.3 DEFINIÇÃO DA MATRIZ DE INDICADORES PARA MENSURAR A SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO E COLETA DE DADOS	113
4.3.1 Definição da matriz de indicadores	113
4.3.2 Fontes de Coleta de Dados	121
4.4 PESOS ATRIBUÍDOS ÀS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE.....	122
4.5 DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES SINTÉTICOS POR DIMENSÃO DA SUSTENTABILIDADE E UM ÍNDICE GERAL DE DESENVOLVIMENTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO	123
4.5.1 Dimensão Ambiental	123
4.5.1.1 Forma de Disposição final	125
4.5.1.2 Grau de recuperação das áreas de lixões.....	126
4.5.1.3 Ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados.....	126

4.5.1.4 Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades de disposição final de resíduos	127
4.5.1.5 Existência de aterro para resíduos inertes (resíduos de construção e demolição).....	127
4.5.1.6 Grau de reciclagem dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público	127
4.5.1.7 Existência de centro de triagem e compostagem.....	128
4.5.1.8 Reciclagem de resíduos degradáveis em composto orgânico	129
4.5.1.9 Análise Dimensão Ambiental.....	129
4.5.2 Dimensão Econômica	130
4.5.2.1 Percentual autofinanciado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município.....	130
4.5.2.2 Percentual do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública.....	130
4.5.2.3 Análise Dimensão Econômica.....	131
4.5.3 Dimensão Social.....	131
4.5.3.1 Existência de catadores nas ruas.....	132
4.5.3.2 Existência de catadores no lixão/ aterro.....	133
4.5.3.3 Catadores organizados (cooperativas, associações)	133
4.5.3.4 Políticas públicas de apoio ou de orientação às pessoas que atuam com RSU.....	133
4.5.3.5 Variação da geração per capita de RSU	133
4.5.3.6 Análise Dimensão Social.....	135
4.5.4 Dimensão Político/ Institucional	135
4.5.4.1 Grau de estruturação da GRSU na administração pública municipal.....	137
4.5.4.2 Grau de capacitação dos funcionários atuantes na GRSU	138
4.5.4.3 Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal.....	138
4.5.4.4 Grau de execução do Plano Municipal de GRSU vigente	138
4.5.4.5 Existência de uma legislação específica para a gestão dos RSU no município	139
4.5.4.6 Satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/frequência/ horário)	140

4.5.4.7 Existência de informações sobre a GRSU sistematizadas e disponibilizadas para a população.....	140
4.5.4.8 Recursos aplicados nos demais serviços de limpeza urbana	140
4.5.4.9 Percentual da População atendida com os serviços de coleta seletiva (taxa de cobertura)	141
4.5.4.10 Percentual da População atendida com os serviços de RSU no município (taxa de cobertura)	141
4.5.4.11 Frequência de coleta de RSU no município	141
4.5.4.12 Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da GRSU e produção mais limpa	141
4.5.4.13 Existência de um canal de reclamação	142
4.5.4.14 Análise Dimensão Político Institucional	142
4.5.5 Índice geral de desenvolvimento sustentável da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Porto Velho.....	143
4.5.6 Diretrizes para exercício da governança sustentável à nível local quanto à gestão de resíduos sólidos urbanos.....	145
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	149
REFERÊNCIAS.....	153
ANEXOS	165
Anexo A: Indicadores de sustentabilidade para a GRSU propostos por Milanez (2002) para gestão dos RSU.....	166
Anexo B: Indicadores de sustentabilidade para a GRSU propostos por Polaz e Teixeira (2009) para gestão dos RSU	168
Anexo C: Indicadores de sustentabilidade para a GRSU propostos por Dias e Santiago (2012).....	170
Anexo D: Indicadores propostos por Oliveira e Castro; Silva; Marchand (2015).....	174
Anexo E: Indicadores propostos pelo ISLU (2019).....	175
Anexo F: Indicadores propostos por Silva (2017).....	176
Anexo G: Indicadores propostos por Pereira, Curi, Curi (2018)	179
Anexo H: Indicadores para a gestão de RSU propostos pela ABRELPE (2021).....	181
Anexo I: Indicadores propostos pelo Cempre (2019)	182
Anexo J: Indicadores propostos por Barros, Silveira (2019)	183
Anexo K: Indicadores para a GRSU propostos pelo SNIS (2020).....	186
Anexo L: Indicadores propostos por Olivo (2021)	188

Anexo M: Indicadores propostos pela UN-Habitat.....	189
Anexo N: Indicadores propostos por Euroconsultants - Metodologia Balkwaste (2010)	190
Anexo O: Indicadores propostos pelo Ministry of Urban Development, Government of India - MOUD (2010).....	192
Anexo P: Indicadores propostos por Munizaga Plaza e Lobo García de Cortázar - Metodologia Garbometer (2013)	193
Anexo Q: Indicadores propostos por Cifrian <i>et al.</i> (2015).....	201
Anexo R: Indicadores propostos pela ISO 37.120:2014 tema Resíduos Sólidos (2014).....	202
Anexo S: Indicadores propostos por Parekh <i>et al.</i> (2014)	203
Anexo T: Indicadores propostos por Greene e Tonjes (2014).....	205
Anexo U: Indicadores propostos pelo ADB - Asian Development Bank, People's Republic of China (2014).....	206
Anexo V: Indicadores propostos por Sanjeevi e Shahabudeen (2015)	207
Anexo W: Indicadores propostos por Hotta <i>et al</i> (2015).....	208
Anexo X: Indicadores propostos por Wilson <i>et al.</i> (2015).....	209
Anexo Y: Indicadores propostos por ElSaid e Aghezzaf (2018).....	210
APÊNDICE	211
APÊNDICE A - Definição da importância das dimensões da sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos urbanos no município de porto velho e dos indicadores propostos pela autora.....	212

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo introdutório será apresentada a situação atual brasileira, com foco na região Norte e especificamente no município de Porto Velho, capital de Rondônia, no que diz respeito à gestão de resíduos sólidos urbanos. Serão indicadas ainda as hipóteses de pesquisa, os objetivos e por fim as etapas do trabalho realizado.

A lei nº 11.445 de 2007 (BRASIL, 2007) é considerada um marco regulatório para o setor de saneamento no Brasil, pois estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. De acordo com a legislação todo município deve elaborar um Plano Municipal de Saneamento Básico e este deve contemplar quatro aspectos básicos: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública, e, proteção do meio ambiente.

Em 2010 foi publicada a lei nº 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta lei dispõe sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e os instrumentos econômicos aplicáveis.

A partir desta Lei todos os municípios brasileiros são obrigados a apresentar um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) ou o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos pode estar inserido no Plano Municipal de Saneamento Básico.

O PGIRS é um dos instrumentos da PNRS. Este determina para os comerciantes, importadores, distribuidores, prestadores de serviço público ou privado e consumidores em geral como se pretende e se deve atuar e agir para alcançar aos objetivos propostos pela PNRS.

A premissa de todo PGIRS deve ser o cumprimento da seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A política de resíduos sólidos urbanos de Porto Velho (RO) é marcada pela ausência de planejamento adequado da gestão e gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), bem como pela baixa capacidade técnica do município. Um dos problemas da ausência do planejamento e da gestão e gerenciamento dos RSU é a inexistência

de ações municipais amplas quanto à conscientização e ao descarte correto do que é considerado resíduo (lixo).

Verifica-se no município a falta de programas que alcancem a população como um todo em ações de educação ambiental, conscientização e até mesmo ações de fiscalização. Porto Velho também ainda não conta com um aterro sanitário, a deposição irregular além da poluição do ar e do solo, faz com que pessoas mais vulneráveis encontrem em condições insalubres uma fonte de renda.

Mensalmente no ano de 2020 deram entrada ao aterro controlado do município cerca de 14.788,64 toneladas de resíduos sólidos, dado que tem apresentado crescimento com o passar meses. Entre os anos de 2019 e 2020 há variação de 0,8% a maior na quantidade de toneladas descartadas nesta área (SEMUSB, 2020), indicando aumento na geração destes.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) no ano de 2019, 98,94% da população do município tem cobertura de serviços de coleta de resíduos domiciliares, material este que é levado aterro controlado; enquanto apenas 25% contam com cobertura da coleta seletiva, sendo recuperado deste percentual apenas 0,86%. Isto demonstra um aspecto cultural relevante do município, bem como da população, que ainda não foi preparada para reinserir estes materiais na cadeia, deixando as chances de diminuição da geração de resíduos mais escassas.

Assim, ainda há o que se falar e desenvolver para que o município e sua população evoluam e alcancem patamares maiores e mais sustentáveis quanto à geração e gestão dos RSU. Uma característica que não é particular apenas do município de Porto Velho é o aumento do consumo da população, trazendo como consequência o aumento da geração de RSU, fazendo este campo de análise de particular relevância, não só por este aumento, mas também por envolver a necessidade de políticas públicas que estabeleçam novos instrumentos no gerenciamento de resíduos, como a gestão integrada de resíduos, a logística reversa, a responsabilidade compartilhada do gerenciamento e ações para conscientização da geração de resíduos.

O estudo desenvolvido por Ugalde (2010) os resultados mostraram que a gestão de resíduos sólidos urbanos em Porto Velho -RO podia ser considerada como insustentável ambientalmente. Busca-se identificar agora o quanto a cidade evoluiu nestes últimos 12 anos. A motivação principal deste estudo parte então da

possibilidade de contribuir para a evolução do debate em torno das questões necessárias e prioritárias para a composição de um índice, sob a ótica da sustentabilidade, e, assim, servir de subsídio para políticas públicas, mais especificamente quanto à gestão de RSU em âmbito municipal, podendo ser aplicado para municípios da região Norte do país, com características semelhantes à do município em estudo. A gestão dos resíduos sólidos apresenta uma forte relação com a sustentabilidade. Além de sua dimensão ambiental, esse sistema possui ainda componentes sociais, econômicos e políticos relevantes.

Este estudo discutiu o desenvolvimento do município de Porto Velho (RO) quanto à gestão de RSU por meio de um conjunto de indicadores e instrumentos de ação, identificados e utilizados em outros trabalhos, que podem ser aplicados para a gestão e/ou avaliação da gestão dos RSU da região Norte do país. Ao final, foram selecionados indicadores para avaliação da gestão dos RSU no município de Porto Velho, propondo um índice, resultado da aglutinação dos indicadores, e propostas de diretrizes para o exercício da governança sustentável à nível local, que possam auxiliar na tomada de decisão do município.

1.1. HIPÓTESES

Este trabalho se propõe a verificar as seguintes hipóteses de pesquisa:

- Porto Velho não é sustentável no que se refere à gestão de resíduos sólidos urbanos.
- Os municípios com características similares a Porto Velho não detém em fontes oficiais informações que possibilitam a avaliação da sua gestão de resíduos sólidos urbanos que forneçam base para a governança sustentável.
- Do estudo de Ugalde (2010) para 2022, as políticas implementadas na capital de Rondônia não levam a um resultado adequado no que se refere à gestão de resíduos sólidos urbanos.
- Estabelecer indicadores e índice de gestão de resíduos sólidos urbanos que possibilitem monitoramento pode trazer um melhor desempenho ambiental para a cidade.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Porto Velho - RO, a partir dos indicadores e índices propostos.

1.2.2. Objetivos Específicos

Para se alcançar o objetivo geral são propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar a situação da gestão/gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Porto Velho;
- b) Definir conjunto de indicadores de sustentabilidade para a gestão/gerenciamento de resíduos sólidos urbanos;
- c) Propor índices sintéticos por dimensões e um índice geral de desenvolvimento sustentável da gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do município de Porto Velho;
- d) Apresentar diretrizes para exercício da governança sustentável a nível local quanto à gestão de resíduos sólidos urbanos.

1.3. ESTRUTURA DA PESQUISA

Esta pesquisa está dividida em 4 capítulos conforme estrutura descrita a seguir.

O capítulo 1, “Introdução”, apresenta a contextualização do tema, justificativa e objetivos da pesquisa. No capítulo 2, “Fundamentação Teórica”, encontra-se a revisão bibliográfica, que aborda Sistemas de resíduos sólidos urbanos, Crescimento econômico, Desenvolvimento e geração de resíduos, Desenvolvimento sustentável e gestão de resíduos das cidades, Legislação quanto à gestão de resíduos sólidos urbanos, Sistemas de indicadores e índices, e, Metodologia e conjunto de indicadores da gestão de resíduos sólidos urbanos já empregados em

outros trabalhos. O capítulo 3, “Metodologia”, apresenta os procedimentos metodológicos empregados no desenvolvimento do estudo. O Capítulo 4 “Resultados” traz o que foi encontrado com a pesquisa e qual é a avaliação do município em estudo, após encontrado o índice geral, e as diretrizes propostas pela autora. Por último, a Conclusão do estudo e ainda propostas de continuidade do trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A preocupação crescente pela preservação dos recursos naturais associadas às questões ligadas à geração de resíduos sólidos e sua logística reversa indica que políticas públicas para tratar deste assunto tendem a ser cada vez mais urgentes, frequentes e demandadas pela população.

A PNRS (BRASIL, 2010) estabelece como RSU os resíduos de origem domiciliar, de atividades domésticas em residências urbanas, de limpeza urbana originários de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, e demais serviços de limpeza urbana. E, reconhece também, rejeito, como o resíduo para o qual não há perspectivas de tratamento e/ou possibilidade de recuperação através de processos tecnológicos disponíveis, economicamente viáveis, tornando a disposição final, desde que ambientalmente adequada, a única alternativa.

Embora ainda seja uma realidade utópica para parte da população, é desejável que desde o momento de sua geração os resíduos recebam o tratamento e destinação corretos a fim de furtar-se de que virem possíveis causadores de impactos ambientais. Para isso é necessária a adoção de práticas pela população, mas também de sistemas que considerem todas as fases pelo qual o resíduo transporá da sua origem à destinação final.

O avanço de um pensamento crítico para o reconhecimento da complexidade dos problemas socioambientais contemporâneos aponta para a necessidade de se compreender e interagir com os recursos ecossistêmicos, considerando os exercícios interdependentes ligados às cadeias de produção e oferta de recursos essenciais à inclusão e melhoria da qualidade de vida da população como um todo (GIATTI; URBINATTI; MARTINS, 2019).

A economia circular se inclui num quadro de desenvolvimento sustentável baseado no princípio de fechar o ciclo de vida dos produtos. Ela permite a redução no consumo de matérias-primas, energia e água, promove o desenvolvimento de novas relações entre as empresas, sendo estas consumidoras e fornecedoras de materiais que são reincorporados no ciclo produtivo (Ellen MacArthur Foundation, 2012, 2013, 2014).

A economia circular surge como modelo que viabiliza a reintrodução dos

resíduos na cadeia produtiva de modo a reduzir a pressão sobre os recursos naturais (LEITÃO, 2015), orientando a uma mudança no próprio conceito de resíduos, que passam a ser considerados neste cenário como recursos, uma vez que, em grande parte, podem ser reaproveitados.

O resíduo sólido apresenta grande potencial já reconhecido por diversos países, cuja gestão de resíduos orgânicos está intrinsicamente ligada à economia local, fomentando renda, emprego e mitigação dos impactos ambientais (COMISSÃO EUROPEIA, 2015). Com isso, vê-se a importância da constante reflexão de modo que as cadeias de produção também busquem a otimização do uso dos recursos, e, em primeira análise, partindo para o avanço dos conceitos de eficiência que não podem mais ser tratados apenas de modo setorial (GIATTI; URBINATTI; MARTINS, 2019).

Para que a proposta da eficiência na utilização dos recursos e a responsabilidade de geração sejam arcadas de fato por quem a gerou, há que se considerar a necessidade de se deslocar o discurso de um ponto de vista factual para uma questão de participação e corresponsabilização de diversos atores. Neste sentido, com a sanção presidencial da Lei 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos no ano de 2010 (BRASIL, 2010), têm-se um marco regulatório que incentiva ao desenvolvimento social, econômico e ambiental com a responsabilização destes atores.

A PNRS (BRASIL, 2010) traz um conjunto de preceitos e condutas tendo como objetivo a gestão integrada e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos. Nela estão sujeitas à sua observância as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Com isso, surge um novo desafio ao se pleitear o diálogo entre os diferentes contextos da governança, que implicam tanto as limitações, enquanto recursos, mas também as questões das injustiças e a necessidade de se envolver múltiplos atores sociais e partes interessadas (CAIRNS; KRZYWOSZYNSKA, 2016).

A PNRS (BRASIL, 2010) define que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; mas, para estabelecer um sistema de

gerenciamento é imprescindível compreender a conjuntura atual da geração de resíduos. Neste sentido a lei incumbe ao Distrito Federal e aos municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios (BRASIL, 2010).

Por envolver aspectos ligados às questões ambientais, econômicas e sociais temas discutidos pela Agenda 21 e outros documentos semelhantes, considera-se que a gestão dos RSU possui uma forte relação com a sustentabilidade, um dos princípios base da PNRS (BRASIL, 2010).

Passados 12 anos de sua promulgação, o Brasil ainda apresenta dificuldades significativas na sua implementação, apresentando diferentes problemas para sua efetiva aplicação, podendo-se se evidenciar a baixa disponibilidade orçamentária e a fraca capacidade institucional e de gerenciamento de muitos municípios brasileiros (HEBER; SILVA, 2014).

Logo, a PNRS (BRASIL, 2010) serve como disciplinador no que tange à gestão de resíduos e seus planos, por induzir ao desenvolvimento social, econômico e ambiental.

Define-se 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).

O gerenciamento integrado dos RSU constitui uma das políticas públicas mais complexas a serem enfrentadas pelos municípios e, todavia, não tem recebido a devida atenção (POLZER, 2019). A falta de planos integrados de gerenciamento de RSU nas cidades brasileiras, considerando problemas ainda existentes como falta de universalização dos programas de coleta seletiva, pré-tratamentos como reciclagem, compostagem, entre outros, sistemas de logística reversa e inclusão de catadores, agravam ainda mais o problema.

Pensando em um sistema a nível municipal, a construção de um SRSU objetivando soluções não é obtida apenas com a elaboração de documentos; vai muito além, seus conceitos devem ser entendidos e vividos pelos munícipes como um todo – os geradores, incluindo aí poder público, assim, sua mobilização e conhecimento sobre o assunto são primordiais.

Torna-se interessante conceber a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos de forma sistêmica, integrada e holística, que possibilite visualizar as

relações e conexões existentes entre todas as partes do sistema de resíduos sólidos e delas com o seu meio ambiente externo (MASSUKADO, 2004).

2.2. CRESCIMENTO ECONÔMICO, DESENVOLVIMENTO E GERAÇÃO DE RESÍDUOS.

Registrou-se no Brasil, mais especificamente entre os anos de 2000 e 2008, um aumento da renda da população mais pobre (BARROS *et al.*; 2009). Estas famílias à medida que aumentam a sua renda, apresentam maior propensão marginal ao consumo (PMgC) (NEVES; CROCOMO, 2005); verifica-se assim que aumentos da renda nas faixas de menor renda resultam em aumentos de consumo, proporcionalmente, maiores do que nas faixas de maior renda (CAMPOS, 2012).

Acseirad (2019) levanta que a passagem do consumo ao consumismo se resulta de pelo menos três processos:

1. Da construção social das necessidades como variável dependente da atividade de produção, esforço de venda e disponibilidade de crédito (oferta pensada de modo a produzir sua própria demanda);
2. Da reconfiguração do sistema de valores para que o padrão de consumo se afirme na posição das pessoas no espaço social, e,
3. De instrumentos de publicidade onde todos os sujeitos estão em princípio submetidos compulsoriamente pelo modo como o espaço público é mercantilizado, cedendo lugar ao consumismo forçado inclusive pelas peças publicitárias.

O consumismo, vinculado às estratégias do capitalismo como mecanismo de garantia para a absorção do que é por ele produzido, ampliou-se cada vez mais devido à indústria, que se mantém com todo fervor na sua produção (SILVA, 2017). Bauman (2008) caracteriza consumismo como um estilo de vida, que fixa um padrão de relações entre um nível da população que podem adquirir um número cada vez maior de mercadorias, ultrapassando o limite que é considerado como suficiente ou necessário. Como um fruto amargo do consumismo, o número de objetos e materiais descartados aumenta a cada dia, como indicado no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2014).

De acordo com estudo realizado por Oliveira *et al.* (2004) na Paraíba- BR, a relação direta entre a renda, o consumo e a geração de resíduos sólidos registraram

grande variação da geração per capita de resíduos sólidos em função da renda de seus habitantes. A média ponderada de geração foi de 665g/habitante/dia, variando de 399,5 a 1.206,8g/habitante/dia. Foram registrados os menores valores nas regiões mais pobres, e os maiores nas regiões mais ricas (OLIVEIRA *et al.*,2004).

Entre os anos de 2019 e 2020 a geração de RSU no Brasil teve um crescimento de aproximadamente 1,3%, alcançando as 225.965 toneladas diárias. A geração per capita teve elevação de 0,19%, considerando crescimento populacional de 0,79%. Em média, cada brasileiro gerou em 2020 pouco mais de 1,07 quilos de resíduos por dia (ABRELPE, 2021).

2.3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E GESTÃO DE RESÍDUOS DAS CIDADES

O conceito de desenvolvimento vem evoluindo como a evolução do próprio homem, refletindo o modo do ser humano de suprir suas necessidades, progredir e melhorar sua qualidade de vida.

Ao passo que as relações sociais também evoluíram, elas tornaram-se mais complexas, da mesma forma os conceitos e as exigências em relação ao tipo de desenvolvimento almejado, fazendo a humanidade repensar seus juízos e questionar seu atual modelo, e assim reformular suas interpretações.

Assim, o conceito de desenvolvimento tornou-se dinâmico e seus indicadores tendem a variar de acordo com a cultura, evolução e as exigências do homem.

Em 1987, no Relatório Brundlandt, da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento, que foi elaborado a partir da World Commission on Environment and Development (WCED), foi onde surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável com maior aceitação até então, onde ele foi definido como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras suprir suas próprias necessidades (WCED, 1991). Em seu sentido mais amplo, essa abstração normativa é a que tem sido mais aceita e aprovada.

Foi após a RIO 92 que o foco se deslocou do meio utilizado para se obter o desenvolvimento, para os fins aos quais o desenvolvimento deve servir: o progresso global da sociedade e o seu bem-estar (UNESCO, 1999a). O conceito de desenvolvimento sustentável, então, passou a englobar quatro dimensões básicas: a

ética, que envolve a solidariedade em relação às futuras gerações; a temporal, através da precaução e planejamento em longo prazo; a social, pela diminuição das desigualdades; e a prática, que reconhece como necessária a mudança de hábitos de consumo e de comportamentos.

Um trabalho que tem alcançado um alto grau de consenso para Avaliar Sustentabilidade do Desenvolvimento são os Princípios Bellagio, desenvolvido pelo Grupo Bellagio (IISD, 2000). Os princípios de Bellagio são princípios que orientam a avaliação do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável e apontam: a) necessidade de se estabelecer, como ponto de partida, uma visão e metas que reflitam sustentabilidade em termos práticos; b) a substância ou o que sustentar; c) o processo ou como sustentar; e, d) capacidade institucional para fortalecer a aprendizagem contínua. Os Princípios de Bellagio são orientações para a avaliação de todo o processo, desde a escolha e o projeto dos indicadores e sua interpretação até a comunicação dos resultados, sendo princípios inter-relacionados, que devem ser aplicados de forma conjunta, e foram criados tanto para iniciar processos de avaliação do desenvolvimento sustentável, quanto para avaliar processos já existentes de qualquer instituição, desde comunidades locais e empresas até organismos internacionais.

Nascimento (2012) defende que a noção de sustentabilidade tem suas origens na biologia, por meio da ecologia, tratando da capacidade de recuperação e reprodução dos ecossistemas em detrimento das agressões quanto ao uso desordenado dos recursos naturais, ou fenômenos da natureza; e na economia, no que se refere ao desenvolvimento em face que o padrão de produção e consumo não tem possibilidade de perdurar. Neste contexto surge o conceito de sustentabilidade, principalmente acerca da percepção dos recursos naturais, sua finitude e constante redução.

A responsabilidade socioambiental está intimamente ligada à implementação de políticas públicas fundadas no compromisso ecológico e nos pilares da sustentabilidade, mas, esta implementação e seu desenvolvimento e acompanhamento, da agenda política à avaliação e retroalimentação, dependem dos modelos de gestão e de Estado adotados (BLIACHERIENE, 2019).

Assim, a avaliação do progresso em direção ao desenvolvimento sustentável tem alimentado o crescente interesse internacional concernente às técnicas para mensuração da sustentabilidade, conforme solicitado no Capítulo 40 da Agenda 21

(AGENDA 21, 1997). Nesse sentido, monitorar e avaliar o andamento do processo de desenvolvimento é fundamental para garantir a sustentabilidade.

Neste mesmo sentido, mais recentemente, surge a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, que pretende, pela primeira vez, ser verdadeiramente universal, enfatizando o ponto em que todos precisam fazer a sua parte, sendo governos, setor privado e sociedade civil seus principais atores, fazendo destes o centro do processo decisório (UN- Habitat, 2017b).

A sustentabilidade ambiental e a manutenção dos recursos naturais são preocupações que permeiam os principais meios sociais no século XXI, tratando de questão de vida ou morte para o planeta e conseqüentemente para a espécie humana (MAGLIO, PHILIPPI JR., 2019). Da mesma forma, a inquietação quanto à gestão correta dos resíduos vem sendo discutida nas esferas nacional e internacional, principalmente após à ampliação do pensamento global com relação ao meio ambiente.

Desse modo, a complexidade das mais contemporâneas demandas ambientais, sociais e econômicas instiga à um novo posicionamento dos três níveis de governo, da sociedade civil e da iniciativa privada, com objetivo de otimizar sua utilização e produção, de modo que o consumo de recursos (renováveis e não), não ultrapasse os limites que o ambiente pode suportar, dissociando o crescimento econômico e utilização dos recursos (FRAGA, DINIS, MOTA, 2005).

A destinação adequada dos resíduos sólidos é uma premissa importante quando se fala em cidades mais sustentáveis.

Os pontos relacionados à legislação da gestão e manejo dos resíduos sólidos no Brasil são definidos na Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n. 11.445, de 2007, na Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), Neste sentido, a PNRS (BRASIL, 2010) trouxe importantes diretrizes para que o país combata os principais problemas ambientais, sociais e econômicos resultantes da gestão inadequada dos resíduos sólidos.

Em países mais ricos com maior geração de resíduos onde encontra-se uma maior capacidade de equacionamento da gestão, como por exemplo, recursos econômicos, preocupação ambiental de seus habitantes, bem como o avanço tecnológico. Em cidades de países em desenvolvimento com urbanização crescente verificam-se carência na capacidade financeira, bem como administrativa quanto ao provimento de infraestrutura e serviços essenciais e básicos (JACOBI, BESEN,

2011).

Estudos tanto no âmbito nacional como internacional, mostram progresso nas duas últimas décadas, quanto aos conceitos de gestão integrada de resíduos sólidos e sua discussão. A gestão sustentável e integrada dos resíduos sólidos deve incluir a redução da produção nas fontes geradoras, o reaproveitamento, a coleta seletiva com inclusão de catadores de materiais recicláveis e a reciclagem, e a recuperação de energia (KLUNDER *et al.*, 2001; ADEDIPE *et al.*, 2005).

Esta implica numa hierarquia de objetivos que incluem: a minimização da geração de resíduos; a redução dos impactos negativos dos resíduos; a maximização da reutilização, da reciclagem e da compostagem; a recuperação de energia; a promoção de tratamento e a disposição final de forma ambientalmente segura (KLUNDER *et al.*, 2001; ADEDIPE *et al.*, 2005; IPCC, 2007).

Para a PNRS (BRASIL, 2010) a gestão integrada de resíduos sólidos é entendida como o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. A administração pública municipal tem então a responsabilidade de gerenciar os resíduos sólidos, desde a sua coleta até a sua disposição final, que deve ser ambientalmente segura (JACOBI, BESEN, 2011); todavia, a gestão de resíduos sólidos urbanos é um dos temas, dentro do desenvolvimento sustentável, que mais carece de instrumentos de mensuração e avaliação (RAMOS, 2013).

2.4 LEGISLAÇÃO QUANTO À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A fim de se conhecer e analisar a legislação brasileira quanto à gestão de resíduos sólidos, torna-se relevante visitar a legislação quanto à gestão de resíduos sólidos em âmbito internacional, demonstrada através do quadro 1.

Quadro 1 - Evolução da legislação quanto à gestão de resíduos sólidos.

ANO	LOCAL	TEXTO
1965	Estados Unidos	Lei de Resíduos Sólidos. Entre outros aspectos, respondeu pelo financiamento de inventários estaduais de aterros sanitários e "lixões". Em 1976, essa lei foi complementada em pontos importantes por meio da Lei de Conservação e Recuperação. Em 1984, foram aprovadas emendas à Lei de Conservação e Recuperação relativas a resíduos sólidos e resíduos

		perigosos.
1970	Japão	Lei de Gestão de Resíduos, que contém as definições, a classificação de resíduos e os padrões para tratamento, estabelece a política nacional e programas regionais e municipais de gestão de resíduos.
1975	EUROPA Diretiva 75/439/CEE	Determina que, sempre que as restrições de ordem técnica, econômica e administrativa o permitam, os Estados-Membros tomem as medidas necessárias para dar prioridade ao tratamento dos óleos usados por regeneração. Foi revogada posteriormente, mas os óleos usados passaram a ser tratados pela Diretiva 2008/98/CE, sobre resíduos sólidos em geral.
	EUROPA Diretiva 75/442/CEE	Determina que os Estados-membros adotem as medidas necessárias para promover a prevenção, a reciclagem e a transformação dos resíduos, a obtenção a partir destes de matérias-primas e eventualmente de energia, assim como qualquer outro método que permita a reutilização dos resíduos. Por meio de alteração efetuada em 1991, a Diretiva determina que os Estados-membros tomem medidas adequadas para promover, em primeiro lugar, a prevenção ou a redução da produção e da nocividade dos resíduos
	França	Política francesa de resíduos: prevenir ou reduzir a produção e a nocividade dos resíduos; organizar o transporte dos resíduos e limitá-lo em distância e volume; valorizar os resíduos pela reutilização, reciclagem ou qualquer outra ação visando a obter energia ou materiais a partir dos resíduos. A partir de 1º de julho de 2002 não admitir nas instalações de disposição, resíduos que não os finais.
1980	Estados Unidos	Lei de Prevenção da Poluição, segundo a qual a poluição deve ser evitada ou reduzida na fonte, sempre que possível.
1986	Alemanha	Lei de Minimização e Eliminação de Resíduos
1987	Alemanha	Lei de Minimização e Eliminação de Óleos usados
1989	Alemanha	Lei de Minimização e Eliminação de Solventes
	Canadá	Protocolo Nacional de Embalagens, acordo voluntário com a indústria para reduzir a quantidade de resíduos de embalagens que iam para disposição final em 50% no ano 2000
1991	Alemanha	Lei de Minimização e Eliminação de Vasilhames e embalagens
	EUROPA Diretiva 91/157/CEE	Tinha por objetivo a redução do teor de metais pesados nas pilhas comercializadas naquele bloco, assim como a coleta e eliminação separada desses produtos. Essa norma foi substituída pela Diretiva 2006/66/CE (EUROPA, s.d. f), que proíbe a colocação no mercado de pilhas e acumuladores com teores de mercúrio e cádmio acima de certo limite.
	Japão	Lei para a efetiva utilização dos recursos, aprovada em 1991 e emendada em 2000, que determina que os fabricantes de determinados produtos promovam a redução de resíduos diversos, de acordo com padrões estabelecidos pelo ministro do meio ambiente.
1994	Alemanha	Lei de Economia de Ciclo Integral e dos Resíduos, que substitui a norma de 1986
	EUROPA Diretiva 94/62/CE	Prevê medidas que visam como primeira prioridade prevenir a produção de resíduos de embalagens e prevê igualmente, como princípios fundamentais, a reutilização das embalagens, a reciclagem e as outras formas de valorização dos resíduos de embalagens e, por conseguinte, a redução da eliminação final desses resíduos. Alterada algumas vezes, a última das quais em 2009, onde os Estados-membros podem transpor as disposições relacionadas aos sistemas de coleta mediante acordos entre as autoridades competentes e os setores econômicos envolvidos, desde que atendidas as metas de

		valorização e reciclagem estabelecidas.
1997	Espanha Lei 11/97	Obriga as empresas a recuperar suas embalagens uma vez convertidas em resíduos e a dar-lhes correto tratamento ambiental.
	Japão	Lei para a promoção da coleta seletiva e a reciclagem de recipientes e embalagens. Estabelece responsabilidades para os consumidores, a administração e o setor produtivo quanto ao manejo dos resíduos de recipientes e embalagens. Em abril de 2000, foram acrescentados à lista outros recipientes e embalagens de plástico e de papel.
1998	Espanha Lei 10/98	Prevê a elaboração de planos nacionais de resíduos e admitia a possibilidade de que as entidades locais pudessem elaborar seus próprios planos de gestão resíduos urbanos. Foi revogada e substituída pela Lei 22/2011.
1999	EUROPA Diretiva 1999/31/CE	Sua última alteração é de 2008, relativa à deposição de resíduos em aterros, que tem por objetivo prever medidas, processos e orientações que evitem ou reduzam tanto quanto possível os efeitos negativos sobre o meio ambiente, em especial a poluição das águas de superfície, das águas subterrâneas, do solo e da atmosfera, sobre o ambiente global, incluindo o efeito de estufa, bem como quaisquer riscos para a saúde humana, resultantes da deposição de resíduos em aterros durante todo o ciclo de vida do aterro.
2000	EUROPA Diretiva 2000/53/CE	Alterada diversas vezes, a última das quais em 2011. Também nesse caso, estabelece como a prioridade a prevenção da formação de resíduos provenientes de veículos e, além disso, a reutilização, reciclagem e outras formas de valorização dos veículos em fim de vida e seus componentes, de forma a reduzir a quantidade de resíduos a eliminar, bem como a melhoria do desempenho ambiental de todos os operadores econômicos intervenientes durante o ciclo de vida dos veículos e, sobretudo, dos operadores diretamente envolvidos no tratamento de veículos em fim de vida.
	Japão	Lei para implementar uma sociedade que considere o ciclo da matéria que prevê um programa nacional para criar a sociedade que considere o ciclo da matéria; estabelece a seguinte ordem de prioridade, sempre que ambientalmente adequado e economicamente viável: redução na fonte ou não geração de resíduos, reutilização, reciclagem, recuperação de energia, disposição final adequada. A lei também estabelece o princípio da responsabilidade estendida do produtor.
2002	EUROPA Diretiva 2002/96/CE	Tem sua última alteração datada de 2008. Essa diretiva tem por objetivo, prioritariamente, a prevenção de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e, adicionalmente, a reutilização, reciclagem e outras formas de valorização desses resíduos, de modo a reduzir a quantidade de resíduos a eliminar.
2006	EUROPA Diretiva 2006/12/CE	Estabelece o enquadramento legal para o tratamento dos resíduos na Comunidade.
	EUROPA 2006/66/CE	Proíbe a colocação no mercado de pilhas e acumuladores com teores de mercúrio e cádmio acima de certo limite. Os Estados-Membros podem: exigir a criação dos sistemas de coleta pelos produtores; obrigar os outros operadores econômicos a participarem nesses sistemas; manter os sistemas existentes. Prevê que os Estados-Membros garantam que os produtores, ou terceiros em seu nome, financiem quaisquer custos líquidos resultantes da coleta, do tratamento e da reciclagem de todos os resíduos de pilhas e de acumuladores portáteis coletados.
2008	EUROPA Diretiva 2008/98/CE	Trata das definições, a primeira das quais é a relativa a resíduos, considerados como quaisquer substâncias ou obje-

		tos de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer
2009	Canadá	Plano de Ação Nacional do Canadá para a Responsabilidade Estendida do Produtor que tem por objetivo a adoção, pelos produtores, do ciclo de vida completo no cálculo dos custos de seus produtos.
2009	China	Publicação da <i>Circular Economy Promotion Law of the People's Republic of China</i> , legislação que trata da Economia Circular.
2011	Espanha Lei 22/2011	Estabelece o regime jurídico da produção e gestão de resíduos, assim como a previsão de medidas para prevenir sua geração e para evitar ou reduzir os impactos adversos sobre a saúde humana e o meio ambiente associados à geração e gestão desses resíduos.
2015	União Europeia	Incorpora os conceitos de Economia Circular em suas políticas com a divulgação da Estratégia de Economia Circular da União Europeia.
2018	China	Anuncio da chamada National Sword ou Green Sword, política que proíbe a importação de resíduos sólidos, tais como plásticos, papel e têxteis, bem como estabelecendo limites na contaminação de materiais recicláveis.
2018	China e União Europeia	Assinatura do Memorando de Entendimento de Cooperação em Economia Circular (MoU), que mostra um passo importante na transição para um sistema global voltado à eficiência no uso dos recursos e à redução da geração de resíduos.
2019	União Europeia	A Diretiva 2019/904 do Parlamento Europeu estabeleceu medidas para prevenir e reduzir o uso de determinados produtos descartáveis de plástico, estimulando importante transição para uma economia circular com modelos de negócio, produtos e materiais inovadores e sustentáveis.
	Alemanha	Proibição de fabricação de Plásticos descartáveis em seu território
2021	União Europeia	A Diretiva de Plásticos de Uso Único, aprovada em 3 de julho de 2021, visa proibir dez dos tipos de plástico mais comuns encontrados nas praias europeias até 2021, bem como reduzir significativamente o número de copos e recipientes de plástico até 2028.

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Tem-se que vários países inseriram em sua legislação ambiental normas referentes à gestão de resíduos sólidos; fato que demonstra que a geração de resíduos sólidos, bem como a busca por alternativas que possibilitem a sua gestão, configura-se uma preocupação mundial, a exemplo da Espanha, Alemanha, Estados Unidos, Canadá e Japão.

Na União Europeia as premissas quanto à gestão dos resíduos sólidos são fundamentadas pelos princípios: evitar, reusar, reciclar, recuperar energia, aterrar. As normas relativas aos resíduos sólidos são dispostas por meio de Diretivas, que são orientações a todos os estados membros, sob a ótica da economia circular. Cada país escolhe como irá implementá-los e, como fará sua gestão dentro do prazo determinado pela comunidade europeia

A preocupação com os aspectos legais ligados à resíduos sólidos é datada no Brasil de 1989 e sua evolução pode ser vista por meio do quadro 2:

Quadro 2: Evolução da legislação brasileira quanto à gestão de resíduos sólidos.

ANO	NOMENCLATURA	TEXTO
1981	Lei nº 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
1989	Lei nº 7.802/1989	Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências
1991	CONAMA N°08/91	Veda sobre a entrada no país de materiais residuais destinados à disposição final e incineração.
	Projeto de Lei 203/91	Alinha sobre acondicionamento, coleta, tratamento, transporte e destinação dos resíduos de serviços de saúde. Este mesmo projeto passa por nova ementa da redação, instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Posteriormente foi transformado na Lei Ordinária 12305/2010.
1993	CONAMA N° 05/93	Estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento dos resíduos sólidos de serviços de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários. Também dispõem sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
	Decreto nº 875/1993	Promulga o texto da convenção sobre o controle de movimentos entre fronteiras de resíduos perigosos e seus depósitos.
1996	CONAMA N°23/96	Dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela convenção da Basileia sobre o controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito, o que, 2 anos mais tarde passaria por publicação de novo texto do anexo 10 sobre importação de resíduo (CONAMA N°235/98)
1998	Lei no 9.605/1998	Dedica-se às sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
1999	CONAMA N°264/99	Trata de coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer para fabricação de cimento.
	Lei nº 9.795/1999	Ocupa-se sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental.
2001	CONAMA N°275/01	Estabelece código de cores para os diferentes tipos de resíduos
2002	Decreto nº 4.074/2002	Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins
	Decreto nº 4.281/2002	Regulamenta a Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências.
	CONAMA N° 307/02	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
	CONAMA N°313/02	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

	CONAMA Nº 316/02	Discorre sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Foi alterada pela Resolução 386/06
2004	Decreto nº 5.098/2004	Dispõe sobre a criação do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos – P2R2, e dá outras providências.
	Decreto Legislativo nº 204, de 2004	Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22 de maio de 2001.
2005	CONAMA Nº 358/05	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde.
	Decreto nº 5.360/2005	Promulga a Convenção sobre Procedimento de Consentimento Prévio Informado para o Comércio Internacional de Certas Substâncias Químicas e Agrotóxicos Perigosos, adotada em 10 de setembro de 1998, na cidade de Roterdã.
2006	Decreto nº 5.940/2006	Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências.
	CONAMA Nº375/06	Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.
	CONAMA Nº380/06	Retifica a Resolução CONAMA no 375/06.
2007	Lei nº 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978.
	Decreto nº 6.017/2007	Regulamenta a Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos.
2008	CONAMA Nº404/2008	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.
	Decreto Nº 6.514/2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.
2009	CONAMA Nº420/09	Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.
2010	Lei nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.
	Decreto nº 7.404/2010	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.
	Decreto nº 7.405/2010	Institui o Programa Pró-Catador, denomina Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis e Comitê Interministerial da Inclusão Social de Catadores de Lixo criado pelo Decreto de 11 de setembro de 2003, dispõe sobre sua organização e funcionamento, e dá outras providências.
2011	Decreto nº 7.619/ 2011	Regulamenta a concessão de crédito presumido do Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI na aquisição de resíduos sólidos.

	Lei nº 12.527/ 2011	Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5o, no inciso II do § 3o do art. 37 e no § 2o do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei no 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei no 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei no 8.159, de 8 de janeiro de 1991.
	CONAMA N°431/11	Altera o art. 3o da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.
2012	Decreto nº 7.724/ 2012	Regulamenta a Lei no 12.527, de 18 de novembro de 2011, que dispõe sobre o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do caput do art. 5o, no inciso II do § 3o do art. 37 e no § 2o do art. 216 da Constituição.
	CONAMA N°450/12	Altera 362/05art. 24-A à Resolução no 362, de 23 de junho de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado
	CONAMA N°448/12	Altera os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA nas definições de: Aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros, área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, gerenciamento de resíduos sólidos, gestão integrada de resíduos sólidos.
	Portaria nº 199/2012	Torna pública a abertura de processo de Consulta pública da proposta de Acordo Setorial para a implantação de Sistema de Logística Reversa de Embalagens Plásticas de Óleo Lubrificante.
2014	Portaria nº 326/2014	Torna pública a abertura de processo de Consulta pública da minuta de Acordo Setorial para a implantação de Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral.
	Portaria nº 327/2014	Torna pública a abertura de processo de Consulta Pública da proposta de Acordo Setorial para a implantação de Sistema de Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista.
	Portaria nº 390/2014	Prorroga o prazo de Consulta pública da minuta de Acordo Setorial para a implantação de Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral.
2016	Portaria nº 450/2016	Designa os membros do Grupo Técnico de Assessoramento – GTA do Comitê Orientador para a Implementação de Sistemas de Logística Reversa.
	CONAMA nº 474/2016.	Altera a Resolução no 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria, e dá outras providências. - Data da legislação: 06/04/2016 - Publicação DOU, de 02/05/2016, Seção 1, páginas 74-75
2017	CONAMA nº 481/2017.	Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências.
	Decreto nº 9.177/2017	Regulamenta o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e complementa os art. 16 e art. 17 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 e dá outras providências.
2018	Resolução RDC 222/2018	Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências
	Portaria nº 394/2018	Aprova Regimento Interno para o Comitê Orientador para Implantação de Sistemas de Logística Reversa

2019	Portaria nº 412/2019	Implementa o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR
	Portaria Interministerial nº 274/2019	Disciplina a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos referida no § 1º do art. 9º da Lei nº 12.305, de 2010 e no art. 37 do Decreto nº 7.404, de 2010.
2020	Portaria nº 280/ 2020	Regulamenta os arts. 56 e 76 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e o art. 8º do Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020, institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019.
2022	Decreto Presidencial nº 10.936/2022	Moderniza dispositivos e desburocratiza procedimentos para a efetiva implementação da PNRS, instituída pela Lei nº 12.305, de 2010.
	Decreto Federal Nº 11.043/2022	O Planares traz diretrizes, estratégias, ações e metas para modernizar a gestão de resíduos sólidos no País, de forma a colocar em prática os objetivos previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305, de 2010

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A preocupação com os aspectos legais ligados à resíduos sólidos é datada no Brasil de 1989. A legislação ambiental brasileira visa, sobretudo, à prevenção e a repressão de atos danosos ao meio ambiente. No que tange à problemática dos resíduos sólidos algumas leis ganham destaque nesta temática, tais como: Constituição Federal de 1988; Lei 12.305/10 (PNRS); Lei 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente); Lei 11.445/07 (Política Nacional de Saneamento Básico); Lei 9.795/99 (Política Nacional de Educação Ambiental); Lei 10.257/01 (Estatuto das Cidades); Lei 9605/98 (Lei de Crimes Ambientais) (MAIA; BARBOSA; SILVA, 2016).

O Quadro 3 mostra a forma de legislação quanto à gestão de resíduos sólidos no Brasil e nos países desenvolvidos, a responsabilidade por essa gestão, bem como principais ações voltadas a ela.

Quadro 3: Gestão dos resíduos sólidos no Brasil e nos países desenvolvidos.

País	Forma da legislação	Responsabilidade da Gestão dos resíduos sólidos	Ações voltadas à gestão dos resíduos sólidos
Brasil	Leis / Decretos/ Resoluções	Compartilhada entre sociedade, indústria, Poder Público.	Reduzir a produção de resíduos, Reutilizar e/ou Reciclar; Repensar atitudes que degradam o meio ambiente e Recusar produtos causadores de danos ao meio ambiente e à saúde humana.
União Europeia	Diretivas/ leis	Compartilhada entre sociedade, indústria, Poder Público.	Evitar a produção de resíduos sólidos; praticar o reuso e/ou a reciclagem de materiais; recuperar energia; aterrar os rejeitos.
Estados Unidos	Leis	Compartilhada entre sociedade, indústria, Poder Público.	Sistema "berço/ túmulo", implementação de ações voltadas a gestão dos resíduos sólidos, desde a geração até a disposição final. Compreende a redução, reutilização, reciclagem, disposição em aterro, incineração
Japão	Leis	Compartilhada entre sociedade, indústria, poder público.	Divisão de responsabilidades; Mecanismos econômicos; Implementação gradual das leis
Canadá	Leis	Compartilhada entre sociedade, indústria, Poder público.	Evitar a produção de resíduos sólidos; praticar o reuso e/ou a reciclagem de materiais; recuperar energia; aterrar os rejeitos.

Fonte: Maia; Barbosa; Silva (2016)

No momento em que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei federal 12.305/2010) completa 10 anos e enquanto o mundo avança em direção a um modelo mais moderno e sustentável de gestão de resíduos, o Brasil continua apresentando déficits, ficando abaixo dos indicadores médios de nações da mesma faixa de renda e desenvolvimento, tendo pouco sido feito com o objetivo de realmente reverter este quadro. Percebe-se então que o tema ainda não constitui de fato uma prioridade na agenda política e social do país (ABRELPE, 2021).

2.5 SISTEMAS DE INDICADORES E ÍNDICES: AGREGAÇÃO OU DADOS ISOLADOS

Dada a complexidade e a diversidade de questões envolvidas não é possível compor um bom retrato do grau de gestão atingido por um país, região ou cidade tomando como referência um pequeno número de variáveis. Mensurar a eficiência da gestão requer a integração de um número considerável de informações advindas de uma pluralidade de temas e áreas de conhecimento. Comunicar tal riqueza de informações de forma coerente ao público não especialista se torna um grande desafio, o qual se converte em expectativa pela produção de sistema de indicadores enxutos ou índices sintéticos, capazes de comunicar realidades complexas de forma resumida (BRAGA *et al*, 2003).

Neste íterim, a partir do momento que se assume que a forma de operacionalizar critérios de desenvolvimento se dá por meio de indicadores, torna-se evidente a necessidade de se desenvolver instrumentos que procurem mensurá-lo. Os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos complexos, tentando melhorar com isso o processo de comunicação (BELLEN, 2007, p.42).

Diversos estudos têm contribuído para a continuação do debate em torno do tema desenvolvimento e, nos últimos anos, percebe-se uma forte tendência em resumir as informações sobre determinada realidade estudada, em um indicador ou em um certo número de indicadores.

Uma das grandes complexidades ao agregar informações em índices é como estabelecer um sistema de ponderação que integre dados sem perder o seu significado ou tornar-se muito subjetivo. A Comissão para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CSD, 1996), a fim de criar um processo de agregação, elenca alguns critérios que podem ser úteis: a agregação pode ser feita usando fatores de ponderação científicos, reproduzíveis, reconhecidos internacionalmente e objetivos ou usando os valores sociais desenvolvidos pelas ciências sociais. Estes dois tipos de fatores de ponderação nunca devem ser combinados na mesma etapa de agregação. Recomenda-se a combiná-los de forma sequencial: em primeiro lugar, aqueles baseados em resultados científicos e, em seguida, aqueles baseados em juízos de valor subjetivo (CSD, 1996).

Vê-se que a agregação é um aspecto amplamente discutido em relação a indicadores. Muito embora indicadores altamente agregados sejam necessários para

aumentar o grau de conhecimento e consciência a respeito dos problemas ambientais, indicadores desagregados são, ainda assim, essenciais para que se possa tomar iniciativas específicas de ação (BELLEN, 2005).

Se por um lado há as abordagens que se contentam com sistemas de indicadores, e aquelas que se propõem a agregá-los em algum tipo de índice sintético são bem distintas, do outro há uma verdadeira muralha entre os indicadores que assumem o desafio de se atribuir valores monetários aos bens e serviços ambientais (VEIGA, 2007). A identificação da escolha dos indicadores a serem considerados devem passar por consulta à literatura, especialistas, conhecedores da região e tomadores de decisão. Escolhidos os indicadores, os mesmos devem ser justificados e descritos, mensurados ou estimados. Sempre que possível, os valores de referência e estimativas de indicadores devem ser obtidos com a participação efetiva do grupo de interesse.

Assim, para analisar metodologias e indicadores de sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos faz-se necessário investigar a respeito das inúmeras iniciativas já existentes, tanto a nível internacional, como nacional, mas antes desta é necessário entender alguns métodos utilizados quando se tem uma grande quantidade de indicadores para análise, que são como transformar dados e variáveis em indicadores de mesma medida e ainda a forma de aglutinação destes dados e variáveis, apresentados nos próximos subitens.

2.5.1 Transformação dos Dados e Variáveis - Indicadores

A organização da grande quantidade de indicadores, necessários ao entendimento desse fenômeno é, sem dúvida, a garantia de maior explicação do objeto de estudo (SILVA, 2009). Scandar Neto (2006) refere-se a essa questão, como a escolha de um “marco ordenador”, explicitando ele pode ser uma simples proposta de indicadores segundo temas e subtemas, ou estar profundamente atrelado a um referencial teórico específico sobre o assunto, promovendo a interpretação dos indicadores dentro da lógica e dos paradigmas deste ponto de vista.

A conversão das variáveis para a construção de um indicador sintético constitui-se numa etapa importante da pesquisa. A transformação das variáveis simboliza a forma como se deseja medir duas ou mais grandezas diferentes em uma

mesma unidade, em uma escala única. Embora não seja o único, esse é o principal objetivo de se transformar os indicadores primários (SCANDAR NETO, 2006, p.52).

Um sistema de indicadores pode utilizar mais de um método de conversão de escala. Várias são as possibilidades de transformação das variáveis, dentre os métodos utilizados em grande parte dos estudos para composição de indicadores sintéticos, destacam-se: a padronização pelo escore z (escore padronizado), a escala de razão, a transformação logarítmica, o truncamento e a transformação para valores entre zero e um (escala de intervalo linear) (NAHAS *et al.*, 2006).

Método da padronização pelo escore z ou, simplesmente, Método do escore padronizado, é um procedimento bastante conhecido e aplicado em estatística que consiste em substituir cada valor observado pela distância verificada entre a observação e a média de todas as observações, medida em unidades de Desvio Padrão (NAHAS *et al.*, 2006).

Em termos práticos, se X representa uma variável qualquer, o valor do escore z para uma i-ésima observação de X é dado pela Equação 1:

$$z_i = \frac{\bar{x} - x_i}{s} \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Onde:

z_i = valor do escore z da i-ésima observação da variável X;

x_i = valor assumido pela i-ésima observação da variável X;

\bar{x} = média da variável X;

s = desvio padrão da variável X.

Adicionalmente busca-se com uma transformação ajustar o sentido das variáveis, ou seja, que os menores valores representem as piores situações verificadas na prática (NAHAS *et al.*, 2006). Dessa forma para variáveis que originalmente possuem sentido contrário, isto é, valores maiores representam situações piores, inverte-se o sinal da seguinte maneira na equação 2:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

Dessa maneira, obtém-se a média de z sempre igual a zero e o desvio padrão sempre igual a um.

Escala de razão é outro método de conversão que consiste em transformar o indicador original dividindo-o por um valor de referência. O valor de referência poder ser ou não o valor da máxima observação. Para que o indicador transformado seja expresso no intervalo [0,1], tomam-se os indicadores com valor maior ou igual ao valor de referência, como sendo iguais a um. Os demais são iguais à razão entre o valor original e o valor de referência (NAHAS *et al.*, 2006). A Equação 3 acusa essa transformação.

$$I_c = \frac{I_o}{V_r} \dots\dots\dots \text{Equação 3}$$

Onde:

I_c = indicador convertido;

I_o = indicador original;

V_r = valor de referência.

O método é assim denominado pelo fato de que a razão dos números da escala é igual a razão que expõe o grau em que os dois indicadores possuem um atributo. A escala possui um ponto zero que tem um sentido real ou natural de nulidade ou ausência: A possibilidade de um indicador ser medido por um valor que é maior que outro, indica que o primeiro possui mais atributo que o segundo, ou seja, a ordem dos valores na escala significa magnitude do atributo (NAHAS *et al.*, 2006).

A transformação logarítmica é semelhante à escala de intervalo linear. Diferindo apenas pela aplicação do logaritmo neperiano ao valor dos indicadores, antes de se proceder a conversão, como exemplifica a Equação 4.

$$C = \frac{\ln(I_o) - \ln(V_{\text{mínimo}})}{\ln(V_{\text{máximo}}) - \ln(V_{\text{mínimo}})} \dots\dots\dots \text{Equação 4}$$

Tal transformação é necessária se, em alguma etapa da aplicação, for requerida a suposição de que a distribuição dos dados se aproxima da distribuição normal (SCANDAR NETO, 2006, p.55).

Outro método de transformação de variáveis é denominado Truncamento. O

procedimento estabelece determinados limites, superiores e inferiores, para variação dos indicadores e atribui os limites aos valores excedentes. Isso faz com que seja limitada a influência de valores extremos nas análises (NAHAS *et al.*, 2006).

Outro procedimento bastante utilizado que não gera escores negativos e evita os efeitos de unificação das variâncias (conforme método padronização do escore z), é a transformação de todas as observações para o intervalo $[0,1]$, também conhecida por Escala de intervalo linear. Consiste na atribuição dos valores zero e um, para o menor e o maior valor observado, respectivamente (NAHAS *et al.*, 2006).

Assim, para um indicador qualquer, o valor transformado de determinada observação é dado pela equação 5:

$$c = I \frac{(I_o - (V_{\text{mínimo}}))}{(V_{\text{máximo}}) - (V_{\text{mínimo}})} \dots \dots \dots \text{Equação 5}$$

De modo análogo à padronização do escore z , para representar indicadores que expressem atributos negativos, utiliza-se o complementar da equação 6:

$$c = - \frac{(I_o - (V_{\text{mínimo}}))}{(V_{\text{máximo}}) - (V_{\text{mínimo}})} \frac{(V_{\text{máximo}} - I_o)}{(V_{\text{máximo}}) - (V_{\text{mínimo}})} \dots \text{Equação 6}$$

Nahas *et al.* (2006, p.12) destaca ainda que os valores máximo e mínimo não precisam ser encontrados entre os valores observados, podem ser definidos a priori.

2.5.2 Aglutinação dos Dados e Variáveis - Indicadores

Em relação aos métodos de aglutinação ou agregação de indicadores, para a construção de um indicador sintético, podem-se destacar as técnicas de análise multivariada; análise multicritério, média aritmética simples e/ou ponderada e média geométrica simples.

A Análise multivariada pode ser usada para converter uma série de características para um índice (FERREIRA, 1996). É uma técnica estatística que se aplica à identificação de fatores que apontem positivamente para a agregação de um conjunto de medidas.

Os fatores resultantes da análise multivariada são dimensões abstratas,

sendo de incumbência do analista, verificar os mesmos podem ser interpretados coerentemente com a natureza dos fenômenos ou processos estudados (SILVA, 2009).

Para Esty *et al.* (2005) as técnicas multivariadas exploram a possibilidade de atribuição de pesos de forma subjetiva, demandando a ação de vários especialistas, e findam por sinalizar positivamente para o uso de pesos iguais, tendo em vista o fato de que dentre as várias opções para atribuições de pesos, não há estrutura definida para determinar a importância relativa dos vários aspectos da sustentabilidade ambiental.

Braga *et al.* (2003, p.13) ressalta que uma limitação desse método é o fato de que não há consenso científico sobre o peso específico das contribuições relativas de cada variável para o fenômeno da sustentabilidade.

Outro tipo de análise que tem sido aplicada a problemas de tomada de decisão de diversas naturezas é a Análise Multicritério. A análise multicritério envolve a escolha de um número finito de alternativas baseadas num conjunto de critérios selecionados, porém implicam pontos de vista diferentes e, ao mesmo tempo, contraditórios (FERREIRA, 1996).

As técnicas de análise multicritério podem ser definidas como um problema de otimização com diferentes funções-objetivo simultâneas. A probabilidade de que todas as funções-objetivo alcancem seu ponto ótimo simultaneamente é quase nula. É comum que uma solução seja melhor em alguns objetivos, e suplantada por outras nos demais objetivos. Escolhe-se a melhor alternativa dentro de um conjunto considerado satisfatório. Assim, muitas são as opções metodológicas para a escolha no conjunto de técnicas (SCANDAR NETO, 2006, p. 66).

Existe ainda a técnica média aritmética, simples e ponderada.

A Média Aritmética Simples de dois ou mais termos é o quociente do resultado da divisão da soma dos números dados pela quantidade de números somados, já a Média Aritmética Ponderada é atribuído peso aos dados, representando forma de ponderação (FERREIRA, 1996).

O uso da média aritmética para a construção de indicadores sintéticos tem sido aplicado em experiências empíricas a nível nacional e internacional. O argumento principal para adoção deste método é simplicidade de operação e comunicação para não especialistas (SCANDAR NETO, 2006).

Seja qual for a sofisticação, complexidade ou engenhosidade do método de

agregação de indicadores, isso por si só não garante a produção de uma medida-síntese melhor ou mais consistente. A média parece ter a desejável propriedade de carregar o máximo de informação possível do Sistema de Indicadores para o indicador sintético (SILVA, 2009).

O que se pode perceber ao estudar esses tipos de análises é que dos diversos modelos que podem ser utilizados no processo de decisão, não existe um modelo considerado mais adequado. Todos têm pontos fortes e fracos e devem ser usados nas situações mais adequadas.

Desejando-se que a associação (validade) entre o indicador sintético (redução) e o rol de indicadores do sistema, construído a partir de um marco ordenador ou conceito originário (ampliação), seja a maior possível, a média aritmética apresenta-se como alternativa apropriada para esse tipo de estudo (SCANDAR NETO; JANNUZZI; SILVA, 2008).

2.6 METODOLOGIAS E CONJUNTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS JÁ EMPREGADOS EM OUTROS TRABALHOS

Pode-se encontrar na literatura indicadores de sustentabilidade específicos para a gestão/ gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, que são descritos nesta seção.

2.6.1 Indicadores para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos a nível nacional

Metodologias que se propõem a avaliar a gestão de resíduos sólidos vêm sendo descritas na bibliografia. Elas ocorrem em escalas diferentes – locais, regionais, nacionais – de pequenas cidades a países, sendo desejável sempre que os indicadores escolhidos sigam o contexto local e que tenham um padrão definido. Algumas das que propõe um conjunto de indicadores para a gestão de resíduos sólidos urbanos e que têm se destacado no cenário brasileiro são descritas a seguir. Encontrou-se nesta pesquisa 14 trabalhos sobre indicadores de GRSU (Quadro 4), sendo na sequência apresentada as metodologias empregadas, para posterior composição do método sugerido para essa pesquisa.

Quadro 4: Indicadores da GRSU proveniente de fontes nacionais

Nº	REFERÊNCIAS	ANO	Nº INDICADORES
1	Milanez	2002	12
2	Polaz e Teixeira	2009	15
3	Ugalde	2010	15
4	Dias e Santiago	2012	42
5	PCS - Programa Cidades Sustentáveis	2013	260
6	Oliveira e Castro; Silva; Marchand	2015	9
7	Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana	2016	4
8	Silva	2017	49
9	Pereira, Curi, Curi	2018	29
10	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE)	2021	28
11	Compromisso Empresarial para Reciclagem	2019	5
12	Barros, Silveira	2019	16
13	Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS)	2020	47
14	Olivo, Valdir Eduardo	2021	23

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

2.6.1.1 Milanez (2002) – Jaboticabal (SP)

Milanez (2002) definiu 11 princípios de sustentabilidade específicos para gestão dos resíduos sólidos urbanos utilizando como ponto de partida princípios genéricos, aplicados no momento de sua pesquisa na cidade de Jaboticabal (SP), sendo, garantia de condições adequadas de trabalho, geração de trabalho e renda, gestão solidária, democratização da informação, universalização dos serviços, eficiência econômica da gestão dos RSU, internalização pelos geradores dos custos e benefícios, respeito ao contexto local, recuperação da degradação devida à gestão incorreta dos RSU, previsão dos impactos socioambientais, e, preservação dos recursos naturais.

Tais princípios auxiliaram na escolha de indicadores que puderam ser utilizados na avaliação da sustentabilidade quanto à gestão de resíduos sólidos urbanos. Feito isso foram selecionados 12 indicadores, com exceção do princípio respeito ao contexto local, onde não foi identificado nenhum indicador, com definição de três parâmetros de avaliação relativos à tendência à sustentabilidade: MD- muito desfavorável, D – desfavorável e F- favorável..

O anexo A demonstra os indicadores de sustentabilidade propostos para gestão dos RSU, bem como unidade de medida utilizada.

No modelo proposto pelo autor composto por 12 indicadores buscou-se elaborar uma versão quantitativa para ser usada por técnicos e permitir a elaboração de gráficos e definição de metas; ao mesmo tempo em que buscou se propor de uma forma mais comunicativa para o público não-técnico, com uma apresentação mais qualitativa. Para cada indicador foram definidas então três situações: tendência muito desfavorável, tendência desfavorável e tendência favorável, acompanhadas de uma breve descrição, como uma forma de avaliar ao final através dessa estrutura de princípios e indicadores quão sustentável seria um sistema de gestão de RSU.

Essa forma de apresentação, apesar de não ter a pretensão de ser um índice que avalie a situação de determinado local, dá uma visão geral da situação, uma vez que é possível verificar em quantos indicadores a tendência é favorável ou não. A aplicação desses indicadores em Jaboticabal (SP) permitiu identificar as situações críticas na gestão dos RSU na cidade e definir ações prioritárias, auxiliando na tomada de decisão (MILANEZ, 2002).

2.6.1.2 Polaz e Teixeira (2009) – São Carlos (SP)

O trabalho desenvolvido por Polaz e Teixeira (2009) teve como objetivo a proposição de indicadores de sustentabilidade para a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em São Carlos (SP), sob a perspectiva de cinco dimensões: ambiental, econômica, social, política e cultural. A estratégia adotada para a elaboração dos indicadores foi a identificação dos problemas prioritários para a gestão de RSU por meio de consultas aos gestores municipais. Isto resultou em um conjunto de 15 indicadores, cujos valores expressam sua tendência favorável, desfavorável ou muito desfavorável à sustentabilidade.

A metodologia descrita pelos autores traz 3 vieses, quais sejam: 1º) Levantamento dos principais problemas relacionados à gestão pública de RSU no Brasil, 2º) Entrevistas com os gestores municipais envolvidos na gestão de RSU em São Carlos (SP) para identificação de prioridades locais, e, 3º) Proposição de um conjunto de indicadores de sustentabilidade para monitorar a gestão de RSU em São Carlos.

A fim de auxiliar nas entrevistas os autores elaboraram lista sistematizada de problemas relacionados à gestão de RSU, agrupando-os, sem seguida, em categorias de acordo com cinco dimensões da sustentabilidade: 1) dimensão

ambiental/ecológica; 2) dimensão econômica; 3) dimensão social; 4) dimensão política/institucional; e 5) dimensão cultural.

Nas respostas das entrevistas quando os problemas eram indicados mais de uma vez, foram considerados problemas com prioridade 1, os indicados apenas 1 vez foram considerados problemas de prioridade 2. Os não apontados pelos entrevistados foram registrados como problemas de prioridade 3 e descartados da pesquisa. Logo após o levantamento dos problemas prioritários associados à gestão de RSU em São Carlos, procedeu-se à etapa de seleção e proposição do conjunto local de indicadores de sustentabilidade.

O modelo desenvolvido por Milanez (2002) foi utilizado como base para o desenvolvimento dos indicadores desta pesquisa, de modo que quando os indicadores do modelo de Milanez (2002) atendiam ao problema apontado pelos gestores entrevistados, deu-se preferência ao seu uso; nos casos contrários, optou-se pelos indicadores que se relacionavam ao problema, provenientes da literatura; se nenhum dos critérios satisfizesse o atendimento do problema, fazia-se o exercício de formular novos indicadores. Da mesma forma que neste estudo, foram definidos três parâmetros de avaliação relativos à tendência à sustentabilidade: MD - Muito Desfavorável, D – Desfavorável e F- Favorável..

O anexo B mostra os Indicadores de sustentabilidade para a GRSU propostos pelos autores e as unidades de medida para cada um.

O conjunto apresentado pelos autores compreende então 15 indicadores associados às cinco dimensões analisadas da sustentabilidade. A estratégia inicial fundamentada nos problemas identificados pelos gestores municipais envolvidos na gestão de RSU nas entrevistas possibilitou a atenção das características da cidade.

Para os autores restou provado que é mais aconselhável ocupar-se com um pequeno conjunto de indicadores desde que estes sejam embasados em fontes de dados confiáveis, do que com muitos indicadores que possam ser interessantes, mas dado à falta de dados possam se tornar inexecutáveis. Ainda, a legitimação de um sistema de indicadores de sustentabilidade voltado especificamente à gestão local de RSU pode auxiliar os administradores municipais na definição das prioridades, direcionando os investimentos públicos, em geral insuficientes, para os aspectos mais problemáticos do setor, tendo como diferencial a mudança na percepção geral da situação da gestão dos RSU, em que os princípios e dimensões da sustentabilidade passarão a ser considerados (POLAZ; TEIXEIRA, 2009).

2.6.1.3 Ugalde (2010) – Porto Velho (RO)

O estudo proposto por Ugalde (2010) teve como objetivo aplicar indicadores de sustentabilidade para verificar o grau de sustentabilidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos em Porto Velho (RO), a partir do conjunto de indicadores locais de sustentabilidade para gestão de RSU, tendo como base a metodologia propostas por Polaz (2008) para o município de São Carlos/SP.

Os resultados dessa pesquisa mostraram que a gestão de resíduos sólidos urbanos em Porto Velho/RO pode ser considerada como insustentável ambientalmente. Observa-se neste estudo que após coleta e aplicação dos indicadores de sustentabilidade, bem como a análise de seus resultados, que o conjunto de indicadores propostos por Polaz (2008) para gestão de RSU e trabalhados pelo autor pode servir como referencial tanto para a elaboração de políticas públicas, como para subsidiar o órgão responsável pela fiscalização da gestão do RSU em desenvolver ações mais efetivas para melhorar sua sustentabilidade (UGALDE, 2010).

Não houve saídas ou sugestões de ações ao final do estudo. Esperava-se, segundo o autor, que os resultados desse trabalho pudessem fornecer subsídios para o desenvolvimento do processo de criação do conhecimento, para o desenvolvimento de ações sustentáveis, bem como para a formulação de políticas públicas em direção à sustentabilidade.

2.6.1.4 Dias e Santiago (2012) – municípios brasileiros.

No estudo realizado por Dias e Santiago (2012) foi desenvolvida uma matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos que pode ser utilizada como instrumento de avaliação e planejamento da gestão dos resíduos sólidos em municípios. Sua elaboração baseou-se em informações adquiridas em referências nacionais e internacionais, sendo os indicadores foram ordenados em uma matriz validada externamente com um comitê de especialistas através do método Delphi.

Para abranger os indicadores de sustentabilidade da GRSU foram consideradas 6 dimensões da sustentabilidade conforme estudos de Pereira (2010), Moraes e Borja (2010), Santiago e Dias (2010), Furiam e Günther (2006) e Dias

(2003) (DIAS; SANTIGO, 2012). São elas: dimensão política, dimensão tecnológica, dimensão econômica/financeira, dimensão ecológica/ambiental, dimensão do conhecimento (educação ambiental e mobilização social), e, dimensão da inclusão social.

Premissas formadas pelas 6 dimensões da sustentabilidade, incluindo perguntas-chave, 42 indicadores, com 3 descritores para cada indicador totalizaram 126 espaços para os especialistas consultados verificarem a capacidade de mensurar, de forma quantitativa, a GRSU (DIAS; SANTIGO, 2012). Para a composição do grupo de especialistas considerou-se pessoas com conhecimento e experiência nos assuntos relacionados à GRSU, tendo como fonte de busca a Plataforma *Lattes*. O anexo C demonstra os indicadores, Unidade de medida e nota atribuída para cada avaliação.

De acordo com a matriz de indicadores, a avaliação do nível de sustentabilidade (NS) da GRSU, após a aplicação da matriz deverá ser de acordo com a Equação 7.

$$NS = \frac{\Sigma \text{ das notas obtidas na avaliação}}{\Sigma \text{ da máxima pontuação em cada dimensão}} \times 10^{-1} \dots\dots\dots \text{Equação 7}$$

As avaliações consideradas dentro dos intervalos de sustentabilidade como:

- 0 Insustentável,
- 1,0 ≤ NS ≤ 4,0 Baixa sustentabilidade,
- 5,0 ≤ NS ≤ 8,0 Média sustentabilidade,
- 9 ≥ NS ≤ 10 Alta sustentabilidade.

Segundo os autores com este modelo os atores da administração pública poderão planejar ações nas etapas de coleta, transporte, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos e de rejeitos gerados no município. Ainda, pode possibilitar informações à sociedade para avaliar os serviços públicos.

Antes de sua aplicação, a matriz de indicadores de sustentabilidade deve ser realizada para testar sua viabilidade como instrumento de avaliação, monitoramento e planejamento da GRSU, bem como debatida com os munícipes, a fim de averiguar as necessidades de sua reformulação de acordo com as particularidades específicas

do local. A matriz elaborada poderá ser utilizada como instrumento de avaliação e planejamento da gestão dos resíduos sólidos em municípios (DIAS; SANTIAGO, 2012).

2.6.1.5 PCS - Programa Cidades Sustentáveis (2013) – municípios brasileiros

O Programa Cidades Sustentáveis (PCS), do governo brasileiro, traz 12 eixos temáticos influenciados nos Compromissos de Aalborg, um pacto político assinado em 2004 por autoridades de mais de 700 cidades, que teve o objetivo de consolidar as agendas de desenvolvimento sustentável em nível municipal local. Passados 15 anos o número de cidades signatárias é de apenas 214 cidades (PCS, 2019).

Estes eixos estão correlacionados com os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) e das 169 metas estabelecidas por esta, unindo em um conjunto 260 indicadores relacionados às diversas áreas da administração pública, partindo de algumas premissas para a melhoria da qualidade de vida e a redução das desigualdades nas cidades, com a participação efetiva da comunidade local na tomada de decisões, a economia urbana preservando os recursos naturais, a equidade social, o correto ordenamento do território, a mobilidade urbana, o clima mundial e a conservação da biodiversidade, entre outros aspectos relevantes (PCS, 2020).

O PCS sugere através de um Guia algumas etapas para o planejamento da gestão dos municípios a fim de alcançarem os ODS, envolvendo a coleta e organização de informações, mapeamento estratégico e diagnóstico baseados em indicadores, definição das prioridades, visão de futuro e planos de metas.

Indica ainda em direção à delimitação dos indicadores ser necessária a análise das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, através da matriz conhecida como Análise SWOT, de modo a identificar os pontos mais críticos e que da mesma forma podem exigir maior dedicação da administração pública, os quais servirão para nortear o planejamento estratégico, bem como ao mesmo tempo perceber os pontos positivos, trazendo uma visão de futuro para a cidade que busque engajamento a favor do planejamento local.

O guia evidencia a necessidade do planejamento de aproximar todas as áreas da administração pública e que se fundamente em indicadores, dados e estudos sobre o município de modo a sustentabilidade em todos os aspectos,

socioeconômica, ambiental, política e cultural, seja enviesada para as políticas públicas (PCS, 2016).

Figura 1: Eixos temáticos do Programa Cidades Sustentáveis (PCS)



Fonte: PCS (2013)

O PCS apresenta assim um caminho viável e possível para a implementação dos ODS nos municípios, uma vez que seus indicadores permitem territorializar os conceitos e princípios da Agenda 2030 de forma objetiva e concreta (PCS, 2020), mas no que concerne ao tema estudo, verifica-se que os indicadores de resíduos acrescidos no eixo temático do PCS (2016) não foram incluídos na lista de indicadores total pelo fato de ainda não constarem na lista de indicadores disponibilizada no site do PCS, embora recomendados no guia.

2.6.1.6 Oliveira e Castro; Silva; Marchand (2015) - Iranduba, Manacapuru e Novo Airão (AM)

Os autores Oliveira e Castro; Silva; Marchand (2015), considerando a precariedade do saneamento básico no norte do país, desenvolveram em seu estudo uma avaliação dos sistemas de gestão/ gerenciamento dos resíduos sólidos em três municipalidades dos estados do Amazonas, Iranduba, Manacapuru e Novo Airão. Em sua pesquisa aplicaram nove indicadores de sustentabilidade, sendo estes de natureza qualitativa, adaptados a partir de duas pesquisas anteriores, a de Milanez (2002) e a de Polaz e Teixeira (2009), com o mesmo enfoque.

Os estudos foram desenvolvidos entre março de 2010 e fevereiro de 2012 em cinco etapas, sendo, realização do levantamento do arcabouço legal e normativo relacionados à gestão de RSU com base na Lei nº 12.305/2010, busca por estudos e mecanismos de avaliação voltados à gestão sustentável de RS, preferencialmente em municípios de pequeno ou médio porte, no Brasil, adaptação de indicadores para a gestão sustentável de RS a partir dos modelos previamente selecionados, levantamentos de campo nos três municípios selecionados com consultas aos órgãos públicos e empresas prestadoras de serviços inerentes aos serviços de limpeza pública, coleta, manejo e disposição final de RSU, e, aplicação dos nove indicadores seguidos da análise crítica final e conclusão do estudo (OLIVEIRA E CASTRO; SILVA; MARCHAND, 2015).

Na etapa da adaptação de indicadores para a gestão sustentável de buscou-se na literatura estudos com metodologias já aplicadas em municípios de pequeno e médio porte no Brasil, para logo após fazer avaliação de potencialidade de aplicação dos modelos utilizando como critério a disponibilidade de dados nas três municipalidades elegidas para o estudo (OLIVEIRA E CASTRO; SILVA; MARCHAND, 2015).

O Anexo D traz os indicadores propostos pelos autores. Eles adotaram uma escala de cinco níveis, com base na escala *Likert*, para avaliar cada indicador, sendo avaliação de -2 pontos à 2 pontos, indo de estágio crítico (-2), estágio desfavorável (-1), estágio de atenção (0), estágio favorável (1) e estágio ideal (2) para equalizar a distribuição dos critérios, além de incrementar a margem de combinação destes.

Ao final do estudo os autores concluíram que as três municipalidades estudadas apresentaram resultados muito abaixo da média pré-estabelecida, sendo a gestão uma realidade ainda distante, e recomendou assim a adoção de algumas ações prioritárias.

Quanto à metodologia constatou-se que a adoção de critérios qualitativos decorrentes da ausência de dados provenientes de atividades de monitoramento adequados, ainda que trouxessem maior grau de subjetividade, se revelaram viáveis, o que encoraja sua aplicabilidade em municípios que padeçam das mesmas limitações, havendo assim a indicação de sua utilização em outros estudos, desde que esses indicadores se sujeitem à novas adaptações, incluindo a retomada necessária de seus aspectos quantitativos.

2.6.1.7 Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (2016) – municípios brasileiros

Criado em 2016 a partir da cooperação técnica entre o Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana (SELURB) e a Price Waterhouse Coopers (PwC) com apoio da Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública (ABLP), o Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU), busca mensurar o grau de adesão dos municípios brasileiros às metas e às diretrizes da PNRS

O ISLU tem como principal o objetivo proporcionar referência estatística dos resultados das ações de limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos adotadas nos municípios avaliados, à medida que se oferece como ferramenta útil para análise e diagnóstico da real situação dos serviços de limpeza urbana no território nacional (ISLU, 2019).

A nota dos municípios é obtida pela análise das informações fornecidas pelas prefeituras ao SNIS, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD/ ONU).

No seu cálculo utiliza de interações estatísticas. A partir de quatro dimensões que resultam de interrelações calculadas entre as variáveis dos municípios que fornecem seus dados, sendo, Engajamento do município, Sustentabilidade Financeira; Recuperação dos Recursos Coletados e Impacto Ambiental. Para o cálculo final somam-se as quatro dimensões, com seus respectivos pesos obtidos por meio da análise fatorial, pela equação geral (8), onde:

ISLU= Índice de sustentabilidade da limpeza urbana

E= Engajamento do município

S= Sustentabilidade financeira

R= Recuperação de recursos coletados

I= Impacto ambiental

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

Em cada uma das dimensões foram definidos indicadores que seguem

conforme pode ser visto no Anexo E, com fórmulas de cálculo individuais.

O ISLU classifica o grau de sustentabilidade da limpeza urbana para os municípios brasileiros. Cada dimensão caracteriza os principais aspectos da implementação da PNRS nos municípios, e, através da ferramenta é possível identificar os municípios com maior grau de cumprimento à PNRS, bem como os com menor, que devem buscar melhorar seus pontos mais frágeis. A pontuação varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que quanto mais próximo de 1, maior será a adesão do município à PNRS (ISLU, 2019).

2.6.1.8 Silva (2017) - Passo Fundo, Santa Maria e Porto Alegre (RS)

Silva (2017) buscou em seu estudo descrever a situação atual da gestão dos resíduos sólidos urbanos (GRSU) nos municípios polo de Passo Fundo, Santa Maria e Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul, investigando e comparando as mais recentes propostas de sistemas de indicadores nacionais e internacionais existentes para a GRSU.

Em sua pesquisa selecionou um conjunto de indicadores que se mostrou adequado às realidades locais para avaliar a sustentabilidade da GRSU, resultando em um conjunto de 396 indicadores, agrupados por dimensões da sustentabilidade e categorização, resultando posteriormente em 49 indicadores de GRSU que foram selecionados para sua aplicação na sua pesquisa, demonstrados no Anexo F.

Pela falta de dados disponíveis não foi possível quantificar os 49 indicadores selecionados pela autora, o que não possibilitou a confiabilidade necessária para a utilização da ferramenta em um método para avaliação da sustentabilidade da GRSU. Assim, para a avaliação da sustentabilidade da GRSU a autora aplicou o método do Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU), no qual os municípios foram pontuados, classificados e comparados quanto aos seus respectivos índices municipais.

Os resultados evidenciam a urgente necessidade de aprimoramento das bases de dados municipais com incremento de indicadores de sustentabilidade na GRSU, principalmente, nos municípios de médio porte que apresentam as maiores taxas de crescimento entre as cidades brasileiras. Evidencia-se ainda a necessidade de incremento dos subsídios e infraestrutura para a gestão de resíduos municipais, que, ao não se consolidar, inviabilizam o atendimento das demandas atuais para o

atendimento à PNRS e aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (SILVA, 2017).

Ao final o estudo recomendou a inclusão no sistema de monitoramento de indicadores relativos à mensuração dos recursos naturais, bem como a necessidade de priorizar a elaboração e conclusão dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos, bem como de ações e programas continuados de educação ambiental (SILVA, 2017).

2.6.1.9 Pereira, Curi, Curi (2018) - Região Metropolitana de Campina Grande (PB)

O trabalho desenvolvido por Pereira, Curi, Curi (2018) buscou avaliar a gestão dos resíduos sólidos urbanos por meio da aplicação do modelo de gestão dos resíduos sólidos urbanos sustentável (MGRSUS) desenvolvido e aplicado em municípios que compõem a Região Metropolitana de Campina Grande (RMCG).

Seu modelo é composto de 29 indicadores dispostos no Anexo G. Como metodologia realizaram-se entrevistas semiestruturadas e observação, através de visitação in loco, além do levantamento bibliográfico e documental. Para a análise dos dados quantitativos, fizeram uso de técnicas estatísticas para sua interpretação, como método estatístico simples e cálculo médio e para a análise qualitativa optaram pela análise de conteúdo.

Ao final da pesquisa verificaram que os municípios de menor porte apresentam maiores problemas na gestão dos resíduos, o que pode estar relacionado ao fato de não possuírem uma equipe técnica para a execução dos serviços, o que reflete diretamente na qualidade ambiental urbana. Desse modo, o MGRSUS foi considerado satisfatório para os fins aos quais se propôs, haja vista foi possível traçar um panorama da gestão de cada município, possibilitando o direcionamento de ações específicas para cada lacuna identificada.

2.6.1.10 Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE)

A Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) foi instituída no ano de 1976 por um grupo de empresários pioneiros nas atividades de coleta e transporte de resíduos sólidos.

Com o passar dos anos de atividades alcançou a representação da International Solid Waste Association (ISWA) no país, sendo selecionada para sediar a Secretaria Regional para a América do Sul da Parceria Internacional para desenvolvimento da gestão de resíduos junto a autoridades locais, programa reconhecido e mantido pela ONU através da Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Regional (UNCRD), participando com os setores público e privado na troca de informações por meio de estudos (ABRELPE, 2021).

Uma de suas publicações mais relevantes é o Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, desenvolvido por meio de pesquisas e publicado anualmente com intuito de auxiliar o desenvolvimento do setor. Os indicadores utilizados nesse Panorama totalizam 28 indicadores e correspondem a informações regionais e nacionais, obtidos a partir de pesquisa direta realizada junto aos municípios, estão apresentados no Anexo H.

A publicação de 2019 indica que o modelo atual da gestão de resíduos sólidos urbanos é insustentável e que se mantido como está, tornar-se-á cada vez mais custoso. Aponta ainda que os princípios e objetivos colocados pela PNRS (BRASIL, 2010) ainda não se refletem na prática, sendo latentes que sejam transformados em ações concretas, mas só alcançados com mudança de paradigmas atuais, sobretudo em relação ao envolvimento da população, à governança político-institucional e ao custeio dos serviços (ABRELPE, 2021).

2.6.1.11 CEMPRE– municípios brasileiros.

Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre) é uma associação sem fins lucrativos, fundada em 1992 e mantida por empresas privadas de diversos setores, com o objetivo promover a reciclagem dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo.

Desde 1994, a Cempre coleta informações sobre os programas de coleta seletiva desenvolvida pelos municípios. Sua metodologia de pesquisa consiste na coleta de dados através do envio de questionário às prefeituras, bem como através de visitas técnicas com o objetivo de identificar quais municípios estruturaram programas de coleta seletiva. A cada dois anos a Pesquisa Ciclossoft apresenta dados sobre número de municípios que oferecem o serviço de coleta seletiva, e apresenta dados sobre a composição de resíduos recicláveis, custos operacionais,

participação de cooperativas de catadores e parcela da população atendida (CEMPRE, 2019). Os indicadores propostos pelo Cempre seguem demonstrados no Anexo I.

Segundo dados da pesquisa divulgada em 2019, 1227 municípios brasileiros, 22% do total dos municípios do país, operam programas de coleta seletiva. Destes, 45% estão concentrados na região sudeste, 42% na região sul, 8% na região nordeste, 4% na região centro oeste e 1% na região norte (CEMPRE, 2019), o que representa 17% da população do país atendida pelos programas.

O estudo evidencia também os modelos de coleta seletiva existentes nos municípios, os quais se enquadram em porta a porta, ponto de entrega voluntário e através de cooperativas; os executores da coleta seletiva, podendo também o município ter mais de um agente executor da coleta seletiva, sendo estas feitas pela própria prefeitura, por empresa privada ou através de cooperativa (CEMPRE, 2019).

2.6.1.12 Barros, Silveira (2019) - Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG)

O trabalho dos autores parte da proposição de indicadores de sustentabilidade após revisão bibliográfica de documentos nacionais e internacionais, seguida da análise de sua aplicabilidade na gestão em municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte. O resultado é a proposição de um conjunto de 16 indicadores, validados em 3 municípios, cujos valores expressam tendências à sustentabilidade e mostram as deficiências da gestão (BARROS; SILVEIRA, 2019).

Sua pesquisa contribuiu para desenvolver e validar um conjunto de indicadores modificados, com base em variáveis quantitativas que consideraram as diversas dimensões da sustentabilidade. O conjunto é composto por 16 indicadores organizados em uma matriz e categorizados em faixas avaliativas segundo o desempenho da gestão dos municípios a serem pesquisados, respeitando as cinco dimensões da sustentabilidade: Ambiental/ecológica; Econômica; Social; Político-institucional; e, Cultural, sendo atribuídos três parâmetros de tendência para avaliar a sustentabilidade expressa por cada indicador, sendo MD como tendência muito desfavorável; D como tendência desfavorável; e F como tendência favorável, seguindo os critérios adotados por Milanez (2002) e Polaz (2008).

O conjunto de 16 indicadores foi validado para a região metropolitana de Belo Horizonte, cujos valores expressam tendências à sustentabilidade e mostram as deficiências da gestão e estão demonstrados no Anexo J.

2.6.1.13 Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS, 1996) – municípios brasileiros.

O Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) é um sistema de informações do setor de saneamento de municípios brasileiros que concentra em sua base de dados informações e indicadores sobre a prestação de serviços de Água e Esgotos, de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, lançada em 1996 com apoio do banco mundial. Com divulgação anual desde 2002 do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos, SNIS, onde traz um panorama geral para o país quanto à acerca de cobertura dos serviços de coleta domiciliar e pública, bem como da coleta seletiva, quantidade de massa coletada e recuperada no país, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, informações financeiras, entre outras (SNIS, 2020).

De acordo com as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico e também para a Política Federal de Saneamento Básico (BRASIL, 2007) através da Lei 11.445/2007, o provimento dos dados ao SNIS é feito de forma voluntária, e contém as informações dos municípios convidados a participar do trabalho.

De modo a favorecer a comunicação os procedimentos de coleta de dados são realizados de forma padronizada. A metodologia vai de encontro às informações primárias para que a partir delas o sistema faça o cálculo dos indicadores; da mesma forma o SNIS não altera os dados previamente fornecidos. Em cima das informações tratadas calcula e padroniza os indicadores, que totalizam 47, conforme pode ser visto no Anexo K.

O SNIS desenvolveu uma metodologia que contempla as diversas fases do processo de coleta, tratamento, organização, armazenamento e divulgação dos dados (SNIS, 2020).

De acordo com o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (SNSA, 2018), 3.468 municípios participaram do diagnóstico neste ano.

O SNIS não coleta indicadores, somente informações primárias. A partir delas o próprio sistema calcula os indicadores. É também importante reiterar que o SNIS

não altera as informações fornecidas. Com base nas informações coletadas e já tratadas, calculam-se os indicadores, cujas expressões matemáticas são padronizadas pelo sistema. A partir do conjunto de informações são calculados 47 indicadores no sistema, dentre eles taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar, massa recuperada per capita e autossuficiência financeira do órgão gestor (SNIS, 2020).

Assim o SNIS tornou-se uma importante fonte de consulta e ferramenta de auxílio à formulação de políticas públicas, à medida que possibilita acesso e fácil visualização aos dados dos municípios.

2.6.1.14. Olivo (2021) –Municípios brasileiros de médio porte

O objetivo da pesquisa desenvolvida por Olivo (2021) foi apresentar um modelo de gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos, baseado em referências e experiências consolidadas para aplicação em municípios de médio porte.

Olivo dividiu sua tese em quatro etapas sendo i) apresentação da atual situação da gestão de resíduos sólidos urbanos em municípios de médio porte; ii) diretrizes para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos; iii) benchmarking da gestão integrada de resíduos sólidos em municípios de médio porte e; iv) ações governamentais para implantar a gestão integrada de resíduos sólidos em municípios de pequeno e médio porte.

A metodologia utilizada pelo autor se deu pelo levantamento de informações em base de dados oficiais para as etapas i) e iii) e revisão sistemática através de pesquisa bibliográfica para as etapas ii) e iv).

A pesquisa identificou através de 23 indicadores demonstrados através do Anexo L um elevado engajamento do governo local para as questões de planejamento e arranjos institucionais garantidos por legislação local sólida e ao final avaliou-se as condições de aplicabilidade destas ações em um município de médio porte, Chapecó - SC, que apresentou condições favoráveis de implantação destas ações considerando que 52% das ações já estão em funcionamento no município.

O conjunto dos 23 indicadores foi organizado e categorizado em faixas avaliativas do desempenho da gestão dos municípios a serem pesquisados, considerando as dimensões Ambiental, Econômica e Sociocultural, sendo atribuído os benchmarking usados como referência para cada indicador, considerando a

legislação vigente, normas nacionais e internacionais e resultados de estudos técnicos de autores da área.

Ao final, por meio da estruturação de um modelo de gestão sustentável ideal para municípios brasileiro de médio porte considerando as características da dimensão populacional e demandas do setor, recomenda que os municípios com aptidão para implantar este sistema, possam aplicar as ações governamentais para implantar a gestão integrada de resíduos sólidos e/ou adequação através da revisão dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos.

2.6.2 Indicadores da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos a nível internacional

Em se tratando de indicadores para a gestão de resíduos sólidos urbanos à nível internacional encontrou-se nesta pesquisa 12 conjuntos de indicadores de GRSU, segundo Quadro 5 onde encontram-se relacionados.

Quadro 5: Indicadores da GRSU proveniente de fontes internacionais

Nº	REFERÊNCIAS	ANO	Nº INDICADORES
1	UN-Habitat	2010	8
2	Euroconsultants	2010	49
3	MOUD	2010	8
4	Munizaga Plaza e Lobo Garcia de Cortázar	2013	76
5	ISO 37.120	2014	10
6	Parekh, <i>et al.</i>	2014	44
7	Greene e Tonjes	2014	11
8	ADB	2014	6
9	Cifrián e Viguri	2015	27
10	Sanjeevi e Shahabudeen	2015	6
11	Hotta, <i>et al.</i>	2015	11
12	Wilson, <i>et al.</i>	2015	12
13	EISaid e Aghezzaf	2018	27

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Estas metodologias para a GRSU seguem analisadas nos próximos subitens desta pesquisa.

2.6.2.1 UN-Habitat - United Nations Human Settlements Programme (2010) - Vinte cidades dos 6 continentes

O United Nations Human Settlements Programme-UN-HABITAT (2010) (Programa das Nações Unidas para o Assentamentos Humanos), em seu relatório

Solid Waste Management- in the World's Cities-Water and Sanitation in the Worlds Cities (2010), divulgou o resultado de pesquisa feita em vinte cidades selecionadas nos 6 continentes, onde mostra o atual estágio dos sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos como forma de viabilizar um retrato do mundo naquela ocasião, bem como seu futuro no que se refere à gestão de resíduos sólidos urbanos.

Este relatório ocupou lacuna até então descoberta na literatura sobre GRSU em países de baixa, média e alta renda, além de proporcionar um novo entendimento com foco maior em processos e não apenas em tecnologias, objetivando estimular um tipo de compreensão distinto sobre este universo (UN-HABITAT, 2010).

Montado sob a égide da gestão integrada de resíduos sólidos sustentável (Integrated Solid Waste Management - ISWM), com a contribuições de 35 experts em gestão de resíduos de 15 países, reflete três elementos que considera indispensáveis para que um sistema opere bem, especialmente pensando no longo prazo: a saúde pública, a proteção ambiental e a gestão dos recursos (UN-HABITAT, 2010).

Com base em dados disponibilizados por cada local, como foco em um sistema de gestão de resíduos sustentável, levou em conta todos aspectos operacionais, financeiros, sociais, institucionais, políticos, legais e ambientais, onde ao final desenvolveu um conjunto de 8 indicadores que objetivam analisar o funcionamento dos processos nas cidades, bem como compara-los entre si (UN-HABITAT, 2010).

Ao final, com o conjunto de indicadores que expressam aspectos diversos de uma localidade, a partir de informações seguras e confiáveis, a governança sustentável à nível local torna-se guia para um sistema de resíduos sólidos sustentável. Este pode ser visto no Anexo M.

2.6.2.2 Euroconsultants - Metodologia Balkwaste (2010) - Estônia, Letônia e Lituânia

Em 2010 em estudo desenvolvido pela Euroconsultants foi elaborado o relatório BalkWaste. Este estudo foi pautado no desenvolvimento de indicadores de gestão de resíduos sólidos e foi feito para os países bálticos (Estônia, Letônia e Lituânia) seguindo legislação da União Europeia (UE), e abrange desde a geração,

infraestrutura, eficiência em relação às metas de aterros sanitários, recuperação de energia, bem como e consciência ambiental de reciclagem de resíduos.

Segundo a Euroconsultants (2010) o conjunto de indicadores deve munir uma avaliação do setor ou de um seu subconjunto importante que define como o desempenho que será medido ao longo de uma escala ou dimensão.

Seu principal intuito foi embasar políticas, funcionários de ministérios, gestores políticos e autoridades responsáveis pela operação e licenciamento de instalações de tratamento e eliminação de resíduos, como os ministérios ambientais nacionais ou regionais, os departamentos de saneamento e saúde pública, as agências de planejamento e serviços de obras públicas, agências de gestão de recursos naturais e gestores de resíduos (EUROCONSULTANTS, 2010).

Balkwaste (EUROCONSULTANTS, 2010) aponta que os indicadores de desempenho de gestão de resíduos são o coração de um sistema de monitoramento de desempenho à medida que definem os dados a serem coletados, apontam o progresso e permitem que os resultados reais alcançados ao longo do tempo possam ser comparados com os resultados planejados; logo, podem ser ferramentas preponderantes no sentido de identificar tendências, auxiliar na tomada de decisões, monitorar e conceber as políticas específicas para o setor; assim propõe o conjunto de 49 indicadores demonstrados no Anexo N.

Verifica-se então que a elaboração de indicadores de desempenho para a gestão de resíduos deve ser algo bem estruturado, o qual deve levar em conta aspectos tanto sociais, como gerenciais, técnicos e também econômicos (EUROCONSULTANTS, 2010).

2.6.2.3 Ministry of Urban Development, Government of India (MOUD) (2010) - Índia

O governo da Índia, através do Ministério do Desenvolvimento Urbano (MOUD), desenvolveu em 2010 o chamado Manual de Nível de Serviços *Benchmarking*, onde, através de consulta com especialistas viabilizou um sistema padronizado com o intuito de acompanhar o nível de desempenho na prestação dos serviços urbanos considerados básicos, sendo, abastecimento de água, abastecimento de esgoto, gestão de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais. Este foi lançado com o objetivo de acompanhar sistematicamente e

sustentavelmente serviços urbanos com a utilização de indicadores padronizados, através de metas e marcos considerados referência.

Seu propósito é municiar os órgãos governamentais com um instrumento que seja capaz de acompanhar e avaliar a evolução do desempenho de acordo com as diretrizes estabelecidas, bem como auxiliar na realização e aperfeiçoamento e progresso dos setores dos serviços urbanos básicos, através do auxílio aos gestores locais na identificação de lacunas, planejamento e priorização de medidas de melhoria; possibilitando a identificação e transferência de boas práticas, ampliando a prestação de contas aos clientes para os níveis de prestação de serviços, proporcionando avaliação à contratos/acordos com prestadores de serviços, tentando vincular a tomada de decisão sobre os recursos financeiros para os resultados de serviço MOUD (2010).

Para tanto o MOUD (2010) estabeleceu um conjunto de indicadores de desempenho considerados fundamentais de serem mensurados e também monitorados, com metas que devem ser atingidas, bem como com emissão de relatórios com frequência determinada. Quanto à gestão de resíduos sólidos definiu um conjunto com oito indicadores de desempenho básicos para acompanhamento dos resíduos, sendo o demonstrado no Anexo O.

Busca-se através deste conjunto de indicadores comparar sua evolução e ainda equipará-los aos indicadores de outras cidades. Ainda, centraliza-se assim a gestão de desempenho no governo, embora seja sustentada não só pelos níveis estaduais, mas pelos municipais.

2.6.2.4 Munizaga Plaza e Lobo García de Cortázar - Metodologia *Garbometer* (2013) – Cantabria - Espanha

Plaza e Cortázar (2013) elaboraram um sistema que permite a verificação do sistema de gestão de resíduos sólidos domésticos, na região da Cantabria (Espanha), pautada no *benchmarking* buscando melhorar o desempenho dos sistemas GRSU.

Esta metodologia chamada de *Garbometer* é flexível e aplicável em diferentes cenários em decorrência principalmente da complexidade de comparação no que se refere à sistemas de GRSU em diferentes cidades e países, por conta da falta de credibilidade da informação gerada, dispersão, e ainda falta de informações

disponibilizadas sobre determinado evento e trata da sequência que pode ser vista através da Figura 2.

A metodologia desenvolvida se divide em quatro partes: 1) Coleta e transporte; 2) Recuperação e Reciclagem; 3) Eficiência energética e 4) Eliminação, onde, para analisar, por exemplo, o status atual de cada subsistema seis critérios são considerados, sendo: 1) Eficácia, 2) Eficiência em recursos físicos, 3) Eficiência energética, 4) Ecoeficiência, 5) Eficiência econômica e 6) Eficiência em recursos humanos (PLAZA E CORTÁZAR, 2013).

Figura 2: Processo Garbometer



Fonte: Silva (2017)

Pautado em estudos e em indicadores compostos e empregados por diversos organismos internacionais, e, a partir do sistema proposto, definiram-se 76 indicadores de GRSU (MUNIZAGA PLAZA, 2016), conforme Anexo P.

A partir da consulta à experts definiu-se uma escala de valoração que possibilitasse a avaliação comparativa, onde para cada indicador se o resultado obtido se encontra entre 0-50 tem resultado ruim, entre 50-70 tem resultado regular e acima de 75 tem resultado bom, mas, podendo ser alterados de acordo com cada realidade e requisito do usuário.

Partindo do princípio para avaliar o gerenciamento dos resíduos de forma sustentável, a avaliação de cada subsistema propõe-se uma série de questões políticas, implícitas nos critérios de avaliação. Busca-se com nas respostas identificar dentro dos quatro subsistemas se há eficácia através da capacidade de atingir as metas e objetivos propostos, e ainda se há eficiência no uso dos recursos físicos (equipamentos e equipes), energéticos (custos) e humanos (pessoas

relacionadas diretamente com a GRSU) (MUNIZAGA PLAZA; LOBO GARCÍA DE CORTÁZAR, 2013).

Uma matriz de indicadores resultante é obtida por comparação de valores de referência, gerando resultados positivos, negativos e neutros, segundo os resultados das comparações de cada indicador (SILVA, 2017), o que viabiliza a identificação das oportunidades de melhorias a partir das próprias informações levantadas.

2.6.2.5 Cifrián *et al.* (2015) – Cantabria - Espanha

Fruto da pesquisa de Cifrian *et al.* (2015) foi desenvolvida para a região de Cantabria, na Espanha, uma metodologia com informações ambientais foi organizada com o objetivo de construir um sistema de informações de resíduos. Esta foi dividida em três conjuntos de indicadores, sendo: (I) um conjunto de indicadores básicos, responsáveis pela visão geral do nível tanto da geração como da gestão de resíduos; (II) um conjunto de indicadores específicos, para monitorar os objetivos das políticas de resíduos; e (III) um conjunto de indicadores transversais, que reflete a atuação de diferentes variáveis econômicas e sociais na geração de fluxos de resíduos específicos (CIFRIAN *et al.*, 2015).

Cifrian *et al.* (2015) para o desenvolvimento do sistema utilizaram uma metodologia específica com objetivos múltiplos, seguindo sete passos descritos pelo autor, sendo:

- (i) síntese, com a seleção dos conjuntos de indicadores;
- (ii) análise do sistema através de fontes de estudo e de dados;
- (iii) avaliação dos indicadores propostos;
- (iv) aplicação e interpretação;
- (v) revisão pública, disseminação e atualização do protocolo;
- (vi) melhoria contínua dos conjuntos de indicadores, utilizando análise SWOT; e,
- (vii) agregação dos indicadores de cada sistema e sua representação por meio da ferramenta “Dashboard de Sustentabilidade”.

Ainda, o indicador adicionado Pegada de Carbono é aplicado à gestão global de resíduos urbanos no estudo.

Como resultado têm-se um sistema com 27 indicadores, sendo (I) seis indicadores básicos, (II) 16 indicadores específicos e (III) 5 indicadores transversais,

demonstrados no Anexo Q.

Os autores consideraram que os indicadores básicos selecionados teriam de proporcionar a comparação com outras regiões, utilizando-os amplamente. Para os indicadores específicos os objetivos definidos nas políticas ambientais foram considerados para o monitoramento de questões relacionadas à estes. Quanto aos indicadores transversais buscou-se conseguir relacionar questões ambientais com variáveis sociais, bem como avaliando a sustentabilidade da região em estudo (CIFRIAN *et al.*, 2015).

Para a verificação dos indicadores foram ponderadas questões quanto à sua relevância ligada às metas e objetivos, credibilidade, relativa à dados completos e precisos, funcionalidade, relacionado à utilidade na tomada de decisões, quantificação, tocante à facilidade de medição, e, comparabilidade, relacionada à obtenção de informações em escalas temporais e espaciais, e, ainda, subcritérios para indicar pontuação para os indicadores, onde, utilizou-se a classificação através em mínimo – máximo com objetivo de construir um índice sintético.

Ainda, utilizou-se da metodologia Painel de Sustentabilidade (Dashboard of Sustainability -DS) para a agregação dos indicadores com o intuito de mostrar de forma conjunta os resultados de cada um, seu peso e o índice agregado.

2.6.2.6 ISO 37120:2014 - International Organization for Standardization (2014) – Qualquer Município do mundo

Publicada em Maio de 2014 pela International Organization for Standardization (ISO) a ISO 37120 é a primeira norma internacional direcionada para o desenvolvimento sustentável em comunidades e tem a sustentabilidade como premissa e a resiliência como marco orientador para o desenvolvimento das cidades.

A ISO 37120:2014 integra conjunto de normas para o desenvolvimento de comunidades sustentáveis, ligada à Comissão Técnica de Meio Ambiente-cidades e comunidades sustentáveis, ISO/TC 268, que marca através de definições e metodologias um conjunto de indicadores que podem ser utilizados para conduzir e ainda mensurar o desempenho de serviços prestados e qualidade de vida urbanos.

Sua apresentação traz um conjunto de indicadores com o objetivo de medir o desempenho nos seguintes fatores: prestação de serviços e a qualidade de vida nas

ciudades. Tem o intuito de estabelecer padrão internacional de indicadores de desempenho de cidades, e que estes sejam reportados anualmente. Seus indicadores principais e de apoio estão estruturados em 17 temas, e dentre eles está o relacionado à Resíduos Sólidos.

O anexo A da referida ISO contempla os indicadores para o tema resíduos sólidos, onde estão os serviços, bem como a qualidade de vida urbana, divididos em duas categorias: indicadores principais e indicadores de apoio, com 3 e 7 indicadores respectivamente, neste trabalhos apresentados no Anexo R.

Este padrão de indicadores viabiliza a avaliação do desempenho dos serviços urbanos e da qualidade de vida das cidades, a mensuração da evolução do seu progresso ao longo do tempo através de acompanhamento, e forma base de dados confiável e padronizada, possibilitando assim a comparação entres cidades, orientando na definição de políticas públicas e planejamento urbano. Embora seja um marco importante vale salientar que esta não estabelece parâmetros de valor, em termos de limites ou escala numérica que as cidades devam atingir para se tornarem sustentáveis (ISO 37120, 2014).

Para a Organização Internacional para Padronização (ISO), normas são cada vez mais importantes para ajudar as cidades a desenvolver infraestruturas mais inteligentes e sustentáveis, tornando-se lugares melhores para se viver.

Os indicadores usados pela ISO 37120:2014 foram definidos e validados no estudo de McCARNEY (2015). Segundo McCarney (2015), a certificação pela norma ISO 37120 pode permitir às cidades competir internacionalmente e atrair investimentos, dado que os principais benefícios da ISO 37120 são:

- A governança e prestação de serviços mais eficazes;
- A avaliação comparativa e metas internacionais;
- A avaliação comparativa e o planejamento local;
- Tomadas de decisão informada para decisores políticos e gestores municipais;
- A aprendizagem comparativa e partilha de informações práticas entre as cidades;
- A alavancagem de financiamentos e o reconhecimento das entidades internacionais;
- A alavancagem de financiamentos para cidades em níveis de alta

escala do governo;

- Quadro de planejamento de sustentabilidade;
- Transparência e dados abertos para atração de investimentos.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) aprovou e publicou a ABNT NBR ISO 37120:2017 “Desenvolvimento sustentável de comunidades – Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida”, que é a tradução e adaptação para a língua portuguesa da norma ISO 37120:2014, definindo e estabelecendo metodologias para um conjunto de indicadores com o propósito de medir o desempenho de serviços urbanos e qualidade de vida. Esta Norma define e estabelece metodologias para a construção de um conjunto de indicadores, a fim de orientar e medir o desempenho de serviços urbanos e qualidade de vida.

2.6.2.7 Parekh *et al.* (2014) - Gujarat e Ghaziabad Kota - Índia

Parekh *et al.* (2014) desenvolveram estudo com o intuito de expor a aplicabilidade do chamado Processo de Hierarquia Analítica (AHP) no que se refere à outorga de pesos dos indicadores de desempenho de resíduos sólidos urbanos, onde propuseram 44 indicadores levantados por meio de entrevistas e discussões em grupo com especialistas da área, para as cidades de Gujarat e Ghaziabad Kota, na Índia.

Para a mensuração do desempenho os 44 indicadores do estudo foram ordenados em 8 áreas de gestão: cobertura, transporte, disposição final, reclamações dos consumidores, custo unitário, resultados, segregação, recuperação e reciclagem e aspectos ambientais, conforme demonstrado no Anexo S.

A fim de caracterizar peso para cada indicador no Processo de Hierarquia Analítica (AHP), o método foi categorizado em quatro fases, sendo: estrutura do problema de decisão, avaliação do possível impacto de cada alternativa, determinação das preferências de decisão e avaliação e comparação das alternativas. Foram selecionados cinquenta especialistas de diversas áreas, o que gerou a matriz de indicadores com os critérios de importância, moderada, forte, muito forte ou de extrema importância (PAREKH *et al.*, 2014).

2.6.2.8 Greene e Tonjes (2014) Nova Iorque - EUA

Greene e Tonjes (2014) através de suas pesquisas identificaram não haver consenso sobre quais os indicadores de desempenho de resíduos fornecem informações significativas para a avaliação de qualidade ambiental, e, decidiram então realizarem estudo com dados coletados a partir das chamadas Unidades de Planejamento do Estado de Nova Iorque (EUA), que são responsáveis por gerir os resíduos locais. Para o estudo, coletaram dados referentes ao ano de 2011, diretamente, com os municípios e registros do Estado de Nova Iorque.

A proposta dos autores se concentra em quatro níveis: (1) toneladas, (2) porcentagens, (3) taxas per capita e (4) análise de fluxos de saída (LCA). Foi utilizado o Modelo WARM proposto pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) para redução de resíduos. O modelo WARM é um método simplificado de análise de fluxo de saídas (LCA) que foi criado especialmente para os gestores de resíduos, com 11 indicadores, conforme apresentados no Anexo T.

A análise dos indicadores mensurados foi realizada em parâmetros de avaliação identificando se o indicador é direto, objetivo e específico, simples e fácil de usar, comparável, prático, confiável, útil para gestores de resíduos, relevante, com baixa margem de erro, e se tem relevância política (GREENE; TONJES, 2014). Feito isso estabeleceram-se pontuações para cada indicador obtido sob três níveis, Pobre, quando o indicador não reflete adequadamente o critério, Justo, quando o indicador é apropriado para o critério, e, Bom, quando o indicador é claramente útil e reflexivo do critério.

Os autores concluíram ao final da pesquisa que ao utilizar os quatro níveis de indicadores, desde que se tenha dados confiáveis, pode-se apontar o progresso do desempenho do sistema de resíduos. Ainda, o que pode se reverberar em planejamento e políticas públicas para a transição para a gestão sustentável de resíduos (GREENE; TONJES, 2014).

No estudo foram levantados e calculados os indicadores de resíduos para oito municipalidades: Brookhaven Town, Dutchess County, Huntington Town, Islip Town, Onondaga County, Orange County, Rockland County, Schenectady County, Smithtown Town, Tomkins County (GREENE; TONJES, 2014).

2.6.2.9 Asian Development Bank, People's Republic of China (2014) – Municípios chineses

Receosos pela crescente urbanização e conseqüentemente da necessidade de uma abordagem científica e ambientalmente sustentável para o desenvolvimento econômico e habitabilidade dos centros urbanos, Ministério da Proteção Ambiental da República Popular da China e Banco Asiático de Desenvolvimento (*Asian Development Bank-ADB*), com apoio do Partido Comunista da China, elaboraram um estudo com o objetivo de criar uma ferramenta prática que pudesse ser empregada pelos gestores municipais no país, de acordo com o entendimento do Governo da República Popular da China (RPC) de que a acelerada urbanização pode criar problemas ambientais, administrativos e de habitabilidade que, se não acompanhados e controlados, podem se agravar ao longo do tempo, gerando o esgotamento de recursos naturais, poluição ambiental, afetando as infraestruturas urbanas, a governança ambiental e causando desigualdades entre diferentes regiões do país (ADB, 2014).

Dessa forma propuseram o Índice de Habitabilidade Ambiental (*Index Livability Environment-ELI*). Este é um abrangente índice de sustentabilidade ambiental urbana que, utilizado com um *software* de monitoramento associado, fornece aos formuladores de políticas públicas, evidências que servem de base para a elaboração de políticas para desenvolvimento ambiental sustentável.

O Índice de Habitabilidade Ambiental é uma metodologia pioneira e também prática, que demonstra as dimensões presentes, passadas e futuras de uma cidade habitável e permite:

- I. A promoção de agenda ambiental entre os formuladores de políticas públicas, gestores urbanos e o público em geral;
- II. A compreensão das lacunas existentes e futuras;
- III. A criação de uma ferramenta científica, que prioriza os investimentos ambientais e avalia seus impactos a longo prazo.

O índice construído inclui o *software* de monitoramento, testado em uma amostra de médias e grandes cidades na RPC, onde confirmou ser metodologicamente correto e ainda, adequado para o monitoramento da habitabilidade ambiental, auxiliando na priorização de estratégias de investimentos para melhorar a habitabilidade ambiental urbana (ADB, 2014).

Para que o ELI seja amplamente aplicado os autores identificaram ser necessário o aumento da capacidade das agências de planejamento ambiental das cidades e agências de apoio, o aumento dos sistemas de monitoramento e de coleta de dados da RPC e a qualidade dos dados utilizados em pequenas e médias cidades, a integralização dos indicadores de mudança climática, e, a institucionalização do sistema em todos os níveis de governo.

Buscou-se nesta metodologia atuar em três camadas de dados, sendo, o fornecimento de indicadores para informações sobre o estado do fenômeno/tema monitorado; o fornecimento de subíndices, para agregar as informações derivadas de um grupo de indicadores de cada tema; e, a gregação dos subíndices para desenvolver o Índice de Habitabilidade Ambiental (ELI). Após, foram estabelecidos 8 temas para desenvolver os indicadores ligados às questões ambientais: i) qualidade da água; ii) recursos hídricos; iii) qualidade do ar; iv) resíduos sólidos; v) ambiente acústico; vi) ecossistema; vii) habitabilidade doméstica e viii) gestão ambiental.

Para cada tema foram definidos indicadores específicos. O Anexo U mostra os indicadores desenvolvidos para o tema de resíduos sólidos.

Para o desenvolvimento dos indicadores de habitabilidade ambiental, foram definidos pesos através do método Hierarquia Analítica de Processo (*Analytic Hierarchy Process-AHP*) e consultados especialistas, seguindo três passos:

1º Passo: Definir o objetivo geral (meta) de avaliar ou classificar as cidades em relação à sua habitabilidade ambiental e meios (critérios) para atingir o objetivo da seleção de cidades como opções.

2º passo: Avaliar a importância de vários critérios na hierarquia para comparação, utilizando uma escala de 1 a 9 para representar a significância de cada critério.

3º passo: Derivar os pesos dos indicadores com base nesses julgamentos.

A metodologia foi aplicada em 33 cidades, tendo sido a maioria dos dados obtida a partir de anuários estatísticos já publicados. Após sua aplicação foi realizada a normalização dos diversos conjuntos de dados, para produzir indicadores comparáveis, em diferentes locais, dentro de um único sistema.

Para isso foi desenvolvido um sistema combinando os métodos categórico e Max-Min, com os indicadores agregados em dois níveis: (i) agregação de indicadores subíndices e (ii) agregação de subíndices na composição Índice de

Habitabilidade Ambiental (ADB, 2014).

Ao final gerou-se o ELI das 33 cidades pesquisadas da RPC no período de 2000 e 2011. A metodologia mostrou-se eficiente para análise de políticas específicas para cada região. Ponderou-se ainda que para ser eficaz deve ser integrada com a estrutura de gestão ambiental da RPC, sendo institucionalizada em todos os níveis administrativos, bem como atualizada regularmente, fato este que demanda acompanhamento, treinamento, divulgação, disponibilidade e qualidade de dados (ADB, 2014).

2.6.2.10 Sanjeevi e Shahabudeen (2015) – Qualquer Município do mundo

Sanjeevi e Shahabudeen (2015) em seu estudo visitaram artigos sobre sistemas de gestão de resíduos sólidos com indicadores de desempenho nos municípios, com o intuito de sugerir métodos práticos de monitoramento pelos gestores municipais. Na pesquisa os autores analisaram 387 artigos, dos quais 59 estudos de caso, envolvendo 46 cidades em trinta países, sendo que a maior parte deles referentes às cidades da Ásia, onde emergem novas cidades.

No levantamento os autores constataram que a maioria dos estudos especifica mais quanto à determinação das características dos resíduos, aplicação de técnica de otimização, alternativas para redução de custos e melhorias na produtividade, enquanto poucos tratam sobre indicadores de desempenho (SANJEEVI; SHAHABUDEEN, 2015).

Os autores propõe uma lista de cinco indicadores que consideram chaves para a GRSU, com suas formas de unidades de medidas, atividades a medir, contextos e frequência de apresentação, conforme demonstrado no Anexo V (SANJEEVI; SHAHABUDEEN, 2015).

Ao final da pesquisa os autores concluíram que, a partir das pesquisas atuais na região metropolitana de Chennai (Índia), uma proposta com cinco indicadores, nos âmbitos social, econômico, político e governança administrativa seria o indicado para avaliar o desempenho e monitor o sistema de gestão dos resíduos sólidos urbanos em qualquer cidade, com apresentação de forma simples, direta e suficiente. Para Sanjeevi e Shahabudeen (2015) que tratam de sistemas e monitoramento de desempenho da GRSU devem emergir nos próximos anos devido ao aumento da responsabilidade social na gestão das cidades, rumo

à sustentabilidade (SANJEEVI; SHAHABUDEEN, 2015).

2.6.2.11 Hotta *et al.* (2015) - Ásia e região do Pacífico

Ainda no ano de 2015, Hotta *et al.* (2015), fundamentados na experiência do Fórum Regional 3R's da Ásia e Pacífico realizado em março de 2013, onde foi criado um grupo de pesquisa com o objetivo de propor um conjunto básico de indicadores, para serem utilizados na elaboração de relatórios, acompanhamento e implementação da política 3R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), apresentaram ao Instituto para Estratégias Ambientais Globais (*Institute for Global Environmental Strategies-IGES*) recomendação quanto à indicadores de desempenho padronizados e comparáveis, ligados ao desenvolvimento de indicadores da política 3R's para a Ásia e região do Pacífico.

Para os autores vincular a estratégia nacional com as políticas locais é muito importante, visto que os esforços governamentais para a promoção da política 3R's, como metas e indicadores, podem ser ferramentas úteis para o acompanhamento e a revisão sistemática dos esforços, fornecendo assim a retroalimentação da política, bem como de seu desempenho.

Os indicadores devem ser fáceis de entender para serem utilizados no monitoramento das condições atuais, e, ainda para ajudar na avaliação de riscos e impedir práticas danosas na gestão de resíduos. Com base em informações confiáveis a partir da coleta e análise de desempenho os indicadores podem ajudar na coordenação da infraestrutura como o arranjo logístico da coleta e localização das instalações de tratamento, criação de mercado para produtos reciclados ou relacionados aos 3R's, tecnologias e serviços (HOTTA *et al.*, 2015).

Os autores se basearam nos indicadores de pressão de estado-resposta (PER) da política ambiental (Figura 3), bem como na reflexão trazida pelo “Eurostat” (Sistema Estatístico Europeu) de que o monitoramento do progresso está fortemente ligado às questões de gestão, para o desenvolvimento da proposta de indicadores.

Figura 3: Modelo PER de indicador ambiental



Fonte: Adaptado de Hotta *et al.* (2015)

Hotta *et al.* (2015) defendem que é crucial dispor de indicadores apropriados, bem como de capacidade de gestão de dados, coleta, gerenciamento e análise de dados precisa e periódica, sendo essencial a disponibilidade, bem como fácil acesso às partes envolvidas, tanto a nível local como governamental, para que assim haja monitoramento do progresso dos objetivos e estratégias políticas.

Os indicadores propostos pelos autores totalizam 11 e são demonstrados no Anexo W.

Os autores elencam então como principais entraves ligados aos dados a disponibilidade e precisão, a falta de definições e metodologias padronizadas, e dados existentes relacionados com políticas públicas de incentivo aos 3R's, e, destacam ainda a necessidade de se institucionalizar informações 3R's, indicadores e base de conhecimento em nível local, provincial e nacional (HOTTA *et al.*, 2015).

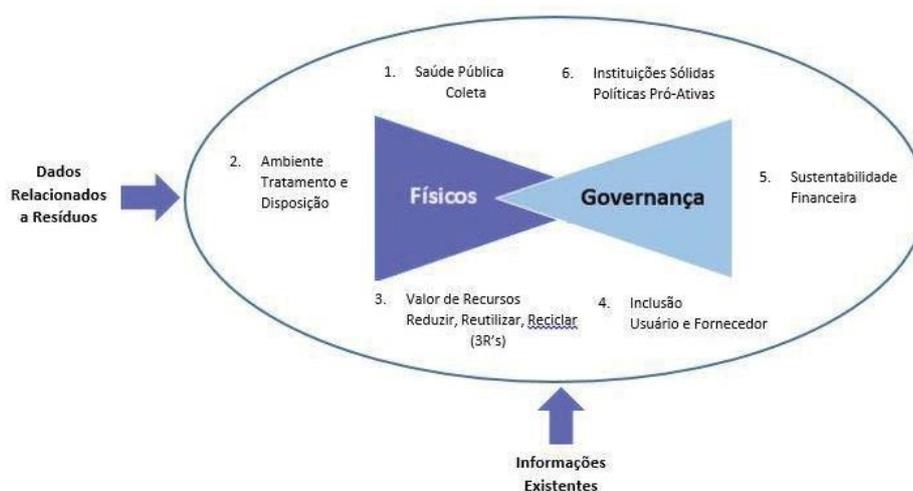
Ao final do estudo os autores verificaram que um número crescente de países e governos na Ásia começaram a usar indicadores e metas relacionados à política 3R's, e apontam para o cuidado que deve ser tomado na definição das metas e indicadores, para que estas estejam de acordo com os objetivos e políticas de cada país, bem como alinhados com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (HOTTA *et al.*, 2015).

2.6.2.12 Wilson *et al.* - Metodologia *Wasteaware* (2015) – Qualquer município do mundo

Wilson *et al.* (2015) propõe em seu estudo que a gestão integrada sustentável de resíduos deve apresentar uma estrutura para o conjunto de indicadores considerando dois aspectos: os físicos e as estratégias de governança.

Diante disso cria a estrutura chamada de “*Wasteaware*”, conforme demonstrado na figura 4.

Figura 4: Estrutura dos indicadores “*Wasteaware*”



Fonte: Wilson *et al.* (2015)

Na estrutura os aspectos físicos estão alinhados em três fatores chaves para o desenvolvimento da gestão de resíduos, sendo a proteção da saúde pública (que depende dos serviços de coleta de resíduos), a proteção ambiental (que depende do tratamento e eliminação dos resíduos) e o valor do recurso (ligado ao princípio de sustentabilidade 3R's: Reduzir, Reutilizar, Reciclar) (WILSON *et al.*, 2015).

Para o autor as estratégias de governança devem priorizar um sistema que funcione bem, onde haja a inclusão, permitindo às partes interessadas contribuir e se beneficiar, a sustentabilidade financeira, que assegura que os serviços e atividades de gestão de resíduos tenham uma relação custo-benefício saudável e acessível, e, uma base de instituições sólidas e políticas proativas (WILSON *et al.*, 2015).

A partir da evolução de estudos anteriores, ainda na experiência inicial do

conjunto de indicadores da UN-Habitat/ ISWM que apontou deficiências e oportunidades de melhoria, os autores propôs em sua metodologia um conjunto de indicadores '*Wasteaware*'.

O intuito dos indicadores de referência "*Wasteaware*" é utilizar dados que já existem e eliminar o trabalho em busca de dados primários. Mesmo não sendo um mecanismo de pontuação com intenção de produzir um único número total ou absoluto como um índice de desempenho, os resultados obtidos devem fornecer uma visão geral do desempenho da gestão de resíduos sólidos da cidade avaliada, permitindo a comparação com outras cidades.

Dessa forma, os indicadores "*Wasteaware*" é composto por 12 indicadores demonstrados no Anexo X, sendo seis indicadores referentes aos componentes físicos e seis indicadores referentes aos fatores de governança, subdivididos em três categorias para os componentes físicos (saúde pública, controle ambiental, tratamento e eliminação de resíduos) e três categorias para os fatores de governança (inclusão, sustentabilidade e institucional, políticas proativas) (WILSON *et al.*, 2015).

Para cada categoria foram definidos critérios de avaliação por meio de pontuações, com atribuição de uma escala de pontuação padronizada de 0, 5, 10, 15 ou 20. Ainda, um código de cores em sistema de semáforos, para ajudar na avaliação visual e rápida da tabulação de dados, sendo, pontuação Muito baixa (de 0-20%), cor vermelha; Baixa/Média (de 21-40%), cor vermelho-laranja; Média (de 41-60%), cor laranja; Média/Alta (de 61-80%), cor laranja-verde e Alta (de 81-100%), cor verde. E, propõe também um meio suplementar de visualizar os resultados através de um diagrama radar, que demonstra o desempenho da cidade em relação aos 12 indicadores em uma escala de zero a 100 (WILSON *et al.*, 2015).

Dos 12 indicadores apresentados pela *Wasteaware ISWM*, 8 são mensurados através de avaliação subjetiva, considerando vários critérios para seu julgamento. Pensando nisso a ferramenta fornece manual do usuário com orientações quanto às definições e interpretações do sistema, bem como pontuação.

Verifica-se então que um dos objetivos dos indicadores de referência propostos pela *Wasteaware ISWM* é aumentar a conscientização das partes interessadas no estado da gestão de resíduos sólidos local, assim como a ISO

37120:2014, a metodologia *Wasteaware ISWM* também não fornece um índice geral de desempenho para avaliação da sustentabilidade da GRS, apenas fornece a visão geral, permitindo a comparação pontual entre cidades e a verificação dos pontos que merecem maior atenção (WILSON *et al.*, 2015).

2.6.2.13 Sarah EISaid e El-Houssaine Aghezzaf (2018) – Cairo - Egito

Sarah EISaid e El-Houssaine Aghezzaf desenvolveram sua pesquisa em Cairo, no Egito, com o objetivo de criar uma ferramenta que pudesse ajudar os municípios e as partes interessadas, especialmente nas cidades em desenvolvimento, a avaliar o seu desempenho quanto à gestão de resíduos sólidos.

O objetivo dos indicadores desenvolvidos pelas autoras não é comparar o desempenho de diferentes cidades entre si. As autoras propõem indicadores de sustentabilidade mensuráveis que são específicos para a gestão de resíduos sólidos. Estes devem ser usados para medir o progresso de uma cidade em direção à sustentabilidade ao longo do tempo, comparando seu próprio desempenho, e ainda para determinar a que distância um plano de gestão de resíduos da cidade reflete os objetivos do desenvolvimento sustentável.

A proposta das autoras parte dos estudos de Cifrian *et al.* (2015), onde o desenvolvimento dos indicadores de gestão de resíduos se dá através de quatro fases principais: síntese, desenvolvimento, aplicação e interpretação dos resultados. Na síntese fase, indicadores potenciais são coletados e os indicadores mais comumente usados são extraídos, dos quais a maioria os relevantes são escolhidos. Durante a fase de desenvolvimento, dados sobre os indicadores escolhidos são coletados e fichas técnicas são desenvolvidos, enquanto na fase de aplicação, os indicadores são calculados e comparados com as fichas técnicas. Finalmente, os resultados são interpretados e analisados, e as conclusões são tiradas (ELSAID; AGHEZZAF, 2018).

Os indicadores de sustentabilidade apresentados na pesquisa totalizam 27 e são divididos em seis conjuntos de acordo com uma estrutura geral para resíduos sólidos integrados sistemas de gestão: (1) um conjunto geral de indicadores; (2) indicadores relacionados à coleta e triagem; (3) indicadores de reciclagem; (4) indicadores de compostagem; (5) recuperação de energia indicadores; e (6) indicadores de aterro, conforme pode ser visto no Anexo Y.

Os 27 indicadores propostos pelas autoras são avaliados através da utilização da escala Likert a partir de definições prévias de porcentagens e notas de corte quanto à cada indicador, classificando-os em cinco níveis, sendo 5 a melhor pontuação e 1 a pior. Tais referências foram alcançadas através de pesquisa dos indicadores disponíveis a partir dos estudos já realizados.

Os indicadores propostos foram desenvolvidos especificamente para avaliar sistemas integrados de gestão de resíduos sólidos em cidades em desenvolvimento. Os resultados deste estudo também podem ser usados como um ponto de referência para cidades no nível local no planejamento, esclarecimento dos objetivos da política e definição de prioridades (ELSAID; AGHEZZAF, 2018).

3 METODOLOGIA

No presente capítulo são apresentadas as metodologias utilizadas para o desenvolvimento do estudo.

Após a discussão conceitual do termo gestão de resíduos sólidos urbanos e das iniciativas sobre propostas para mensurar essa gestão apresentada no capítulo anterior, este capítulo trata dos procedimentos metodológicos necessários à apresentação e discussão de um sistema de indicadores por dimensão da sustentabilidade e de um índice geral, apresentação dos dados e análise dos resultados envolvendo os cálculos dos indicadores, efetuando-se comparações pertinentes, quando os indicadores permitirem, através de tabelas com os indicadores individuais.

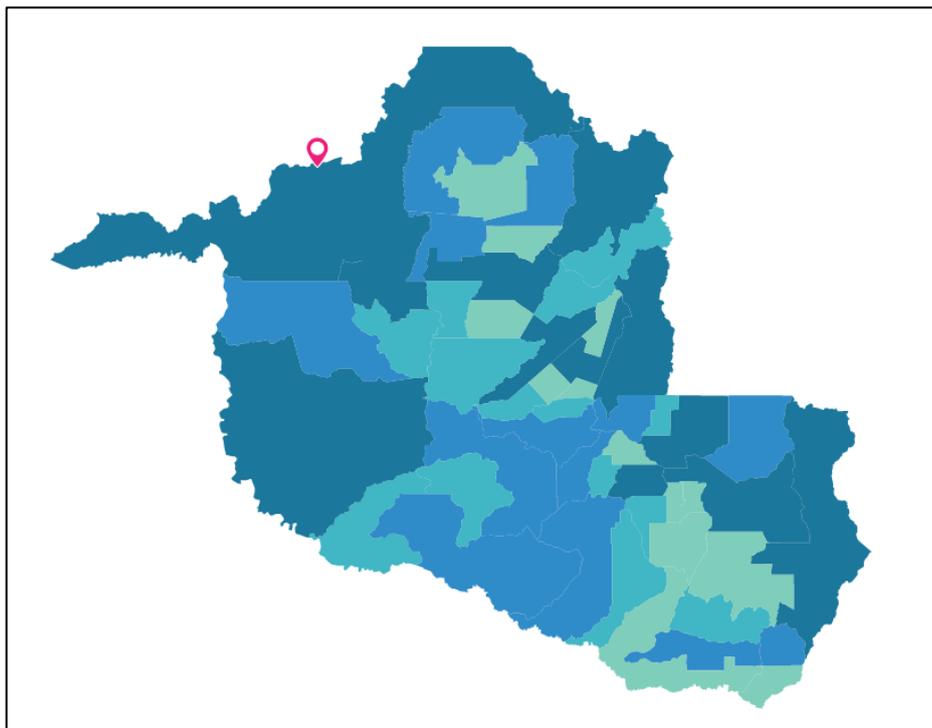
A apresentação dos dados e análise dos resultados envolveram os cálculos dos indicadores, efetuando-se comparações pertinentes, quando os indicadores permitirem, através de tabelas com os indicadores individuais. Sempre que possível serão demonstrados, em forma de gráficos ou curvas, o comportamento dos indicadores e temas e suas tendências explicitando a proposta adotada na aplicação ao município de Porto Velho (RO).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO EM ESTUDO

Este capítulo tem por objetivo caracterizar o município em estudo, objeto da pesquisa, com informações geográficas, socioeconômicas e outras relevantes sobre o tema em estudo.

O município foco deste estudo, Porto Velho, está localizado no estado de Rondônia, na parte oeste da Região Norte do Brasil, na área abrangida pela Amazônia Ocidental no Planalto Sul-Amazônico, uma das parcelas do Planalto Central Brasileiro, na Bacia do Rio Amazonas. O Rio Madeira é o principal rio que banha o município, vindo do sul da Bolívia.

Figura 5: Localização do município de Porto Velho no estado de Rondônia

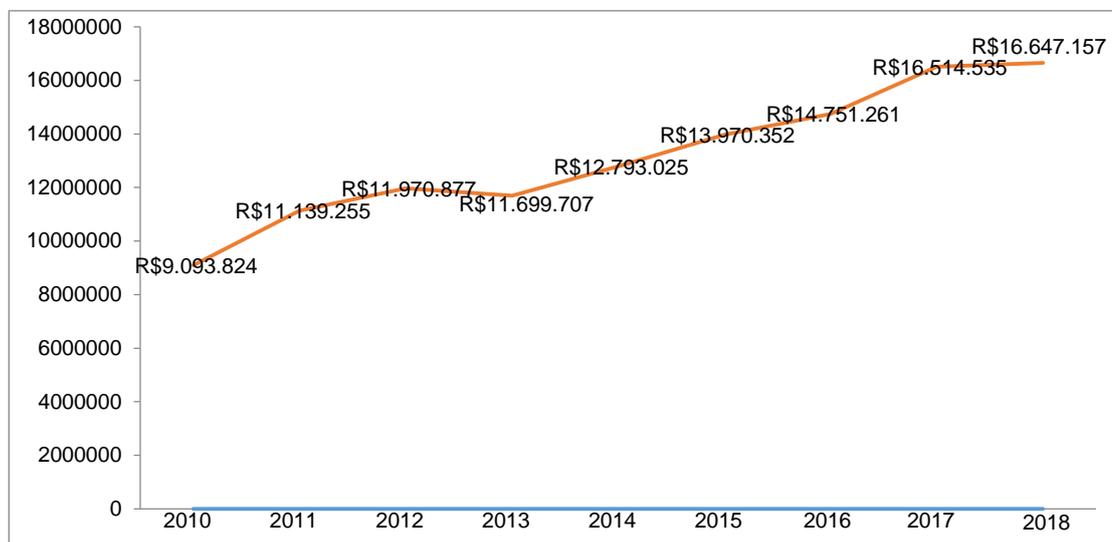


Fonte: IBGE (2020)

Porto Velho é a capital e o maior município do estado. Sua população está estimada em aproximadamente 539.354 habitantes (IBGE, 2020), sendo o quinto município mais populoso da Região Norte, e o mais populoso município da Região fora do eixo Amazonas-Pará. Entre todos os municípios brasileiros é o 46º mais populoso em 2020, figurando no mesmo ano como a 21ª capital estadual do país com mais habitantes.

Porto Velho se destaca também por ser a capital brasileira com maior área territorial, estendendo-se por pouco aproximadamente 34 mil km².

Gráfico 1- Produto Interno Bruto do município de Porto Velho no intervalo de 2010 a 2018.



Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2022)

Em termos econômicos, a cidade detém o terceiro maior PIB da Região Norte, depois de Manaus e Belém. Em 2018, o PIB de Porto Velho foi estimado em R\$ 16,60 bilhões, e seu PIB Per Capita R\$32.042,66 (IBGE, 2018).

Não há no município plano diretor de resíduos sólidos. Identificou-se a existência de Plano de recuperação de área degradada (PRAD) para a recuperação da área do atual aterro controlado, datado de 2010, ainda Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), trazendo estudo para implantação de aterro sanitário; todos documentos feitos na ocasião de processo licitatório da concessão dos serviços de limpeza urbana e destinação final dos resíduos gerados no município. Mais recentemente pode-se encontrar o Plano diretor participativo (PDP/PV) que passou por revisão no ano de 2019. Já no ano de 2020 foram publicados o Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Porto Velho, aprovados em fevereiro 2021.

Embora seja uma exigência das Leis nº 11.445/2007 e 12.305/2010 (PNRS), o plano municipal de saneamento básico (PMSB) e o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) de Porto Velho foram aprovados somente no início de 2021, através da Lei Complementar nº 839, de 04 de fevereiro de 2021.

Verifica-se no município a necessidade do desenvolvimento de estratégias a partir dos planos existentes e a aplicação de ferramentas que possibilitem a

adequada gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, e que estas sejam cumpridas e fiscalizadas.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Uma pesquisa científica pode ser classificada, segundo Gil (2007) em quatro aspectos: quanto aos objetivos, quanto à forma de abordagem, quanto à natureza, e quanto aos procedimentos adotados.

No que tange aos objetivos foi realizada pesquisa documental e descritiva. A documental visa escolher, com base em outros trabalhos, as técnicas mais adequadas para a pesquisa, ajudando a decidir sobre as questões que mais necessitam de atenção e investigação detalhada. A descritiva está caracterizada pelo registro, análise e descrição do fenômeno estudado (GIL, 2007).

Quanto à natureza da pesquisa se classifica como pesquisa aplicada, pois produzirá conhecimento para aplicação de seus resultados, com objetivo de contribuir para fins práticos, visando solução de problema encontrado na realidade (APPOLINÁRIO, 2004).

A forma de abordagem da pesquisa é quanti-qualitativa, utilizando-se de técnicas para mensuração e agregação de indicadores, complementadas com interpretação a partir do conhecimento sobre a realidade a ser estudada.

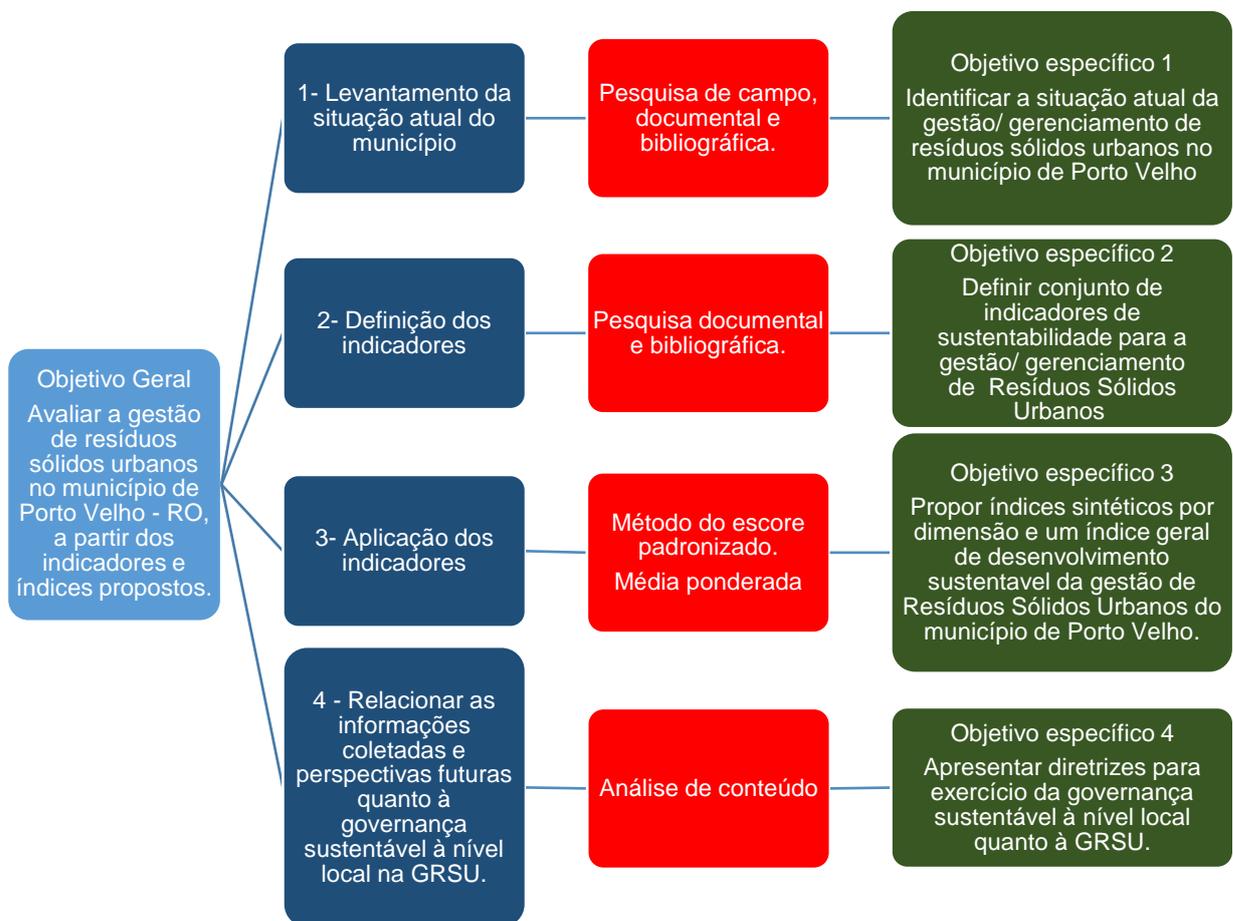
Quanto aos procedimentos técnicos adotados, os objetivos do estudo foram alcançados através de pesquisa bibliográfica e pesquisa documental, informações e dados coletados de fontes secundárias, como plataformas eletrônicas e documentos públicos com informações sobre a GRSU, bem como em bases de dados oficiais (SNIS, ABRELPE e IBGE, PMPV) e entrevistas com gestores da área com avaliação sobre os indicadores propostos.

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O procedimento metodológico foi desenvolvido em forma de etapas, que alcançam aos objetivos específicos do estudo. Esta estrutura metodológica do trabalho é apresentada na Figura 5, onde há detalhamento das atividades desenvolvidas em cada etapa no processo de pesquisa. Os retângulos azuis

representam as etapas da pesquisa, os vermelhos representam a metodologia utilizada e os verdes correspondem ao objetivo da pesquisa propostos.

Figura 6: Estrutura metodológica do trabalho



Legenda: Etapa ■ Método ■ Objetivo ■

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

3.3.1 Etapa 1- Identificar a situação atual da gestão/ gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Porto Velho

Na primeira etapa da pesquisa foi realizado um diagnóstico do município com objetivo de levantar o conjunto de indicadores da GRSU através de pesquisa de campo e documental, com estudo de documentos municipais, sendo: Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, Leis e outras regras municipais provenientes de órgão da administração direta do município, representado pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA), para alcançar informações acerca dos documentos e projetos necessários para a formalização dos processos de licenciamento ambiental, bem como em banco de dados oficiais nacionais, sendo SNIS e ABRELPE.

Também foram levantados os processos de empresas públicas e privadas, sendo Secretaria Municipal de Serviços Básicos (SEMUSB), Construtora Marquise SA, Catanorte Cooperativa de Reciclagem, que fazem parte da cadeia que diz respeito à gestão/ gerenciamento de RSU no município, buscando entender e descrever as etapas de geração, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos no município de Porto Velho, na parte em que lhes compete.

3.3.2 Etapa 2 - Definir conjunto de indicadores para a gestão/ gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos e seus pesos

A proposta deste estudo tomou como referência conceitual Abrelpe (2021), Polaz e Teixeira (2009), Dias e Santiago (2012), Oliveira e Castro; Silva; Marchand (2015), Pereira, Curi, Curi (2018), Olivo (2021) e os Relatórios anuais do SNIS - Sistema Nacional de Informações do Saneamento. Tais autores foram selecionados em virtude de alguns dos indicadores de suas propostas poderem ser trabalhados em municípios como Porto Velho.

A Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2021), em seu estudo faz a Revisão dos Indicadores do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil no período 2018-2019. Polaz e Teixeira (2009) propõe Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos

sólidos urbanos no município de São Carlos (SP). Dias e Santiago (2012) construíram uma matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. Oliveira e Castro; Silva; Marchand (2015) desenvolveram indicadores para a gestão sustentável de resíduos sólidos nos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, Amazonas, Brasil; Pereira, Curi, Curi (2018) sugerem em sua pesquisa uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões com indicadores da gestão dos resíduos sólidos urbanos, e ; e, Olivo (2021), estabelece um conjunto de indicadores de referência para avaliação da gestão integrada sustentável de resíduos nas cidades brasileiras, por meio da análise de cinco municípios de médio porte.

Para a escolha dos indicadores propostos nesta pesquisa levou-se em conta os Princípios Bellagio para Avaliar Sustentabilidade do Desenvolvimento, desenvolvido pelo Grupo Bellagio (IISD, 2000). Os princípios de Bellagio orientam a avaliação do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável e apontam:

- a) necessidade de se estabelecer, como ponto de partida, uma visão e metas que reflitam sustentabilidade em termos práticos;
- b) a substância ou o que sustentar;
- c) o processo ou como sustentar; e,
- d) capacidade institucional para fortalecer a aprendizagem contínua.

Ainda, definiu-se as características de sustentabilidade dos indicadores seguindo os estudos de Latawiec e Agol (2015), ainda Januzzi (2005), Sousa (2012), Greene; Tonjes (2014) e Cifrian et al (2015), sendo que estes devem ser:

- Mensuráveis: serem possíveis de ser quantificados;
- Viáveis: exigirem pouco tempo e dinheiro para sua obtenção;
- Dinâmicos: permitirem acompanhamento com o passar do tempo;
- Simples: serem fáceis de ser comunicados e obtidos;
- Com foco no usuário: ordenado com objetivo de seus usuários e que estes participem de seu desenvolvimento;
- Flexíveis: Podem ser atualizados constantemente com novos aspectos.

Para selecionar os indicadores optou-se também por seguir critérios de corte apontados por Silva (2017), deixando de incluí-los na matriz de indicadores quando:

- Não apresentarem fórmula de cálculo;
- Se sua classificação não se enquadrar no previsto na PNRS (BRASIL,

2010);

- Se foram indicadores operacionais ao invés de indicadores de gestão;
- Se já constarem de outra proposta presentes na matriz.

A partir da realidade do município em estudo e que pode ser aplicado a outros municípios com realidades parecidas com a de Porto Velho, criou-se a matriz de indicadores com as dimensões ambiental, social, política/ institucional e econômica.

Na dimensão ambiental empregaram-se alguns dos indicadores de Pereira, Curi, Curi (2018), Polaz e Teixeira (2009), Dias e Santiago (2012), e ainda indicadores propostos pela autora com base na realidade local.

Na dimensão econômica utilizaram-se alguns dos indicadores de Polaz e Teixeira (2009) e Dias e Santiago (2012).

Na dimensão social os indicadores foram alguns dos citados por Pereira, Curi, Curi (2018), Dias e Santiago (2012), Polaz e Teixeira (2009).

Na dimensão política os indicadores foram alguns os de Polaz e Teixeira (2009), Dias e Santiago (2012), Abrelpe (2021), Oliveira e Castro; Silva; Marchand (2015), Pereira, Curi, Curi (2018) e indicador proposto pela autora a partir das pesquisas da etapa 1, de acordo com a realidade encontrada no município em estudo e validados pelos atores entrevistados.

Como foi proposto o objetivo de “Definir conjunto de indicadores de sustentabilidade para a gestão/ gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos”, a apresentação de quais indicadores foram selecionados constará no próximo capítulo desse trabalho.

Contribuíram com esta pesquisa a atual Diretora do Departamento de Licenciamento da Secretaria do Meio Ambiente de Porto Velho (SEMA) para dimensão Ambiental, uma Analista do Conselho Regional De Serviço Social (CRESS) para dimensão Social, o Gerente da Construtora Marquise SA para dimensão Econômica e o Secretario da Secretaria Municipal de Serviços Básicos (SEMUSB) para dimensão Político/ Institucional. O objetivo final foi a definição de pesos às dimensões da sustentabilidade.

Os encontros com os atores foram realizados de forma individual, onde foi explicado o contexto da pesquisa e solicitado que avaliassem o grau de importância das 4 dimensões da sustentabilidade com foco no tema da Gestão de resíduos sólidos urbanos, e, ainda, foram indagados sobre a concordância e pertinência de cada

um dos indicadores iniciais propostos pela autora para avaliação da sustentabilidade do município de Porto Velho e também da necessidade de inclusão de novos e os pesos atribuídos pelos atores à cada uma destas dimensões, conforme apresentado no Apêndice A.

Esta etapa validou os indicadores apresentados no Quadro 10, item 4.4, com as respectivas distribuições dos pesos para cada uma das dimensões.

3.3.3 Etapa 3 - Propor índices sintéticos por dimensão da sustentabilidade e um índice geral de desenvolvimento da gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do município de Porto Velho

A terceira etapa foi realizada através da coleta dos dados secundários após o levantamento dos indicadores nas etapas 1 e 2, onde faz a seleção do conjunto de indicadores para a avaliação da GRSU a ser aplicado no município de acordo com os princípios da sustentabilidade, com indicadores nas dimensões ambiental, econômica, social e política/ institucional.

A transformação ou conversão de indicadores utilizada neste estudo é a que padroniza todos os indicadores para o intervalo de zero a um, também conhecida por escala de intervalo linear. O método a ser utilizado é a média ponderada, a partir de pesos indicados pelos atores entrevistados nesta pesquisa. Tomam-se as argumentações apresentadas como incentivo para fazer uso de metodologia simplificada visando à socialização das informações aqui apresentadas.

A escolha deve-se ao fato de que esse é um procedimento simples, bastante conhecido e utilizado em diversos estudos, principalmente os de abrangência municipal (NAHAS *et al.*, 2006) e que é de fácil interpretação principalmente por leitores não familiarizados com a temática da produção de indicadores sintéticos.

Para efetuar a comparação dos conjuntos de indicadores foi realizada a sistematização dos indicadores pela agregação por dimensão da sustentabilidade. Antes da apresentação dos indicadores é necessário esclarecer que a opção de aglutinação, segundo o objetivo predeterminado, deverá seguir dois passos, conforme seguem.

No primeiro, os vinte e oito indicadores foram agregados em temas em quatro dimensões da sustentabilidade, com a aplicação dos pesos indicados pelos atores entrevistados. A dimensão econômica possui dois indicadores, a dimensão social

cinco indicadores, a dimensão ambiental oito indicadores e a dimensão político/institucional treze indicadores. No segundo passo os indicadores temáticos foram sintetizados em um único índice, Índice de Desenvolvimento Sustentável da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do município de Porto Velho (ISGRS PVH).

Foram atribuídos parâmetros de tendência para avaliar a sustentabilidade de cada indicador, estando estes entre MD: tendência muito desfavorável; D: tendência desfavorável; e F: tendência favorável. Ou então: (F) Sim e (MD) Não, seguindo os critérios adotados por Barros; Silveira; (2019), Milanez (2002) e Polaz (2008), através de entrevistas semiestruturadas na prefeitura de Porto Velho e empresa terceirizada contratada e também pela observação dos serviços que envolvem a gestão de resíduos sólidos na visitação in loco. Quando houver mais de um resultado para indicadores, deve ser encontrado o valor médio.

Ao final, através da média simples ponderada, as notas foram somadas e divididas pelo número de indicadores existentes por dimensão da sustentabilidade, e por fim, os pesos atribuídos às dimensões da sustentabilidade pelos atores entrevistados foram aplicados, e, estas notas obtidas através dos pesos com a média ponderada foram ao final somadas, chegando assim a um resultado que indica uma tendência à sustentabilidade da gestão municipal de resíduos sólidos urbanos.

Assim, a avaliação da GRSU do município será feita com base nos indicadores selecionados, sintetizados em um único índice, o Índice de Desenvolvimento Sustentável da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (IDSGRSU), conforme demonstrado na equação 9.

$$\text{IDSGRSU} = \sum \left(\frac{\text{resultado DA}}{\text{n}^\circ \text{ de indic DA}} \times \text{Peso DA} \right) + \left(\frac{\sum \text{resultado DE}}{\text{n}^\circ \text{ de indic DE}} \times \text{Peso DE} \right) + \left(\frac{\sum \text{resultado DS}}{\text{n}^\circ \text{ de indic DS}} \times \text{Peso DS} \right) + \left(\frac{\text{resultado DP}}{\text{n}^\circ \text{ de indic DP}} \times \text{Peso DP} \right) \dots\dots\dots \text{Equação 9}$$

Onde:

DA: Dimensão Ambiental

DE: Dimensão Econômica

DS: Dimensão Social

DP: Dimensão Político/ Institucional

Os critérios de avaliação do desempenho do Índice Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos (IGRS) de Porto Velho são então:

- Baixa Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos, se $0 \leq \text{ISGRS PVH} < 0,5$;
- Média Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos, se $0,5 \leq \text{ISGRS PVH} < 0,8$; e
- Alta Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos, se $0,8 \leq \text{ISGRS PVH} \leq 1,0$.

3.3.4. Etapa 4: Apresentar diretrizes para exercício da governança sustentável à nível local quanto à GRSU.

Com base em todo o estudo apresentam-se diretrizes e perspectivas futuras para a implementação de indicadores sustentáveis no município, sob a ótica das dimensões ambiental, econômica, social e institucional, de forma que os atores envolvidos na gestão/ gerenciamento de resíduos sólidos locais possam dispor de ferramentas que auxiliem de forma efetiva o cotidiano da administração pública, na busca contínua para a sustentabilidade da GRSU.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das etapas definidas no capítulo 4 deste trabalho obtiveram-se os resultados que estão apresentados de forma aprofundada em cada subitem deste capítulo.

4.1 LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

No município a prefeitura é a responsável pela Gestão dos resíduos Sólidos Urbanos, por meio da Secretaria Municipal de Serviços Básicos (SEMUSB). A Semusb é a secretaria incumbida pela prestação da maior parte dos serviços relacionados à limpeza urbana, sendo limpeza de bueiros, capinação, varrição e fiscalização de terceirizados.

Os serviços ambientais de manejo de resíduos sólidos no município são prestados pela Construtora Marquise SA, concessionária desde o ano de 2010 dos serviços que seguem:

- Coleta Domiciliar;
- Coleta Domiciliar distritos;
- Coleta Domiciliar containerizada;
- Coleta Seletiva;
- Coleta Seletiva distritos;
- Coleta Hospitalar;
- Operação aterro controlado;
- Operação de equipamento de tratamento de resíduos sólidos de saúde;
- Educação ambiental; e,
- Serviço de atendimento ao cliente.

O pagamento da empresa contratada para prestação de serviços ambientais é feito a partir de recursos do fundo municipal de limpeza urbana.

A SEMUSB fiscaliza os serviços de limpeza urbana da empresa contratada, Construtora Marquise SA. Os serviços prestados pela própria secretaria contam com 588 servidores (PMSB, 2020).

A SEMUSB (2020) indica que 163.457 toneladas de resíduos sólidos foram

coletados em 2020. Quando se trata de geração por dia este valor corresponde à 454,047 toneladas, correspondente à 1,059 kg/ habitante/ dia, o que corresponde à aproximadamente 8% a mais que a média nacional de produção de lixo que aponta em 0,98 kg/ habitante/ dia, estando em linha com a média dada região norte, que é de 1,05 kg/ habitante/dia (BRASIL, 2018). Ainda de acordo SEMUSB (2020), 77,45% da população do município é atendida com a coleta porta a porta, sendo os 22,55% restantes considerados com coleta precária. Apenas 39,11% da população total do município de Porto Velho conta com o serviço de coleta seletiva na modalidade porta a porta.

4.2 APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DO MUNICÍPIO

O quadro 6 mostra os órgãos/ empresas responsáveis pela condução dos serviços que compreendem a limpeza urbana e gestão dos resíduos sólidos no município em estudo, ao tempo em que atende ao objetivo específico 1 da pesquisa, de identificar a situação atual da gestão/gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Porto Velho.

Quadro 6: Entidades envolvidas nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Enquadramento	Serviço	Subsecretaria Responsável	Prestadora de Serviço	Observação
Limpeza Urbana	Varição	SEMUSB	SEMUSB	-
	Capina			-
	Roçada			-
	Limpeza de bocas de lobo			-
	Limpeza de feiras			-
	Poda	SEMA	SEMA	SEMUSB – Emergencial
Manejo de Resíduos Sólidos	Coleta de resíduos domiciliares	SEMUSB	Construtora Marquise SA	Sede e distritos
	Coleta seletiva			Sede e distritos
	Coleta de resíduos de serviços de saúde			Sede e distritos
	Tratamento dos RSS			Sede e distritos
	Disposição final dos RDO, RCC, RSS			Sede
	Coleta de	-	-	Até 2019, havia

	resíduos da construção civil			parceria com a PRS Recicladora para destinação final de RCC
	Coleta de pneumáticos	-	-	Havia monitoramento de coleta pela SEMA, no entanto a parceria para tal foi encerrada.

Fonte: PMSB (2020)

Conforme demonstrado no item 3.2, no município de Porto Velho a prefeitura é a responsável pela Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, por meio da SEMUSB, que por sua vez, terceiriza os serviços de coleta e destinação final de resíduos sólidos e resíduos sólidos de saúde, conforme será exposto a partir de agora.

4.2.1 Serviços de Limpeza Urbana

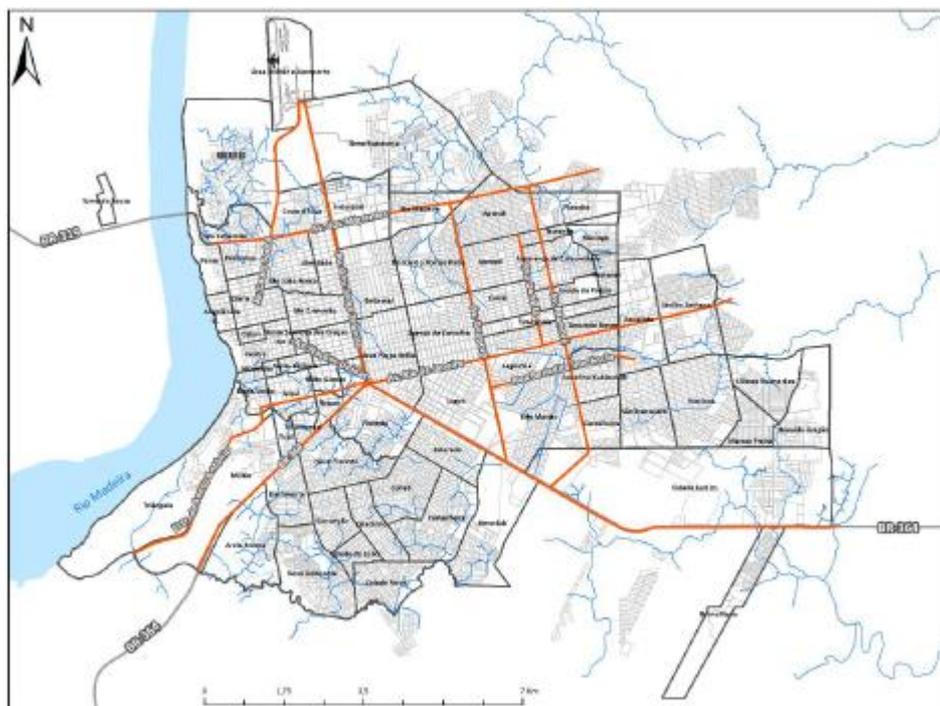
Nos serviços de limpeza urbana que competem ao município de Porto Velho estão a varrição, capinação e roçagem, limpeza de bueiros, limpeza de mercados municipais e feiras, e poda, e serão descritos neste item conforme seguem.

4.2.1.1 Varrição

O serviço de varrição no município de Porto Velho é feito todos os dias de forma manual por garis, funcionários do município, através de vassouras, carrinhas e pás. Ainda, de forma mecanizada através de uma varredeira, que faz a região da cidade onde há canteiro central.

A região onde ocorre varrição dos logradouros consta em cor laranja na figura 7.

Figura 7: Ruas com varrição diária no Distrito-sede de Porto Velho



Fonte: IBAM (2020)

O serviço de varrição acontece diariamente em aproximadamente 72,42 km de vias. Esta quilometragem representando 4% do total das vias da cidade.

4.2.1.2 Capinação e Roçagem

A capina consiste na remoção através do corte e retirada da vegetação que cresce em alguns locais da cidade, comumente em meios-fios. A roçagem diferencia-se da capina apenas pelo fato de que trata da retirada da vegetação em tamanho maior. Ambos os serviços são feitos de forma manual por garis, funcionários do município, através de enxadas, terçados e pás, foices e roçadeiras.

A figura 8 mostra o serviço de capinação realizado pelos servidores do município.

Figura 8: Capina realizada por servidores municipais



Fonte: IBAM (2020)

A figura 9 mostra o serviço de roçagem realizado pelos servidores do município.

Figura 9: Roçagem realizada por servidores municipais



Fonte: IBAM (2020)

Não há sistematização para o serviço de capina e roçagem. Eles ocorrem de acordo com a demanda de forma individual ou consecutivamente à outros serviços de limpeza urbana e mutirões.

4.2.1.3 Limpeza de bueiros

O serviço de limpeza de bueiros é feita pelos garis da Prefeitura com a utilização de caminhões que emitem jatos de água com alta pressão em magueiras para

que seja feita a desobstrução dos mesmos, ou ainda através da retirada ou abertura das grelhas com alavancas e chaves de ralo.

A figura 10 mostra o serviço de limpeza de bueiros realizado pelos servidores do município.

Figura 10: Limpeza de bueiro com caminhão



Fonte: IBAM (2020)

Figura 11: Limpeza de bueiro manual



Fonte: IBAM (2020)

A limpeza dos bueiros é realizada de acordo com a demanda, geralmente em mutirões de limpeza realizados pela Prefeitura.

4.2.1.4 Limpeza de Mercados Municipais e Feiras

Porto Velho tem 3 mercados públicos, Mercado Central, Mercado do Km 1 e Mercado do Pescado e feiras realizadas de terça a domingo em 7 localizações diferentes.

A Figura 12 mostra o serviço de limpeza de feira realizado pelos servidores do município.

Figura 12: Limpeza após feira



Fonte: IBAM (2020)

A Semusb tem equipes fixas que são responsáveis pela limpeza diária destes locais. As limpezas destes locais são feitas pela Semusb através da varrição dos resíduos pelos garis, coleta dos resíduos e lavagem com caminhão pipa.

4.2.1.5 Poda

O serviço de poda no município de Porto Velho é feito em locais públicos e onde há árvores que representam riscos e se dá pelo ato de aparar galhos e ramos de árvores através de serrotes, machado, facão e moto serras.

A figura 13 mostra o serviço de poda realizado pelos servidores do município.

Figura 13: Poda realizada por servidores municipais



Fonte: IBAM (2020)

Este serviço é de responsabilidade da SEMA, que a partir de observações técnicas condizentes ao Plano Municipal de Arborização, as realiza.

4.2.2 Serviços de Manejo de Resíduos

Nesta categoria estão inseridos serviços coleta de resíduos sólidos domiciliares, coleta seletiva, coleta de resíduos de serviços de saúde, tratamento dos resíduos dos serviços de saúde, disposição final dos resíduos, coleta de resíduos de particulares (grandes produtores), coleta de resíduos da construção civil, e, coleta de pneumáticos inservíveis, conforme descritos na sequência.

4.2.2 1 Coleta de resíduos domiciliares

De acordo com o SNIS (2020), 77,45% da população do município de Porto Velho conta com o serviço de coleta domiciliar, ou coleta porta a porta, dos quais 40% conta com a coleta diária, 53% com a frequência de 3 a 4 vezes na semana, e 7% com a coleta 1 vez na semana. A coleta é realizada em 34 setores com rotas e frequências particulares entre si, conforme mostra figura 14. No ano de 2020 foram coletadas 163.457 toneladas de Resíduos Domiciliares.

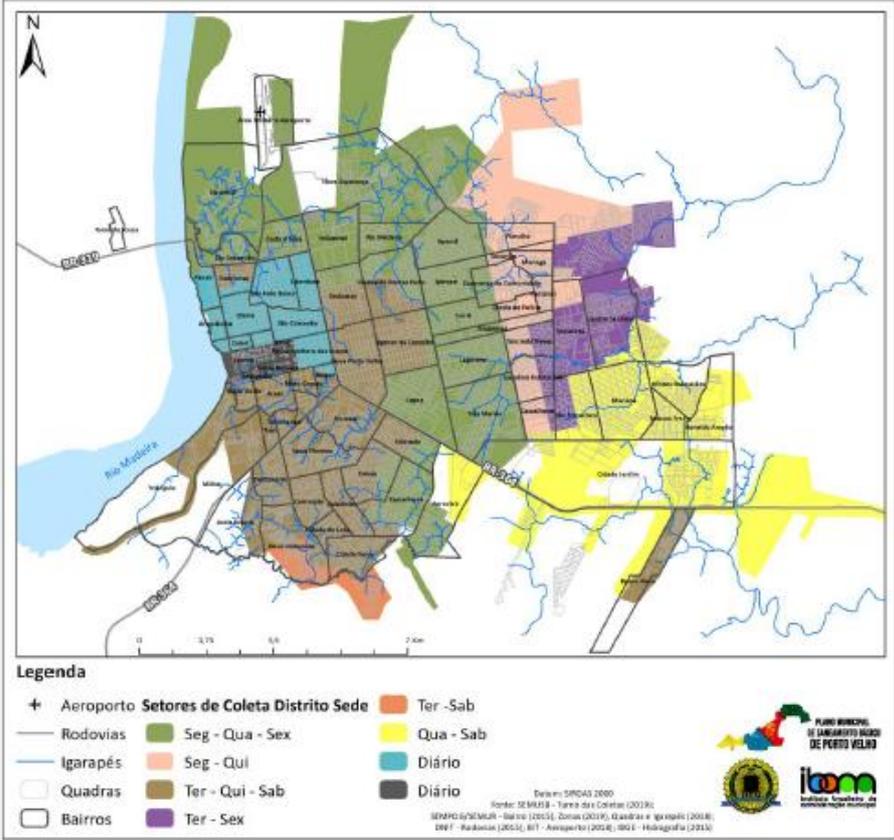
Para a coleta a empresa conta com 17 veículos do compactador e os funcionários que trabalham diretamente com a coleta devem estar em uso contínuo dos equipamentos de proteção individual.

Figura 14: Coleta domiciliar porta a porta



Fonte: Urgal (2022)

Figura 15: Setores de coleta domiciliar de Porto Velho por frequência.



Fonte: IBAM (2020)

O serviço de coleta domiciliar é realizado pela Construtora Marquise SA, concessionária do município desde 2010. Coleta no município aproximadamente 493 ton/dia de resíduos sólidos urbanos domésticos (SEMUSB, 2020), tendo cobertura de 96,22% da área urbana, destes 92,26% sendo porta a porta. A empresa dispõe de planejamento detalhado das rotas onde a coleta é efetuada, com monitoramento constante através de sistemas de GPS.

4.2.2 2 Coleta seletiva

De acordo com o SNIS (2020), 39,11% da população total do município de Porto Velho conta com o serviço de coleta seletiva na modalidade porta a porta, onde a empresa contratada para realizar este serviço o faz em regiões que são pré-determinadas pela prefeitura e repassadas à esta através da Semusb. A coleta seletiva atualmente é realizada apenas em alguns bairros, escolas, órgãos públicos e condomínios indicados pela secretaria.

Figura 16: Bairros abrangidos pela coleta seletiva na sede com respectivos dias e turnos de coleta.

Dia	Turno	Bairro			Escolas e repartições públicas						
Segunda feira	Dia	Arigolândia	Caiari		Escola Maria Izaura	Escola Rio Madeira	Minist. Público do Estado	Arquivo Geral do MP	Tribunal de Justiça	Tribunal Regional Eleitoral	Tribunal Regional do Trabalho
	Noite	Nova Porto Velho						Gráfica do MP/RO			
Terça feira	Dia	Pedrinhas São João Bosco	Estrada do Belmont		Escola Carmela Dutra	Anexo Tribunal	Escola Rio Guaporé	Fórum Civil	Promotoria de Justiça	Fórum Criminal	Polícia Federal
	Noite										
Quarta feira	Dia	Liberdade			Escola 12 de Outubro C&C	Escola Flor do Piquiá	Escola Estudo e Trabalho	Escola Moranguinho	Escola Tucumã		
	Noite	São Cristovão			Informática						
Quinta feira	Dia	Embratel			Apoio Logístico TJ	Escola Francisco Erse	Escola Darcy Ribeiro	Escola Eduardo Lima e Silva	Escola Joaquim Vicente Rondon		
	Noite	Centro	Olaria								
Sexta feira	Dia	Cj Odacir Soares	Cj Chagas Neto	Ulisses guimarães	Escola São Miguel	Escola Saul Bennesby	Escola Marcos de Barros Freire	Escola Bela Vista	Escola Hélio Neves Botelho		
	Noite	N S das Graças									
Sabádo	Dia	Cj Alphaville	Cj Mal Rondon	Cj Rio Candeias	Escola Bom Principio	Escola João Ribeiro	Escola Belezas do Buriti	Escola Pedro Batalha			
	Noite	Km 1									

Fonte: Semusb (2018)

Figura 17: Coleta seletiva porta a porta



Fonte: Autora (2022)

Figura 18: Cooperativa Catanorte



Fonte: Catanorte (2022)

Todo o material coletado é destinado à Catanorte, que está situada nas proximidades do aterro municipal. No ano de 2020 foram coletadas 590 toneladas de material reciclado, o que corresponde à 0,7% do resíduo domiciliar coletado no mesmo ano. A Catanorte faz a triagem do material e posterior prensagem para revenda. Em épocas de chuva que ocorrem em aproximadamente 6 meses do ano (outubro a março), verificou-se que há falta de interesse por parte da cooperativa em receber o material da Coleta Seletiva do município, sob a alegação de que o material

coletado porta a porta pela empresa terceirizada do município, leva mais tempo no processo produtivo da cooperativa e muitas vezes não pode ser aproveitado, dando preferência então ao que é recolhido pela própria cooperativa das parcerias com órgãos públicos e de condomínios do município.

4.2.2 3 Coleta de resíduos de serviços de saúde

A destinação final dos resíduos sólidos de saúde segue as resoluções do CONAMA (CONAMA nº358/2005), ANVISA, normas da ABNT e ainda Lei Complementar nº136 de 247/12/2001, do município de Porto Velho, que delibera sobre o serviço de coleta, transporte e destinação final na esfera municipal. A coleta é realizada pela Construtora Marquise SA, concessionária de alguns dos serviços de limpeza urbana, e se dá apenas nos estabelecimentos públicos do município, que totalizam 32. Estes devem acondicionar os resíduos gerados em bombonas plásticas cedidas pela empresa contratada, conforme demonstrado na figura 19.

Figura 19: Acondicionamento dos resíduos de serviços de saúde nas unidades públicas municipais



Fonte: Semusb (2020)

As NBRs 12.810/2016 e 14.652/2019 dispõem que esta coleta deve ser realizada em veículo especial, usado para esta única finalidade, que não tenha processo de compactação e que seja vedado. Para a coleta a empresa conta com 3 veículos do tipo furgão/ caminhonete e os funcionários que trabalham diretamente com esta coleta devem estar em uso contínuo dos equipamentos de proteção individual.

Os estabelecimentos particulares devem se responsabilizar pela contratação de empresa especializada para o recolhimento e destinação final dos resíduos gerados, conforme previsto em seu Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, seguindo a legislação vigente.

Figura 20: Coleta hospitalar em estabelecimentos públicos municipais



Fonte: Semusb (2020)

Diariamente são coletados aproximadamente 232 kg (SEMUSB, 2021). O serviço de coleta hospitalar dos estabelecimentos públicos do município é feita em caminhão e na sequencia é encaminhado ao Incinerador de Resíduos Sólidos de Saúde. Lá o material passa por processo de incineração como será descrito no item 4.2.2.4.

4.2.2 4 Tratamento dos RSS

O processo de tratamento dos resíduos sólidos dos serviços de saúde é feito na unidade de Operação, Tratamento e Incineração de resíduos sólidos dos serviços de saúde do município. O chamado incinerador é situado à Vila Princesa, próximo à área do Aterro Municipal.

O tratamento dos resíduos hospitalares se dá através da incineração, onde há o processo de descontaminação através de metodologias químicas e/ou físicas, através de tratamento térmico. A responsável pela operação desta área é a Construtora Marquise SA.

A figura 21 mostra a área do equipamento do Incinerador do município de Porto Velho.

Figura 21: Incinerador de Resíduos dos Serviços de Saúde



Fonte: Semusb (2020)

Nesta localização todos os resíduos coletados dos serviços de saúde do município passam por tratamento e viram cinzas. O descarte das cinzas é feito em área do aterro municipal, sendo estas já em estado próprio (inertes) para descarte neste local.

4.2.2 5 Disposição final dos RDO

A disposição final do que é coletado é feita no aterro municipal, localizado à Vila Princesa, zona Rural do município. Na entrada do aterro os caminhões da concessionária Construtora Marquise SA são pesados e em seguida se movimentam para a chamada área de descarrego.

Os resíduos descarregados são compactados e cobertos com argila através do trabalho com Tratores Escavadeira, Retroescavadeiras e Caçambas. Não existe drenagem dos gases gerados, nem tratamento do lixiviado. No local existe a presença de catadores de resíduos, que tiram dali o seu sustento diário.

Figura 22: Aterro da Vila Princesa



Fonte: IBAM (2020)

A operação do aterro é feita pela mesma empresa que realiza a coleta dos resíduos, Construtora Marquise SA. Além das máquinas a empresa disponibiliza apontadores que direcionam o processo de descarregamento dos veículos com resíduos e serventes de limpeza para manutenção das áreas, placas e cercas que ficam ao redor do aterro.

4.2.2 6 Coleta de resíduos da construção civil

No município os resíduos da construção civil são coletados e descartados no aterro por empresas do tipo papa-entulho, e/ou, empresas recicladoras. Quanto as obras de reformas e/ou construções do município até o ano de 2019 os RCC que eram destinados pela empresa PRS recicladora. Em 2021 esse serviço é feito por caçambas da prefeitura e descartado no aterro municipal.

No ano de 2018 a SEMA impôs que os papa-entulhos deixassem de descartar os RCC no aterro municipal, devendo estes enviá-los para destinação adequada em recicladora, sendo possível a entrada no aterro apenas para as empresas que fossem licenciadas por esta secretaria. Em 2021 verifica-se que mesmo sendo proibido ainda existe descarrego desses materiais no aterro do município.

Figura 23: Descarregamento de RCC no Aterro da Vila Princesa



Fonte: Autora (2022)

Segundo resolução do Conama de nº307/2002, as diretrizes de manejo e destinação final dos RCC devem ser efetivadas pelos geradores e devem constar no Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. O município de Porto Velho ainda não possui tal plano.

4.2.2 7 Coleta de pneumáticos

Não há no município ecoponto para descarte de pneus inservíveis, conforme determina resolução do Conama de nº 416/2009, bem como instrução normativa nº18/2010. Identificou-se que apenas 1 (uma) empresa conveniada à SEMA para fazer a coleta destes. Esta empresa ao coletá-los emite comprovante de destinação final de pneus inservíveis e os destina à Mato Grosso para que sigam o fluxo até chegar à grandes compradores.

Segundo a PNRS (BRASIL, 2010) e a resolução Conama nº 416/2009, a responsabilidade da logística reversa é das empresas fabricantes de pneus, que devem proporcionar o retorno dos pneus inservíveis e dar a destinação adequada. Este processo de logística reversa inclui desde a coleta, armazenagem, manuseio no gerador do resíduo até o transporte, movimentação e armazenagem na indústria de reciclagem, no entanto não se verifica sua aplicação na região.

4.3 DEFINIÇÃO DA MATRIZ DE INDICADORES PARA MENSURAR A SUSTENTABILIDADE DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO E COLETA DE DADOS

Esta seção destina-se à apresentação dos indicadores selecionados, bem como os resultados obtidos na coleta de dados, e ao final, pelo cálculo dos valores dos indicadores por base na escala de desempenho, pela aplicação do método de transformação de variáveis para valores entre zero e um (escala de intervalo linear) e da média ponderada para aglutinação dos indicadores inseridos, buscou-se aferir a sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos do município de Porto Velho (RO) na perspectiva do desenvolvimento sustentável.

4.3.1 Definição da matriz de indicadores

A proposta final da matriz de indicadores foi construída a partir de indicadores essenciais para as dimensões da sustentabilidade, fazendo as seleções de indicadores dos estudos já mencionados, de forma que ao utilizar um sistema com possibilidade de agregação ou substituição das variáveis utilizadas, criam-se indicadores sintéticos por dimensões da sustentabilidade e ao final um índice geral, conforme descrito na sessão 3.3.3 desta pesquisa.

No Quadro 7 pode-se ver a quantidade de indicadores definidos por dimensão da sustentabilidade a partir dos estudos apresentados.

Quadro 7: Indicadores por dimensão da sustentabilidade

Dimensão	Numero de indicadores
Ambiental	8
Econômica	2
Social	5
Política/ Institucional	13

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

O quadro 8 apresenta as dimensões (temas) da pesquisa e indicadores escolhidos para o estudo, bem como a forma como foram avaliados, os estudos de onde foram retirados e a justificativa pela escolha de cada um.

Quadro 8: Indicadores propostos pela autora (2022) a partir da revisão teórica

Dimensão	Indicadores	Avaliação	Indicador proposto por	Justificativa dada pelos autores das referencias
(1) Ambiental	(1) Forma de Disposição final	(F) Aterro Sanitário	Pereira, Curi, Curi (2018)	Os locais mais indicados para descarte regular de rejeitos e ambientalmente corretos são os chamados aterros sanitários. Foi escolhido tanto por ser um problema comum à região, quanto alertar para a busca de solução para uma questão urgente. Quanto maior a presença de aterros sanitários, em detrimento das outras formas de disposição final, menor o impacto resultante da disposição inadequada dos RSU ao meio ambiente e à população
		(D) Aterro Controlado		
		(MD) Lixão		
(2) Grau de recuperação das áreas de lixões	(2) Grau de recuperação das áreas de lixões	(F) Todas as áreas degradadas foram devidamente recuperadas.	Polaz e Teixeira (2009)	Quanto maior a recuperação das áreas dos antigos lixões, menores os danos ao ambiente
		(D) As áreas degradadas foram mapeadas, porém não devidamente recuperadas.		
		(MD) As áreas degradadas não foram mapeadas ou não houve recuperação das áreas identificadas.		
(3) Ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados	(3) Ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados	(F) Inexistência de ocorrências de lançamentos.	Polaz e Teixeira (2009)	Quanto menor a quantidade de ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados, menores os danos ao ambiente, e menor a perda de recursos que representam os resíduos.
		(D) Existência de ocorrências de lançamentos e há recolhimento.		
		(MD) Existência de ocorrências de lançamentos e		

		não há recolhimento dos materiais.		
(4) Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades de disposição final de resíduos	(F) Licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas integralmente.	Polaz e Teixeira (2009)	A existência do licenciamento sugere que a obra está em conformidade com as normas vigentes para sua execução	
	(D) Licenciamento ambiental realizado, porém as medidas não foram plenamente implementadas.			
	(MD) Inexistência de licenciamento ambiental.			
(5) Existência de aterro para resíduos inertes (resíduos de construção e demolição)	(F) Sim e com reciclagem	Dias e Santiago (2012)	Quanto maior a presença de aterros ou de áreas para descarte de resíduos de construção e demolição, em detrimento das outras formas de disposição final, menor o impacto resultante da disposição inadequada ao meio ambiente e à população	
	(D) Sim e apenas para disposição			
	(MD) Não			
(6) Grau de reciclagem dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público	(F) Existência de alguma recuperação de resíduos.	Polaz e Teixeira (2009)	A existência de alguma recuperação dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público demonstra a preocupação e comprometimento deste para tal fim.	
	(D) Existência de instrumento de gestão para a recuperação de resíduos.			
	(MD) Inexistência de instrumento(s) de gestão para a recuperação de RSU.			
(7) Existência de centro de triagem e compostagem	(F) Sim	Este trabalho	A Separação dos resíduos para posterior beneficiamento e comercialização representa ganho ambiental, econômico e social	
	(MD) Não			
(8) Reciclagem de resíduos degradáveis em composto orgânico	(F) Sim	Este trabalho	Quanto maior a taxa de conversão, maior o aproveitamento da matéria orgânica, menores os danos ambientais decorrentes da decomposição	
	(MD) Não			

(2) Econômica	(9) Percentual auto financiado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município	(F) <40% financiada	Polaz e Teixeira (2009)	A existência de uma taxa de cobrança pelos serviços de gestão dos resíduos reflete em maiores investimentos no setor e melhor atendimento por parte da população	
		(D) Entre 40 a 90% financiada			
		(MD) 90 a 100% financiada			
	(10) Percentual do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública	(F) 10 %	Dias e Santiago (2012)		
(D) 5 a 10%					
(MD) até 5%					
(3) Social	(11) Existência de catadores de materiais recicláveis dispersos na cidade	(F) Sim	Pereira, Curi, Curi (2018)	Quanto menor a presença de catadores nas ruas, menor a exposição destes às condições insalubres de trabalho	
		(MD) Não			
	(12) Existência de catadores no aterro municipal	(F) Sim	Pereira, Curi, Curi (2018)		
		(MD) Não			
	(13) Catadores organizados (cooperativas, associações)	(F) Todos organizados	Dias e Santiago (2012)		Quanto maior o número de catadores cooperados, maior é o fortalecimento da categoria
		(D) Parte organizado			
		(MD) Não há organização			
	(14) Políticas públicas de apoio ou de orientação às pessoas que atuam com RSU	(F) Existência de políticas públicas de apoio às pessoas que atuam com RSU.	Polaz e Teixeira (2009)		
(D) Existência de discussões sobre políticas públicas de apoio às pessoas que atuam com RSU.					
(MD) Inexistência de políticas públicas e discussões sobre apoio às pessoas que atuam com RSU.					

	(15) Variação da geração per capita de RSU	(F) Taxa de variação < 0,5 (D) Taxa de variação 1,5 <-> 0,5 (MD) Taxa de variação > 1,5	Polaz e Teixeira (2009)	Quanto menor a quantidade de resíduo gerada, menores os impactos
(4) Política/ Institucional	(16) Grau de estruturação da GRSU na administração pública municipal	(F) Existência de setor específico para GRSU devidamente estruturado.	Polaz e Teixeira (2009)	Se existe setor específico para GRSU devidamente estruturado, maior é o comprometimento do município com as questões que envolvem GRSU
		(D) Existência de planejamento para criação de setor específico para GRSU na administração municipal.		
		(MD) Inexistência de planejamento para criação de setor específico para GRSU na administração municipal.		
	(17) Grau de capacitação dos funcionários atuantes na GRSU	(F) Existência de capacitação específica para os funcionários do setor de GRSU. (D) Existência de previsão de capacitação para funcionário do setor de GRSU. (MD) Inexistência de previsão de capacitação para funcionário do setor de GRSU.	Polaz e Teixeira (2009)	Quanto maior a capacitação dos funcionários referente ao tema, mais Adequada é gestão dos RSU e melhor a qualidade dos serviços prestados
(18) Existência de ações de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal	(F) Existência de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal	Polaz e Teixeira (2009)	Quanto maior o número de ações fiscalizatórias, maior a eficiência dos serviços prestados à municipalidade e menores os impactos decorrentes da gestão inadequada	
	(D) Existência de previsão de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal			

		(MD) Inexistência de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal		
(19) Grau de execução do Plano Municipal de GRSU vigente	(F) Existência de Plano Municipal de GRSU em implementação.	Polaz e Teixeira (2009)	A existência de um plano de gestão dos RSU contribui para mais eficiência da gestão, adequando esta ao que estabelece a Lei nº 12.305/2010, PNRS.	
	(D) Existência de iniciativa para elaboração do Plano Municipal de GRSU (D).			
	(MD) Inexistência de iniciativa para elaboração do Plano Municipal de GRSU.			
(20) Existência de uma legislação específica para a gestão dos RSU no município	(F) Sim	Pereira, Curi, Curi (2018)	A existência de uma legislação municipal reflete numa tomada de consciência do poder público local no que se refere à gestão dos RSU	
	(N) Não			
(21) Satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/frequência/horário)	(F) >70%	Dias e Santiago (2012)	Quanto maior a satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/frequência/horário), maior é a qualidade dos serviços prestados	
	(D) 30 a 70%			
	(MD) <30%			
(22) Existência de informações sobre a GRSU sistematizadas e disponibilizadas para a população	(F) Existência de informações sobre a GRSU sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população.	Olivo (2021)	Quanto maiores a disponibilidade de informações referentes à gestão dos RSU e a sua consequente divulgação, maiores o acesso da população a tais informações e o grau de conhecimento	
	(D) Existência de planejamento visando à sistematização de informações sobre a GRSU para a população.			
	(MD) Inexistência de planejamento visando à sistematização de informações sobre a GRSU para a população.			

(23) Recursos aplicados nos demais serviços de limpeza urbana	(F) >70% do investido em cidades de referência	Abrelpe	Quanto mais os recursos destinados à gestão dos resíduos, maiores tendem a ser a eficiência e a qualidade dos serviços prestados
	(D) 30 a 70% do investido em cidades de referência		
	(MD) < 30% do investido em cidades de referência		
(24) % da População atendida com os serviços de coleta seletiva (taxa de cobertura)	(F) 91 a 100%	Abrelpe	Quanto maior a quantidade de resíduos coletados seletivamente, menores são a disposição inadequada e a geração de impactos.
	(D) 30 a 90%		
	(MD) <30%		
(25) % da População atendida com os serviços de RSU no município (taxa de cobertura)	(F) 91 a 100%	Abrelpe	Quanto maior a população atendida, menor a quantidade de resíduos dispostos inadequadamente.
	(D) 30 a 90%		
	(MD) <30%		
(26) Frequência de coleta de RSU no município	(F) 4 a 7 dias da semana	Oliveira e Castro; Silva; Marchand (2015)	Quanto maior a frequência da coleta dos resíduos, menores a exposição e disposição no meio ambiente
	(D) 2 a 3 dias da semana		
	(MD) 1 dia da semana		
(27) Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da GRSU e produção mais limpa	(F) Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população.	Este trabalho	Quanto maior o número de escolas envolvidas nesses programas, maiores a taxa de reaproveitamento de resíduos e o desenvolvimento da consciência ambiental.
	(D) Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população.		
	(MD) Inexistência de programas educativos.		
(28) Existência de um canal de reclamação	(F) Sim	Pereira, Curi, Curi (2018)	Reflete o acesso da população aos serviços de gestão dos RSU e mais

		(D) Não		eficiência.
--	--	---------	--	-------------

Legenda:

MD - Tendência muito desfavorável = 0

D - Tendência desfavorável = 0,5

F - Tendência favorável = 1

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

4.3.2 Fontes de Coleta de Dados

As fontes de coleta de dados de cada indicador estão listadas no quadro 9. Os dados necessários para construção dos indicadores foram coletados, sempre que possível, em banco de dados oficiais. Na impossibilidade de dados disponíveis a coleta ocorreu diretamente no município foco do trabalho.

Quadro 9: Fonte de coleta de dados

Dimensão	Indicadores	Fonte da coleta de dados
(1) Ambiental	(1) Forma de Disposição final	SNIS
	(2) Grau de recuperação das áreas de lixões	PMPV
	(3) Ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados	PMPV
	(4) Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades de disposição final de resíduos	PMPV
	(5) Existência de aterro para resíduos inertes (resíduos de construção e demolição)	PMPV
	(6) Grau de reciclagem dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público	PMPV
	(7) Existência de centro de triagem e compostagem	PMPV
	(8) Reciclagem de resíduos degradáveis em composto orgânico	PMPV
(2) Econômica	(9) Percentual autofinanciado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município	SNIS
	(10) Percentual do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública	PMPV
(3) Social	(11) Existência de catadores de materiais recicláveis dispersos na cidade	SNIS
	(12) Existência de catadores no lixão/ aterro	SNIS
	(13) Catadores organizados (cooperativas, associações)	SNIS
	(14) Políticas públicas de apoio ou de orientação às pessoas que atuam com RSU	SNIS
	(15) Variação da geração per capita de RSU	SNIS
(4) Política/ Institucional	(16) Grau de estruturação da GRSU na administração pública municipal	PMPV
	(17) Grau de capacitação dos funcionários atuantes na GRSU	PMPV

(18) Existência de ações de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal	PMPV
(19) Grau de execução do Plano Municipal de GRSU vigente	PMPV
(20) Existência de uma legislação específica para a gestão dos RSU no município	PMPV
(21) Satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/ frequência/ horário)	PMPV
(22) Existência de informações sobre a GRSU sistematizadas e disponibilizadas para a população	PMPV
(23) Recursos aplicados nos demais serviços de limpeza urbana	Abrelpe
(24) % da População atendida com os serviços de coleta seletiva (taxa de cobertura)	SNIS
(25) % da População atendida com os serviços de RSU no município (taxa de cobertura)	SNIS
(26) Frequência de coleta de RSU no município	SNIS
(27) Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da GRSU e produção mais limpa	PMPV
(28) Existência de um canal de reclamação	PMPV

Legenda:

Abrelpe - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

PMPV – Prefeitura do Município de Porto Velho

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

4.4 PESOS ATRIBUÍDOS ÀS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE

Conforme explicitado no item 3.2.2, contribuíram com esta pesquisa atores representando as 4 dimensões da sustentabilidade trazidas nesta, sendo Secretaria do Meio Ambiente de Porto Velho (SEMA) para dimensão Ambiental, Conselho Regional De Serviço Social (CRESS) para dimensão Social, Construtora Marquise SA para dimensão Econômica, e, Secretaria Municipal de Serviços Básicos (SEMUSB) para dimensão Político/ Institucional.

Os pesos atribuídos por cada ator estão representados no quadro 10:

Quadro 10: Pesos atribuídos para as dimensões da sustentabilidade na avaliação da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Porto Velho

Dimensão	Ator	Ator	Ator	Ator	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação
	CRESS RO	SEMUSB	MARQUISE	SEMA			
	Social	Político	Econômica	Ambiental			
Ambiental	30	40	30	30	32,5	5,00	0,15
Social	30	10	20	20	20,0	8,16	0,41
Econômica	15	20	20	20	18,75	2,50	0,13
Político	25	30	30	30	28,75	2,50	0,09
	100	100	100	100	100		

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

4.5 DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES SINTÉTICOS POR DIMENSÃO DA SUSTENTABILIDADE E UM ÍNDICE GERAL DE DESENVOLVIMENTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO

Nesta seção são apresentados os resultados encontrados após a pesquisa nas fontes de dados descritas no item 4.3.2 no que se refere aos indicadores listados.

Os resultados são inicialmente apresentados separados de acordo com cada dimensão da sustentabilidade trabalhada neste estudo e posteriormente a discussão geral da situação do município será indicada.

4.5.1 Dimensão Ambiental

A dimensão ambiental alcançou na escala 0 a 1 a nota 0,25, o que demonstra a baixa capacidade do município em tratar das questões de resíduos sólidos urbanos que envolvem o meio ambiente. Os indicadores que compõem a dimensão ambiental são demonstrados no quadro 11 e descritos na sequência, justificando a pontuação atribuída a cada um.

Quadro 11: Indicadores Dimensão Ambiental

Indicadores	Avaliação	Resultado	Escore	Média dimensão
			Escala [0,1]	
(1) Forma de Disposição final	(F) Aterro Sanitário	D	0,5	0,25
	(D) Aterro Controlado			
	(MD) Lixão			
(2) Grau de recuperação das áreas de lixões	(F) Todas as áreas degradadas foram devidamente recuperadas.	D	0,5	
	(D) As áreas degradadas foram mapeadas, porém não devidamente recuperadas.			
	(MD) As áreas degradadas não foram mapeadas ou não houve recuperação das áreas identificadas.			
(3) Ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados	(F) Inexistência de ocorrências de lançamentos.	D	0,5	
	(D) Existência de ocorrências de lançamentos e há recolhimento.			
	(MD) Existência de ocorrências de lançamentos e não há recolhimento dos materiais.			
(4) Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades de disposição final de resíduos	(F) Licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas integralmente.	D	0	
	(D) Licenciamento ambiental realizado, porém as medidas não foram plenamente implementadas.			
	(MD) Inexistência de licenciamento ambiental.			
(5) Existência de aterro para resíduos inertes (resíduos de construção e demolição)	(F) Sim e com reciclagem	MD	0	
	(D) Sim e apenas para disposição			
	(MD) Não			
(6) Grau de reciclagem dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público	(F) Existência de alguma recuperação de resíduos.	D	0,5	
	(D) Existência de instrumento de gestão para a recuperação de resíduos.			
	(MD) Inexistência de instrumento(s) de gestão para a recuperação de RSU.			
(7) Existência de centro de triagem e compostagem	(F) Sim	D	0	
	(D) Não			
(8) Reciclagem de resíduos degradáveis em composto orgânico	(F) Sim	D	0	
	(D) Não			

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

4.5.1.1 Forma de Disposição final

Verifica-se no município de Porto Velho-RO que a disposição final dos resíduos se dá em Aterro Controlado. Embora a premissa de todo PGIRS deva ser então o cumprimento da seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, o município ainda não conta com um aterro sanitário, levando além da poluição do ar e do solo, à geração de catadores autônomos de resíduos em condições insalubres e inadequadas de trabalho.

A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deverá ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto para os Municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira, nos termos do art. 29 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para os quais ficam definidos os seguintes prazos, até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes; até 2 de agosto de 2023, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e, até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010 (BRASIL, Lei nº 14.026, 2020).

A destinação final é certamente um dos principais desafios dos centros urbanos, sendo que soluções isoladas e estanques que não contemplam a questão dos resíduos desde o momento de sua geração até a destinação final, passando pelo seu tratamento, mesmo sendo boas a princípio, não conseguem resolver o problema como um todo (REICHERT, 1999). Os locais mais indicados para descarte regular de resíduos e ambientalmente corretas são os chamados aterros sanitários. Quanto maior a presença de aterros sanitários, em detrimento das outras formas de disposição final, menor o impacto resultante da disposição inadequada dos RSU ao meio ambiente e à população.

No aterro controlado têm-se a última etapa do sistema de resíduos sólidos

urbanos, que é composto por diferentes etapas que passam pela geração, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos (BRASIL, 2012); dessa forma, pensando em um sistema a nível municipal, sua construção objetivando soluções não é obtida apenas com a elaboração de documentos, vai muito além, seus conceitos devem ser entendidos e vividos pelos munícipes como um todo – os geradores, incluindo aí poder público, assim, sua mobilização e conhecimento sobre o assunto são primordiais, pois tudo que vai para o aterro é gerado por estes.

Embora o prazo para implantação nas capitais tenha se encerrado em 2 de agosto de 2021, o município de Porto Velho ainda não conta com Aterro Sanitário. Há processo licitatório em andamento onde a empresa que sagrar-se vencedora dará início, entre outros serviços, à construção de aterro sanitário.

4.5.1.2 Grau de recuperação das áreas de lixões

Identificou-se no município que a disposição final é feita em Aterro Controlado. As áreas degradadas na localidade são mapeadas pela PMPV, porém não devidamente recuperadas. Após o descarregamento dos resíduos provenientes da coleta domiciliar, a massa orgânica é compactada, coberta com argila e nas áreas desativadas são plantadas gramíneas para sua identificação.

Quanto maior a recuperação das áreas dos antigos lixões, menores os danos causados ao meio ambiente e menor é a exposição de risco aos catadores que atuam de forma autônoma no local. De acordo com a PNRS (BRASIL, 2010) o plano estadual de resíduos sólidos deve conter metas não só de eliminação, mas também da recuperação destes. O plano elaborado tem vigência por prazo indeterminado, abrangendo todo o território do Estado, com horizonte de atuação de 20 (vinte) anos e revisões a cada 4 (quatro) anos.

4.5.1.3 Ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados

Existem no município muitas ocorrências de lançamentos de lixo em locais inadequados, os chamados ‘pontos de lixo’, o que demonstra de certa forma, aspecto cultural da população local. Embora existam os pontos de lixo, há por parte da

PMPV recolhimento destes resíduos e tentativas, nem sempre frutíferas, de que estas áreas sejam recuperadas para que não mais haja descarte irregular.

Para alguns locais onde há repetição de descarte irregular, a SEMUSB disponibiliza através da empresa concessionária, além do recolhimento dos resíduos, contêineres ou lixeiras para que os munícipes possam efetuar o correto descarte do lixo, bem como a panfletagem porta-a-porta para conscientização da população. Importante salientar que quanto menor a quantidade de ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados, menores são os danos ao meio-ambiente e maior é a qualidade de vida da população que vive no entorno destes locais.

4.5.1.4 Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades de disposição final de resíduos

Como a área de descarte é um antigo Lixão, não há licenciamento ambiental. A existência do licenciamento sugere que o local está em conformidade com as normas vigentes para sua execução, o que só seria aplicável em caso de um Aterro Sanitário.

4.5.1.5 Existência de aterro para resíduos inertes (resíduos de construção e demolição)

Não há no município aterro específico para resíduos inertes, por exemplo, resíduos de construção e demolição. Estes resíduos dão entrada ao Aterro Controlado do município através de caminhões caçamba do município ou de empresas devidamente licenciadas para tal atividade e são despejados em local pré-estabelecido pela empresa concessionária que o opera. Os materiais provenientes de restos da construção civil e demolição são aproveitados para recobrimento da massa orgânica através de escavadeira e tratores esteira.

4.5.1.6 Grau de reciclagem dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público

Existe por parte de algumas repartições do Poder Público iniciativas para a realização da Coleta Seletiva em seus órgãos. A coleta destes é feita pelo caminhão

da empresa contratada pela PMPV e é destinado à Catanorte, cooperativa que dá o tratamento adequado aos itens.

Ainda, há por parte do Poder Judiciário do Estado de Rondônia a Rede de Cooperação ECOLIGA - RO, que nasceu no ano de 2017, seguindo a Resolução 201/ 2015 do Conselho Nacional de Justiça. Inicialmente composta pelos quatro órgãos do Poder Judiciário presentes no Estado, sendo Tribunal de Justiça, o Tribunal Regional do Trabalho, a Justiça Federal e o Tribunal Regional Eleitoral, o Acordo de Cooperação traduz a intenção de compartilhar informações e boas práticas para a melhoria da gestão socioambiental, visando compras compartilhadas e sustentáveis, gestão de resíduos, logística e transporte além de ações de capacitação. Em 2022 a ECOLIGA é composta por:

- Tribunal de Justiça do Estado de Rondônia;
- Tribunal de Contas do Estado de Rondônia;
- Ministério Público do Estado de Rondônia;
- Procuradoria da República em Rondônia;
- Procuradoria Regional do Trabalho de Rondônia e Acre;
- Tribunal Regional Eleitoral;
- Tribunal Regional do Trabalho de Rondônia e Acre;
- Fundação Universidade Federal de Rondônia;
- Defensoria Pública da União e
- Seção Judiciária do Estado de Rondônia do Tribunal Regional Federal da 1º Região.

Por meio de ações conjuntas e interdependentes, em 2019 foram concretizadas ações que orientavam a destinação adequada de resíduos, a exemplo de campanhas para coletas de pilhas e medicamentos durante todo o ano, bem como campanhas pontuais para coletar lixo eletrônico e óleo de cozinha (ECOLIGA, 2020).

4.5.1.7 Existência de centro de triagem e compostagem

Não há no município centro de triagem e compostagem. Todo o material decorrente da coleta de resíduos domiciliares orgânicos é despejado no Aterro Controlado.

A separação dos resíduos para posterior beneficiamento e comercialização representaria ganho não só ambiental, mas, sobretudo social e econômico. O gerenciamento integrado dos RSU constitui uma das políticas públicas mais complexas a serem enfrentadas pelos municípios e, todavia, não tem recebido a devida atenção (POLZER, 2019). A falta de planos integrados de gerenciamento de RSU nas cidades brasileiras, considerando problemas ainda existentes como falta de universalização dos programas de coleta seletiva, pré-tratamentos como reciclagem, compostagem, entre outros, sistemas de logística reversa e inclusão de catadores, agravam ainda mais o problema.

4.5.1.8 Reciclagem de resíduos degradáveis em composto orgânico

Como não há no município centro de compostagem, não existe reciclagem dos resíduos degradáveis presentes no composto orgânico, que hoje é despejado no Aterro Controlado. Isso significa que quanto menor a taxa de conversão, menor o aproveitamento da matéria orgânica e maiores os danos ambientais decorrentes da decomposição.

4.5.1.9 Análise Dimensão Ambiental

Embora tenha alcançado a pior pontuação, a dimensão ambiental foi considerada a dimensão com peso maior para a avaliação da sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos urbanos no município, com peso 32,5 da nota final.

Verifica-se nesta dimensão que as questões que envolvem implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades de disposição final de resíduos, existência de aterro para resíduos inertes (resíduos de construção e demolição), existência de centro de triagem e compostagem e existência de reciclagem de resíduos degradáveis em composto orgânico, foram todas avaliadas com a pior nota, por não serem identificadas no município em estudo. Ainda, com avaliação desfavorável, pode-se citar a forma como é realizada a disposição final dos resíduos, o grau de recuperação das áreas de lixões, a ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados e o grau de reciclagem dos RSU que estão sob a responsabilidade do Poder Público. Não houve item com avaliação favorável na dimensão ambiental, o que colabora para que a nota obtida seja baixa.

4.5.2 Dimensão Econômica

A dimensão econômica atingiu na escala 0 a 1 pontuação 0,25, o que expressa a média capacidade do município em tratar das questões econômicas que envolvem os resíduos sólidos urbanos. Os indicadores que compõem a dimensão econômica são demonstrados no quadro 12 e descritos na sequencia, justificando a pontuação atribuída a cada um.

Quadro 12: Indicadores Dimensão Econômica

Indicadores	Avaliação	Resultado	Escore	Média dimensão
			Escala [0,1]	
(9) Percentual auto financiado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município	(F) <40% financiada	D	0,5	0,25
	(D) Entre 40 a 90% financiada			
	(MD) 90 a 100% financiada			
(10) Percentual do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública	(F) 10 %	MD	0	
	(D) 5 a 10%			
	(MD) até 5%			

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

4.5.2.1 Percentual autofinanciado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município

Segundo o SNIS (2020), o percentual auto-suficiência financeira do município para os serviços com manejo de resíduos sólidos no município é de 28,25%. A existência da taxa de cobrança pelos serviços de gestão dos resíduos pode refletir em maiores investimentos no setor, bem como no melhor atendimento por parte da população.

4.5.2.2 Percentual do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública

O total da despesa orçamentária da prefeitura de Porto Velho- RO de acordo com a Lei Orçamentária Anual de 2022 é de R\$1.863.418.090,00. Deste valor, o que destinado para os Serviços de Limpeza Urbana foi de R\$49.432.523,00, o que representa 2,65% do orçamento, o equivalente a R\$115,35 per capita. A falta de recursos investidos para o adequado planejamento e gerenciamento dos resíduos só-

lidos urbanos, a chamada sustentabilidade financeira, acarreta prejuízos à qualidade de vida da população e ao ambiente e a consequente elevação dos custos do manejo desses resíduos.

Passados 10 anos da promulgação da PNRS (Brasil, 2010), o Brasil ainda apresenta dificuldades significativas na sua implementação, com diferentes problemas para sua efetiva aplicação, podendo-se se evidenciar a baixa disponibilidade orçamentária e a fraca capacidade institucional e de gerenciamento de muitos municípios brasileiros, especialmente os de pequeno porte (HEBER; SILVA, 2014).

4.5.2.3 Análise Dimensão Econômica

A dimensão econômica foi considerada a dimensão com peso menor para a avaliação da sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos urbanos no município, com peso 18,75. Vê-se nesta dimensão que as questões que envolvem percentual auto financiado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município e percentual do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública, foram avaliadas com avaliação desfavorável.

4.5.3 Dimensão Social

A dimensão social chegou à pontuação 0,40, o que indica baixa capacidade do município em tratar das questões sociais que envolvem resíduos sólidos urbanos, principalmente no que se refere às pessoas que vivem de materiais coletados no lixo. Os indicadores que compõem a dimensão social são demonstrados no quadro 13 e descritos na sequencia, justificando a pontuação atribuída a cada um.

Quadro 13: Indicadores Dimensão Social

Indicadores	Avaliação	Resultado	Escore	Média dimensão
			Escala [0,1]	
(11) Existência de catadores nas ruas	(F) Não	MD	0	0,30
	(MD) Sim			
(12) Existência de catadores no lixão/ aterro	(F) Não	MD	0	
	(MD) Sim			
(13) Catadores organizados (cooperativas, associações)	(F) Todos organizados	D	0,5	
	(D) Parte organizado			
	(MD) Não há organização			
(14) Políticas públicas de apoio ou de orientação às pessoas que atuam com RSU	(F) Existência de trabalho social por parte da prefeitura direcionado às pessoas que atuam com RSU.	D	0,5	
	(MD) Inexistência de trabalho social por parte da prefeitura direcionado às pessoas que atuam com RSU.			
(15) Variação da geração per capita de RSU	(F) Taxa de variação < 0,5	D	0,5	
	(D) Taxa de variação 1,5 <=> 0,5			
	(MD) Taxa de variação > 1,5			

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

4.5.3.1 Existência de catadores nas ruas

Pode-se com frequência verificar a presença de catadores de resíduos sólidos perambulando pelas ruas do município. Estes catadores em sua maioria não são associados às cooperativas de reciclagem que existem no município e vasculham os lixos de residências, condomínios e empresas à procura de fontes de subsistência.

A gestão sustentável e integrada dos resíduos sólidos deve incluir a redução da produção nas fontes geradoras, o reaproveitamento, a coleta seletiva com inclusão de catadores de materiais recicláveis e a reciclagem, e a recuperação de energia (KLUNDER *et al.*, 2001; ADEDIPE *et al.*, 2005). Esta implica numa hierarquia de objetivos que incluem: a minimização da geração de resíduos; a redução dos impactos negativos dos resíduos; a maximização da reutilização, da reciclagem e da compostagem; a recuperação de energia; a promoção de tratamento e a disposição final de forma ambientalmente segura (KLUNDERT *et al.*, 2001; ADEDIPE *et al.*, 2005; IPCC, 2007). Quanto menor a presença de catadores nas ruas, menor a exposição destes às condições insalubres de trabalho.

4.5.3.2 Existência de catadores no lixão/ aterro

Existe a presença constante de catadores de resíduos sólidos no Aterro Controlado do município. Estes catadores em sua maioria não são associados às cooperativas de reciclagem que existem no município e vasculham os resíduos que são despejados dos caminhões da coleta domiciliar, e ainda de particulares que descarregam no local, em busca de materiais que possam ser destinados à reciclagem, ou ainda ao consumo. Quanto menor a presença de catadores nos lixões, menor o impacto social, podendo este ser refletido pelas condições insalubres às quais os catadores estão constantemente expostos.

4.5.3.3 Catadores organizados (cooperativas, associações)

No município há pelo menos 2 cooperativas de catadores, a Catanorte e a Asprovel. A maior delas é a Catanorte, localizada à Vila Princesa, nas proximidades do Aterro Controlado. A Catanorte conta com 53 cooperados ativos, organizados em cooperativas. Embora haja a cooperativa nas imediações do Aterro, nem todos os catadores são associados. Quanto maior o número de catadores cooperados, maior é o fortalecimento da categoria.

4.5.3.4 Políticas públicas de apoio ou de orientação às pessoas que atuam com RSU

Existem discussões sobre políticas públicas de apoio às pessoas que atuam com RSU no município de Porto Velho – RO, mas estas ocorrem de forma pontual e muitas vezes descentralizadas, vindas tanto por parte do município, como por parte de ações de órgãos estaduais e federais. Quanto maior o número de projetos em andamento, maiores a inclusão social dos catadores e a consequente valorização da categoria.

4.5.3.5 Variação da geração per capita de RSU

A preocupação crescente pela preservação dos recursos naturais associadas às questões ligadas à geração de resíduos sólidos e sua logística reversa indica que

políticas públicas para tratar deste assunto tendem a ser cada vez mais urgentes, frequentes e demandadas pela população. A PNRS (BRASIL, 2010) define que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; mas, para estabelecer um sistema de gerenciamento eficaz, ações de conscientização e envolvimento da população devem ser cada vez mais comuns, no sentido de tentar reduzir a quantidade de resíduos gerados à medida que a população se conscientiza da importância da temática.

Com a constatação acerca da emergência da mobilização ambiental movimentos que reivindicam proteção ao meio ambiente se fortaleceram. Neste sentido a geração de resíduos sólidos urbanos tem sido tema de grande relevância, pois é um dos fatores que mais contribuem à crise ambiental pelo fato de representar desperdício de matéria e energia, por consumir energia no processo de tratamento e pelos impactos ambientais relacionados à disposição final dos resíduos não aproveitados (MEDEIROS; PAZ; JUNIOR, 2015).

Entre os anos de 2018 e 2019 a geração de RSU no Brasil teve um crescimento de aproximadamente 1,3%, alcançando as 219.637 toneladas diária. A geração per capita teve elevação de 0,3%, considerando crescimento populacional de 0,79%. Em média, cada brasileiro gerou pouco mais de 1,05 quilos de resíduos por dia (ABRELPE, 2019). Já, quanto ao Produto Interno Bruto (PIB) per capita, em 2019 foi registrado um ligeiro avanço, em termos reais, de 0,3% em relação a 2018. Verifica-se ligeira diferença quanto aos aumentos de geração de RSU per capita e PIB per capita, levando à crer que existe uma relação proporcional entre as duas. À medida que se aumenta a renda, aumenta-se o consumo, e conseqüentemente a geração de resíduos. Em países mais ricos com maior geração de resíduos existe mais capacidade de equacionamento da gestão, por uma série de fatores como recursos econômicos, preocupação ambiental de seus habitantes e avanço tecnológico. Em cidades de países em desenvolvimento com urbanização crescente verificam-se carência na capacidade financeira, bem como administrativa quanto ao provimento de infraestrutura e serviços essenciais e básicos (JACOBI, BESEN, 2011).

A variação da geração per capita de RSU alcançou 1,21 de 2019 para 2020, ficando com taxa de variação entre 0,5 e 1,5 de um período para outro. Quanto menor a quantidade de resíduos gerados, menores os impactos gerados.

4.5.3.6 Análise Dimensão Social

A dimensão social alcançou peso 20 da nota final para a avaliação da sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos urbanos no município. Verifica-se nesta dimensão que a existência de catadores nas ruas do município e no aterro foi avaliada com a pior nota, justamente por que ainda identifica-se no município pessoas que buscam seu sustento dessa forma. Também com avaliação desfavorável, a existência de catadores organizados (cooperativas, associações) e as políticas públicas de apoio ou de orientação às pessoas que atuam com RSU. Ainda, a variação da geração per capita de RSU alcançou 1,21 de 2019 para 2020, ficando com taxa de variação entre 0,5 e 1,5 de um período para outro, o que corresponde a avaliação desfavorável.

4.5.4 Dimensão Político/ Institucional

A dimensão político/ institucional atingiu na escala 0 a 1 pontuação 0,77, a maior nota entre estas 4 dimensões, o que aponta alta capacidade do município em tratar das questões políticos/ institucionais que envolvem os resíduos sólidos urbanos. Os indicadores que compõem a dimensão Político/ Institucional são demonstrados no quadro 14 e descritos na sequência, justificando a pontuação atribuída a cada um.

Quadro 14: Indicadores Dimensão Político/ Institucional

Avaliação	Resultado	Resultado	Escore	Média dimensão
			Escala [0,1]	
(16) Grau de estruturação da GRSU na administração pública municipal	(F) Existência de setor específico para GRSU devidamente estruturado.	F	1	0,77
	(D) Existência de planejamento para criação de setor específico para GRSU na administração municipal.			
	(MD) Inexistência de planejamento para criação de			

	setor específico para GRSU na administração municipal.			
(17) Grau de capacitação dos funcionários atuantes na GRSU	(F) Existência de capacitação específica para os funcionários do setor de GRSU.	F	1	
	(D) Existência de previsão de capacitação para funcionário do setor de GRSU.			
	(MD) Inexistência de previsão de capacitação para funcionário do setor de GRSU.			
(18) Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal	(F) Existência de ações de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal	F	1	
	(D) Existência de previsão de ações de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal.			
	(MD) Inexistência de ações de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal.			
(19) Grau de execução do Plano Municipal de GRSU vigente	(F) Existência de Plano Municipal de GRSU em implementação.	F	1	
	(D) Existência de iniciativa para elaboração do Plano Municipal de GRSU (D).			
	(MD) Inexistência de iniciativa para elaboração do Plano Municipal de GRSU.			
(20) Existência de uma legislação específica para a gestão dos RSU no município	(F) Sim	F	1	
	(N) Não			
(21) Satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/ frequência/ horário)	(F) >70%	F	1	
	(D) 30 a 70%			
	(MD) <30%			
(22) Existência de informações sobre a GRSU sistematizadas e disponibilizadas para a população	(F) Existência de informações sobre a GRSU sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população.	D	0,5	
	(D) Existência de planejamento visando à sistematização de informações sobre a GRSU para a população.			
	(MD) Inexistência de planejamento visando à sistematização de informações sobre a GRSU para a população.			

(23) Recursos aplicados nos demais serviços de limpeza urbana	(F) >70% do investido em cidades de referência	D	0,5
	(D) 30 a 70% do investido em cidades de referência		
	(MD) < 30% do investido em cidades de referência		
(24) % da População atendida com os serviços de coleta seletiva (taxa de cobertura)	(F) 91 a 100%	D	0,5
	(D) 31 a 90%		
	(MD) <30%		
(25) % da População atendida com os serviços de RSU no município (taxa de cobertura)	(F) 91 a 100%	D	0,5
	(D) 31 a 90%		
	(MD) <30%		
(26) Frequência de coleta de RSU no município	(F) 4 a 7 dias da semana	F	1
	(D) 2 a 3 dias da semana		
	(MD) 1 dia da semana		
(27) Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da GRSU e produção mais limpa	(F) Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população.	D	0,5
	(D) Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população.		
	(MD) Inexistência de programas educativos.		
(28) Existência de um canal de reclamação	(F) Sim	F	1
	(D) Não		

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

4.5.4.1 Grau de estruturação da GRSU na administração pública municipal

Há no município setor específico para GRSU e este é devidamente estruturado. Este setor é representado pela Secretaria Municipal de Serviços Básicos (SEMUSB).

A Subsecretaria Municipal de Serviços Básicos, nos termos do art. 79 da Lei Complementar nº 648, de 05 de janeiro de 2017 e Lei Complementar nº 689 de 31 de outubro de 2017, atua com as seguintes áreas de competência, a saber, de acordo com Carta de Serviços disponibilizada em sua página no site do município (SEMUSB, 2017). Se existe setor específico para GRSU devidamente estruturado, maior é o comprometimento do município com as questões que envolvem GRSU.

São suas atribuições: desenvolver processo permanente e contínuo de acompanhamento da legislação relativa ao desenvolvimento urbano e da consolidação das políticas públicas de uso e ocupação do solo; desenvolver atividades de planejamento e técnico-operacional em obediência à Legislação vigente; desenvolver atividades de fiscalização, operacionalização e medição da limpeza urbana; desenvol-

ver os mecanismos e modelos mais adequados para a viabilização de projetos de desenvolvimento urbano; exercer todas as atividades ligadas à manutenção da limpeza na cidade capinação, varredura, lavagem das ruas - assim como supervisionar a execução dos serviços de coleta de lixo, evitando possíveis danos à população; promover a limpeza de galerias, canais e bueiros; cuidar dos Cemitérios municipais; participar no processo de revisão e de gestão participativa do Plano Diretor, juntamente com as demais secretarias; propor programas e projetos para a implementação das diretrizes do Plano Diretor; e demais atribuições afins.

4.5.4.2 Grau de capacitação dos funcionários atuantes na GRSU

Verifica-se que nas funções de gestão e técnicas da SEMUSB existem profissionais capacitados e com formação compatível com a exigência da função e em número suficiente. Quanto maior a capacitação dos funcionários referente ao tema, mais adequada é gestão dos RSU e melhor a qualidade dos serviços prestados.

4.5.4.3 Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal

Quanto à fiscalizações relacionadas à GRSU promovidas observa-se que estas existem de forma sistematizada e são desenvolvidas de acordo com a carta de serviços (SEMUSB, 2017), com o desenvolvimento de atividades de fiscalização, operacionalização e medição da limpeza urbana, ligadas à coleta, transporte, destinação final, capinação, varrição, remoção de entulhos, manutenção de guias, lavagem e irrigação de ruas e logradouros públicos e atividades correlatas desenvolvidas por órgãos da administração pública. Quanto maior o número de ações fiscalizatórias, maior a eficiência dos serviços prestados à municipalidade e menores os impactos decorrentes da gestão inadequada.

4.5.4.4 Grau de execução do Plano Municipal de GRSU vigente

No ano de 2020 foram publicados o Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Porto Velho, aprovados em fevereiro 2021, conforme já mencionado neste trabalho, que seguem em

implementação.

Embora seja uma exigência das Leis nº 11.445/2007 e 12.305/2010 (PNRS), o plano municipal de saneamento básico (PMSB) e o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) de Porto Velho foram aprovados somente no início de 2021, através da Lei Complementar nº 839, de 04 de fevereiro de 2021.

O PMSB é uma ferramenta de planejamento com instrumentos de participação social que estabelece as diretrizes do saneamento básico e suas metas de cobertura. Os PGIRS são os principais instrumentos da PNRS, instituídos como instrumentos de planejamento para a estruturação do setor público na gestão de resíduos. Verifica-se no município a necessidade do desenvolvimento de estratégias a partir dos Planos existentes e a aplicação de ferramentas que possibilitem a adequada gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, e que estas sejam cumpridas e fiscalizadas.

4.5.4.5 Existência de uma legislação específica para a gestão dos RSU no município

Em continuidade ao exposto no item 5.3.4.4, o município instituiu o Código de Posturas do Município de Porto Velho através da Lei Complementar nº 873, de 16 de dezembro de 2021. A existência de uma legislação municipal reflete na tomada de consciência do poder público local no que se refere à gestão dos RSU.

São objetivos do Código de Posturas e Regulação Urbana a aplicação de políticas públicas de interesse coletivo quanto à instituição de direitos e obrigações entre os munícipes, à garantia da ordem urbana e o desenvolvimento estético-paisagístico do Município, buscando estabelecer condições mínimas de segurança, conforto, tranquilidade, sossego e de boa convivência entre os munícipes; organização e controle no uso de bens e no exercício de atividade profissional e econômica, conforme suas peculiaridades; proteção da identidade municipal quanto à preservação dos espaços públicos; e, promoção da interação, harmônica e equilibrada, do cidadão com o meio urbano, através do disciplinamento de condutas e procedimentos pautados pelo interesse público, pela estabilidade das instituições e pela observância das obrigações individuais e coletivas.

O Código ainda contém medidas de polícia administrativa a cargo do Município, em matéria de uso dos bens ou dos locais públicos; higiene pública, em especial na limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos; fiscalização dos aspectos urbanísti-

cos essenciais aos imóveis urbanos; licenciamento das atividades permanentes ou eventuais, no funcionamento de estabelecimentos industriais, comerciais e prestadores de serviços, bem como, de atividades que ocorram no logradouro público e outras correlatas; licenciamento de eventos, festividades e atividades de entretenimento realizadas em logradouro público; e, prática das demais atividades que afetem o meio urbano e o interesse coletivo.

4.5.4.6 Satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/ frequência/ horário)

De acordo com a PMPV (2022), em pesquisa realizada pelo G1, averiguou-se que 75% da população está satisfeita com os serviços ligados à limpeza urbana. Quanto maior a satisfação da população em relação à coleta pública (satisfação quanto à periodicidade/ frequência/ horário), maior é a qualidade dos serviços prestados.

4.5.4.7 Existência de informações sobre a GRSU sistematizadas e disponibilizadas para a população

Não se identificou a existência de informações sobre a GRSU que estejam sistematizadas e disponibilizadas para a população. A SEMUSB possui página na internet, mas as informações que constam estão desatualizadas e não constam informações de calendários de coleta domiciliar e coleta seletiva, por exemplo. A secretaria possui página no Instagram ®, mas as informações que são divulgadas nesta se referem às ações desenvolvidas como forma de divulgação.

4.5.4.8 Recursos aplicados nos demais serviços de limpeza urbana

Ao que se refere à aplicação de recursos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, verifica-se através do relatório Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2021) que o valor per capita investido na região Norte corresponde à 61,93% do que é investido na região Sudeste do Brasil, região mais desenvolvida e o principal centro industrial do Brasil.

Quanto mais os recursos destinados à gestão dos resíduos, maiores tendem a ser a eficiência e a qualidade dos serviços prestados.

4.5.4.9 Percentual da População atendida com os serviços de coleta seletiva (taxa de cobertura)

No município em estudo apenas 36% da população conta com o serviço de coleta seletiva porta a porta. A coleta é realizada de acordo com o já demonstrado na Figura 16. Tem-se que quanto maior a quantidade de resíduos coletados seletivamente, menores são a disposição inadequada e a geração de impactos.

4.5.4.10 Percentual da População atendida com os serviços de RSU no município (taxa de cobertura)

De acordo com o SNIS (2020), 77,45% da população do município de Porto Velho conta com o serviço de coleta domiciliar, ou coleta porta a porta. No ano de 2020 foram coletadas 163.457,0 toneladas de Resíduos Domiciliares. Quanto maior a população atendida, menor a quantidade de resíduos dispostos inadequadamente, e menor o impacto ambiental em áreas que não são próprias à destinação final.

4.5.4.11 Frequência de coleta de RSU no município

De acordo com o SNIS (2020), 40% conta com a coleta diária, 53% com a frequência de 3 a 4 vezes na semana, e 7% com a coleta 1 vez na semana. A coleta é realizada em 34 setores com rotas e frequências particulares entre si. Quanto maior a frequência da coleta dos resíduos, menores a exposição e disposição no meio ambiente.

4.5.4.12 Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da GRSU e produção mais limpa

O serviço de educação ambiental é realizado através de empresa contratada pelo município de Porto Velho. Este é destinado às regiões da cidade onde a Coleta

Seletiva já está implantada, em condomínios e escolas onde a separação do lixo é realizada, ainda em áreas onde o descarte é feito de forma irregular.

Sempre que há a inclusão de um novo local para o recolhimento do lixo seletivo, ou se é constatado área de descarte irregular, é demandado que na região sejam realizadas ações de educação ambiental, como por exemplo, palestras na associação de moradores e panfletagem porta-a-porta no bairro, no sentido de orientar a população quanto à forma correta de descarte do lixo, bem como, como deve-se efetuar a separação do lixo seco e dias do recolhimento deste, em casos de implantação da coleta seletiva.

No que se refere à coleta seletiva, quanto maior o número de residências, condomínios e escolas envolvidas nos programas de educação ambiental, maiores a taxa de reaproveitamento de resíduos e o desenvolvimento da consciência ambiental.

4.5.4.13 Existência de um canal de reclamação

Existem varias formas de comunicação tanto com a secretaria responsável pela limpeza urbana - SEMUSB, como com a empresa terceirizada que realiza a coleta e destinação final dos resíduos domiciliares. A amplitude de divulgação dos contatos reflete o acesso da população aos serviços de gestão dos RSU e consequentemente dá mais eficiência e qualidade aos processos.

4.5.4.14 Análise Dimensão Político Institucional

A dimensão político institucional alcançou peso 28,75 da nota final para a avaliação da sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos urbanos no município. Quando analisado o resultado desta dimensão comparada às demais, verifica-se que o município tem grande competência técnica para gestão/gerenciamento correto dos resíduos, apontando assim uma alta capacidade do município em tratar das questões políticos/ institucionais que envolvem os resíduos sólidos urbanos, podendo estes atuarem na reversão/ melhoria dos resultados das outras dimensões.

Os itens existência de informações sobre a GRSU sistematizadas e disponibilizadas para a população, recursos aplicados nos demais serviços de limpeza urbana, % da População atendida com os serviços de coleta seletiva (taxa de cobertura),

% da População atendida com os serviços de RSU no município (taxa de cobertura) e a efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da GRSU e produção mais limpa, foram avaliados como desfavoráveis.

Já os itens estruturação da GRSU na administração pública municipal, capacitação dos funcionários atuantes na GRSU, Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal, Grau de execução do Plano Municipal de GRSU vigente, Existência de uma legislação específica para a gestão dos RSU no município, satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/ frequência/ horário), Frequência de coleta de RSU no município e, Existência de um canal de reclamação, foram todos avaliados como Favoráveis.

4.5.5 Índice geral de desenvolvimento sustentável da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Porto Velho

Propôs-se neste item avaliar Desenvolvimento Sustentável da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no município de Porto Velho através da aglutinação dos indicadores com a aplicação dos pesos atribuídos pelos atores entrevistados. Para isso foi identificado o resultado alcançado para cada dimensão, sintetizando ao final em um único índice, onde obteve-se o resultado com a avaliação do município.

Partindo da Equação 9 calculou-se o IDSGRSU no município de Porto Velho. Na equação 10 então foram somados os resultados dos indicadores por dimensão com a aplicação dos pesos atribuídos pelos atores entrevistados em escala 0 a 1. Esta síntese pode ser vista também através do quadro 15. Ao final têm-se o índice de desenvolvimento sustentável da gestão de resíduos sólidos urbanos do município de Porto Velho – RO com nota 0,410.

$$\text{IDSGRSU} = \sum \left(\frac{2}{8} \times 0,325 \right) + \left(\frac{0,5}{2} \times 0,187 \right) + \left(\frac{1,5}{3} \times 0,200 \right) + \left(\frac{10,5}{13} \times 0,287 \right) \dots\dots\dots \text{Equação 10}$$

$$\text{IDSGRSU} = 0,410$$

Quadro 15: Índice geral de desenvolvimento sustentável da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Porto Velho

Dimensão	Média por dimensão	Pesos atribuídos pelos atores	Resultado com pesos	Índice Geral Porto Velho [escala 0-1]
Ambiental	0,25	0,325	0,081	0,410
Econômica	0,25	0,188	0,047	
Social	0,30	0,200	0,060	
Política/ Institucional	0,77	0,288	0,221	

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

A dimensão ambiental alcançou na escala 0 a 1 pontuação 0,25, o que demonstra a baixa capacidade do município em tratar das questões de resíduos sólidos urbanos que envolvem o meio ambiente. Já, a dimensão econômica atingiu na escala 0 a 1 pontuação 0,25, expressando também baixa capacidade do município em tratar das questões econômicas que envolvem os resíduos sólidos urbanos. A dimensão social chegou à pontuação 0,40, indicando baixa capacidade do município em tratar das questões sociais que envolvem resíduos sólidos urbanos, principalmente no que se refere às pessoas que vivem de materiais coletados no lixo. E, a dimensão político/ institucional atingiu na escala 0 a 1 pontuação 0,77, a maior nota entre estas 4 dimensões, apontando alta capacidade do município em tratar das questões políticos/ institucionais que envolvem os resíduos sólidos urbanos.

Os critérios de avaliação do desempenho do Índice Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos (IGRS) de Porto Velho são:

- Baixa Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos, se $0 \leq \text{ISGRS PVH} < 0,5$;
- Média Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos, se $0,5 \leq \text{ISGRS PVH} < 0,8$; e
- Alta Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos, se $0,8 \leq \text{ISGRS PVH} \leq 1,0$.

O resultado dentro do contexto no qual se insere esta pesquisa expõe o baixo grau de sustentabilidade no município de Porto Velho no que se refere à Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, onde o município alcançou na escala 0 a 1 pontuação 0,410, portanto, em grau de alerta ao que se refere à sustentabilidade.

O ISGRS Porto Velho permite comparação a outros estudos efetuados com o mesmo propósito, de aferir o desenvolvimento do município. Ugalde (2010) em seu estudo classifica a gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Porto Velho como insustentável ambientalmente, o que quando comparada ao presente estudo é coerente, visto a nota obtida de 0,410 demonstrar baixo desenvolvimento sustentável. Quando comparamos ao resultado apresentado pelo autor percebe-se que pouco se evoluiu, especialmente no que diz respeito às questões ambientais e sociais, onde encontram-se as piores avaliações da sustentabilidade da gestão.

O ISGRS é 40% menor que o Índice de Desenvolvimento Humano de Porto Velho (IDH-M, 2010), com médio desenvolvimento, que atinge 0,763. Ainda, é 34% menor que o Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal Participativo de Porto Velho (IDSMP, 2018), calculado por Araujo Filho (2018) que tem resultado 0,6893 e buscou analisar a sustentabilidade do município através da análise de vários indicadores. Tais resultados são discrepantes do ISGRS Porto Velho dado outros fatores utilizados para cálculo dos índices, como fator cultural e fator renda, por exemplo.

Já, o ISGRS Porto Velho, quando comparado ao Índice de Desenvolvimento Sustentável de Porto Velho (IDS PVH), calculado por Urgal (2011) que alcançou 0,497, é 17,5% menor, e, com o ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Ampliado de Porto Velho (IDH-MA), calculado por Silva (2009), que apresenta baixo desenvolvimento 0,434, é 5,53% menor. Com resultados aproximados destes índices verifica-se que o município de Porto Velho- RO pouco evoluiu em termos gerais de desenvolvimento.

4.5.6 Diretrizes para exercício da governança sustentável à nível local quanto à gestão de resíduos sólidos urbanos.

Desde a promulgação da PNRS (BRASIL, 2010) ouve-se muito falar de sua importância para o presente e futuro, mas pouco se vê de sua aplicação prática no município em estudo. O primeiro, e fundamental, passo a ser dado em termos de gestão pública é fazer com que a legislação vigente seja cumprida. A PNRS estabelece como deve ser feita a gestão integrada dos resíduos sólidos, responsabilizando o Poder Público, o setor empresarial e a sociedade.

Para que o município alcance uma governança considerada sustentável ao que se refere à gestão de resíduos sólidos urbanos faz-se necessário observar di-

versos fatores. É necessário olhar para as lacunas que existem no presente e onde deveria-se estar e começar a agir por elas. Se a melhor forma de prever o futuro é cria-lo, uma abordagem para a gestão de resíduos sólidos começando pelo trabalho em escolas e em comunidades tem se ser pensada à medida em que se caminha em paralelo às demais ações estruturais.

O município deveria proporcionar o envolvimento pedagógico e político de toda a comunidade e também comunidade escolar, de modo a garantir maior efetividade na implementação nas políticas de gestão de resíduos sólidos, aproveitando assim a oportunidade de conscientizar ambientalmente (educação ambiental), bem como se exercer a governança local neste quesito, a fim de contribuir para que as comunidades e escolas sejam espaços educadores para regiões da cidade e ambientes mais sustentáveis.

Ter uma gestão municipal voltada à sustentabilidade com ênfase aos serviços de saneamento básico prestados à população é urgente. Entre os desafios que se impõem aos gestores deve-se ter como prioridades a conciliação de políticas públicas em um contexto de comedimento financeiro; a elevação da qualidade dos serviços prestados; o uso de forma otimizada de recursos financeiros, bem como dos humanos; inovar e propor espaço criativo no ambiente institucional, bem como buscar alcançar os 5 “Es” da administração, que são: eficiência, eficácia, efetividade, eticidade e economicidade. Ainda, faz-se necessário que sejam desenvolvidos nas políticas públicas desenvolvidas princípios defendidos mundialmente, como bem-estar, inclusão, equidade e justiça socioambiental.

Um dos maiores desafios enfrentados pelos municípios é o tratamento dado aos resíduos sólidos. Saber como e onde investir pode se tornar um grande aliado na busca pela sustentabilidade, refletindo em benefícios não só para o município, mas para a população como um todo. O modelo de gestão proposto pela PNRS orienta para a cooperação entre diferentes atores e o controle social (BRASIL, 2010); assim, representantes públicos, privados e da sociedade devem pensar na adequação de seus processos.

A melhor forma de se fazer investimentos adequados é através da construção de um sistema participativo, que seja integrado, com responsabilidade compartilhada, onde todos sabem onde devem chegar e que também haja indicadores para monitorar este avanço, acompanha-lo e revisá-lo periodicamente. O envolvimento da

população e empreendedores é imprescindível ainda para buscar a não geração, à redução e à requalificação dos resíduos como materiais para reutilização e reciclagem, de modo que reste apenas como rejeito aquilo que realmente não puder ser reaproveitado.

Por fim, sugere-se que seja criado um Grupo de Gestão buscando à governança sustentável para atuar na discussão e melhoria da Gestão de Resíduos Sólidos do município. Este grupo deve envolver representantes públicos, privados e da sociedade e tais atores devem ser capacitados a conhecer os fundamentos e objetivos da PNRS, de forma a identificar os potenciais desafios da realidade do município e também da região através de diagnóstico, com base nas metas do plano que já existe, propondo sempre que identificado melhorias no plano. Deve haver uma espécie de pacto entre estes atores para que as ideias saiam do plano e do papel e sejam colocadas em prática. Interesses políticos, interesses privados não devem se sobrepor aos interesses da coletividade.

Dessa forma, elencam-se as diretrizes a seguir para o exercício da governança sustentável à nível local quanto à gestão de resíduos sólidos urbanos:

- Cumprir a legislação vigente no que tange à Gestão de Resíduos Sólidos;
- Fiscalizar e aplicar a legislação vigente no que tange à Gestão de Resíduos Sólidos;
- Envolver a comunidade e também a comunidade escolar na implementação nas políticas de gestão de resíduos sólidos;
- Investir em programas de educação ambiental, com o objetivo de difundir o conhecimento, a conscientização e práticas ambientalmente sustentáveis;
- Conciliar políticas públicas para melhoria da qualidade dos serviços; a otimização dos recursos financeiros e humanos; a inovação e o estímulo à criatividade no ambiente institucional;
- Criar Grupo de Gestão buscando a governança sustentável para atuar na discussão e melhoria da Gestão de Resíduos Sólidos do município;
- Priorizar os investimentos em qualificação e capacitação técnica do quadro funcional do município que comporá o Grupo de Gestão;

- Construir um sistema participativo, integrado, com responsabilidade compartilhada entre representantes públicos, privados e da sociedade;
- Implantar os indicadores propostos nesta pesquisa, acompanhá-los e revisá-los anualmente;
- Desenvolver o controle de qualidade na prestação dos serviços de RSU, envolvendo a população no processo de melhoria contínua;
- Criar incentivos econômicos para viabilizar ações práticas para comunidade.

As diretrizes propostas podem ser o início; mas, os atores não devem se apegar apenas à estas. Do Grupo de Gestão podem sair bons encaminhamentos de outras ações que contribuirão para o alcance da governança sustentável quanto à gestão de resíduos sólidos urbanos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste conseguiu-se alcançar os objetivos propostos com a pesquisa. Neste capítulo são apresentadas as considerações finais, partindo das análises relativas à proposta dos objetivos específicos e geral.

Um dos desafios que se colocam na tentativa da prática da governança ambiental é o de estruturar sistemas de indicadores que mensurem o desenvolvimento e que possibilitem análises das condições atuais e tendências das interações entre forças motrizes e pressões socioeconômicas e a progressiva degradação ambiental. Consta-se que um instrumento de política pública em escala municipal que pelo menos identifique os aspectos que merecem maior atenção dos governantes e as melhores práticas, guiando-os assim na direção do desenvolvimento, ainda é uma tarefa árdua e complexa.

A partir da identificação com base na literatura constatou-se que o ponto de partida da adaptação à realidade local dos estudos com indicadores publicados surge como uma alternativa viável para avaliar o desenvolvimento em municípios, sendo a inclusão de outros indicadores, a eliminação de alguns ou ainda a modificação da forma de construção destes pode ser discutida. Esta é uma tarefa que deve ser estudada pelo pesquisador, a fim de aprofundar o conhecimento sobre o tema e garantir maior legitimidade aos indicadores eleitos.

No decorrer deste estudo algumas limitações puderam ser identificadas. A primeira, devido à busca constante de redefinição do conceito de desenvolvimento sustentável, nenhum estudo pode ser completo em si mesmo. Dessa maneira, não se descarta a necessidade de ampliação das questões aqui abordadas, a fim de chegar o mais próximo possível de um indicador sintético que represente adequadamente os aspectos da sustentabilidade em âmbito municipal e alcance o reconhecimento necessário para a sua reprodução em outras regiões.

Outra questão diz respeito a uma das hipóteses levantadas na pesquisa. A indisponibilidade de dados objetivos e de fontes públicas para determinados indicadores pode ocultar tendências importantes do desenvolvimento local. Alguns indicadores são disponibilizados somente em nível estadual ou nacional. É necessária a sensibilização dos órgãos públicos e não governamentais, municipais e/ou regionais para a criação de um centro de estudos que reúna os dados, com informações estatísticas confiáveis e com periodicidade menor que a anual ou censitária.

Ao final deste estudo, conseguiu-se responder à primeira questão levantada nas hipóteses: Porto Velho é sustentável no que se refere à gestão de resíduos sólidos urbanos? O índice, resultado da aglutinação dos indicadores do município de Porto Velho -RO revela a situação crítica e emergencial em que se encontra o município no que diz respeito à gestão de resíduos sólidos urbanos, onde atenção especial deve ser dada pelos tomadores de decisão para ações corretivas no sentido de reverter o cenário atual instaurado. Como principal conclusão deste estudo tem-se que o município de Porto Velho-RO não é sustentável em sua gestão de resíduos sólidos urbanos.

O município alcançou nota 0,410 através da aglutinação dos 28 indicadores selecionados por este estudo, o que demonstra o baixo desenvolvimento sustentável do município no quesito gestão de resíduos sólidos urbanos. A análise por dimensão da sustentabilidade mostra que as dimensões ambiental e a econômica são as mais prejudicadas, com avaliação 0,25 cada, seguidas da dimensão social, com nota 0,30. A dimensão mais bem avaliada foi a dimensão política com nota 0,77.

Ainda, partindo da realidade do município de Porto Velho - RO, pode-se inferir quanto à segunda hipótese da pesquisa, que os municípios com características similares à Porto Velho detêm, mas não em fontes oficiais, informações que possibilitam a avaliação da sua gestão de resíduos sólidos urbanos. Assim como neste a maior parte das informações de municípios com características similares ao de Porto Velho-RO estão em poder do próprio município e não necessariamente são divulgadas de forma ampla ou em banco de dados oficiais, o que por vezes pode dificultar ou inviabilizar o trabalho de pesquisadores que se propõe à auxiliar o município em estudos, como por exemplo este.

Constata-se quanto às políticas implementadas na capital de Rondônia ainda não levam a um resultado adequado ao que se refere à gestão de resíduos sólidos urbanos. Quando comparamos ao resultado apresentado por Ugalde (2010), onde já podia ser considerada como insustentável ambientalmente, verifica-se na atualidade que pouco se evoluiu, especialmente no que diz respeito às questões ambientais e econômicas e sociais, onde encontram-se as piores avaliações da sustentabilidade da gestão. Neste sentido, definir indicadores e índice de gestão de resíduos sólidos urbanos que possibilitem monitoramento, possibilitará através de acompanhamento,

práticas que podem levar a um melhor desempenho ambiental para a cidade, mesmo quando se pensando à longo prazo.

Apesar das limitações encontradas no decorrer desta pesquisa, pode-se afirmar que dentre os indicadores e metodologias pesquisadas, esta proposta apresenta-se como um caminho possível de ser trilhado e reproduzido em outros municípios de porte e características semelhantes à de Porto Velho – RO, e, a partir dos indicadores selecionados conseguiu-se apresentar propostas de diretrizes para o exercício da governança sustentável da gestão de resíduos sólidos a nível local. Acredita-se que estes poderão ser utilizados para acompanhamento e monitoramento do município, o que pode trazer um melhor desempenho ambiental para a cidade, se ações forem traçadas de acordo com os resultados obtidos.

Como verificou-se, uma das grandes complexidades ao agregar informações em índices é como estabelecer um sistema de ponderação que integre dados sem perder o seu significado ou tornar-se muito subjetivo. Para futuras pesquisas sugere-se verificar as bases oficiais e, quando for o caso, substituir indicadores aqui propostos com avaliação subjetiva por estes que tenham suas bases em bancos de dados oficiais do governo e que possibilitem avaliação mais objetiva de determinados aspectos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2020/2021. Disponível em <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em 26 de Julho de 2022.

ARAÚJO FILHO, I. C. Análise da sustentabilidade da cidade de Porto Velho por meio de uma cesta de indicadores. 2018. 85f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA), Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, 2018. Disponível em <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/2583>. Acesso em 20 de Março de 2022.

ACSELRAD, Henri. **Conflitos ambientais urbanos, vulnerabilidades e desigualdades**. In: Arlindo Philippi Jr; Gilda Colet Bruna. (Org.). *Gestão Urbana e Sustentabilidade*. 1ed.Barueri: Manole, 2019, v. 1, p. 390-404.

ADEIPE NO et al. **Gestão de resíduos, processamento e desintoxicação**. Em: CHO-PRA, K. et ai. (Ed.) *Avaliação de Ecossistemas do Milênio. Ecossistemas e Bem-Estar Humano* Sendo: Respostas Políticas: conclusões do Grupo de Trabalho de Respostas. Washington DC: Island Press, 2005. v.3, p.313-34.

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2004.

ARANTES, Paulo Tadeu Leite. **Cultura, quarto pilar do desenvolvimento sustentável: de objeto de consumo a instrumento de política pública para regeneração das cidades**. In: Arlindo Philippi Jr; Gilda Colet Bruna. (Org.). *Gestão Urbana e Sustentabilidade*. 1ed.Barueri: Manole, 2019, v. 1, p. 83-113.

ASIAN DEVELOPMENT BANK (ADB). *Developing Indicators and Monitoring Systems for Environmentally Livable Cities in the People's Republic of China*. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank, 2014. Disponível em <https://www.adb.org/publications/developing-indicators-and-monitoring-systems-environmentally-livable-cities-people-s>. Acesso em 24 de outubro de 2020.

ASCOM TCE-RO. **Governança, sustentabilidade e saneamento básico são citados pelo Profaz durante XI Prêmio Prefeito Empreendedor**. 25/10/2021. < <https://www.rondoniadinamica.com/noticias/2021/10/governanca-sustentabilidade-e-saneamento-basico-sao-citados-pelo-profaz-durante-xi-premio-prefeito-empreendedor-,116339.shtml>>. Acesso em 30 de Maio de 2022.

BARDIN, Laurence. (2006). **Análise de conteúdo (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trads.)**. Lisboa: Edições 70. (Obra original publicada em 1977). Disponível em: < <http://pt.slideshare.net/RonanTocafundo/bardin-laurence-anlise-de-contedo>>. Acesso em 19 de março de 2020.

BARROS, R.P.; CARVALHO, M.A.; FRANCO, S.; ROSALÉM, A. (2010). **Sobre a evolução recente da pobreza e da desigualdade**. In: COELHO, M.F.P.; TAPAJÓS, L.M.S.; RODRIGUES, M (orgs.). Políticas sociais para o desenvolvimento: superar a pobreza e promover a inclusão. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, UNESCO,2010.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos; SILVEIRA, Áurea Viviane Fagundes. **Uso de indicadores de sustentabilidade para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Volume 24, numero 2. Rio de Janeiro: ABES, 2019. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019177499>. Acesso em 06 de Junho de 2022.

BAUMAN, Z. **Vida para consumo: a transformação das pessoas em mercadorias**. Tradução: Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.

BELLEN, Hans Michael van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 1. ed. reimp. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

BEMPOSTA, Eva; ANDRES, Ana; VIGURI, Javier R. Developing a regional environmental information system based on macro-level waste indicators. Ecological Indicators. v. 53, p. 258–270, jun. 2015. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X15000862>. Acesso em 26 de outubro de 2020.

BEMPOSTA, Eva. Desarrollo de un sistema de información ambiental para Cantabria basado en indicadores en el área de residuos. 2013. 249 f. Dissertação (Doctorado en Ingeniería Ambiental, Gestión de residuos urbanos). Universidad de Cantabria. España. 2016. Disponível em <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=39267>. Acesso em 12 novembro de 2020.

BLIACHERIENE, Ana Carla. **Agenda 2030: ética e responsabilidade socioambiental na gestão das cidades do futuro**. In: Arlindo Philippi Jr; Gilda Colet Bruna. (Org.). Gestão Urbana e Sustentabilidade. 1ed.Barueri: Manole, 2019, v. 1, p. 329-363.

BNDES. Banco Nacional do Desenvolvimento. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. 2013. Disponível em <http://protegeer.gov.br/images/documents/50/7.%20BNDES,%202014.pdf> > Acesso em 20 de Fevereiro de 2021.

BRAGA, Tania Moreira. **Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar** / Tania Moreira Braga et al. - Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2003.

BRASIL. LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007. **Diretrizes nacionais para o saneamento básicos**. Brasília, DF, ago 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em 28 de Fevereiro de 2020.

_____. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília, DF, ago 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em 28 de Fevereiro de 2020.

_____. LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico**. Brasília, DF, Julho de 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7 Acesso em 20 de Julho de 2022.

_____. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 8, de 19 de setembro de 1991**. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=122>. Acesso em 24 de fevereiro de 2020.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Legislação**. Disponível em <https://sinir.gov.br/legislacao>. Acesso em 24 de fevereiro de 2020.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional De Resíduos Sólidos**. Brasília, 2012. Disponível em https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf. Acesso em 23 de agosto de 2021.

CAIRNS R.; KRZYWOSZYNSKA A. **Anatomy of a buzzword: The emergence of 'the water-energy-food nexus' in UK natural resource debates**. Environmental Science & Policy, v.64, p.164-70, 2016.

CAMPOS, Heliana Kátia Tavares. **Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil**. Eng Sanit Ambient | v.17 n.2 | abr/jun 2012 | 171-180.

CATANORTE. Cooperativa de Materiais Recicláveis. Porto Velho. Rondônia. 2022.

CEMPRE. COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. **Pesquisa ciclosoft**. Disponível em: <http://www.cempre.org.br>. Acesso em 16 de Abril de 2022.

CONSTRUTORA MARQUISE SA. Porto Velho. Rondônia. 2022.

CIFRIAN BEMPOSTA, Eva. **Desarrollo de un sistema de información ambiental para Cantabria basado en indicadores en el área de residuos**. 2013. 249 f. Dissertação (Doctorado en Ingeniería Ambiental, Gestión de residuos urbanos). Universidad de Cantabria. España. 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10902/3995>. Acesso em 15 de Abril de 2021.

COMISSÃO EUROPEIA. (2015) **Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU**. Final Report. Bruxelas:Comissão Europeia. 161 p. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Separate%20collection_Final%20Report.pdf. Acesso em 28 de Fevereiro de 2020.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso**

futuro comum. Rio de Janeiro, Editora Fundação Getúlio Vargas, 2 Edição, 1991.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. Disponível em <http://www.ecolnews.com.br/agenda21/index.htm>. Acesso em 26 de abril de 2010.

CSD, Commission on Sustainable Development. **Indicadores de Desarrollo Sostenible Marco y Metodologías**. Nova York: 1996

DIAS, Sandra M. F.; SANTIAGO, Leila S. **Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.17, n. 2, p. 203-212, abr/jun. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n2/a10v17n2>. Acesso em 10 de Julho de 2020.

ELSAID, S., AGHEZZAF, EH. **A progress indicator-based assessment guide for integrated municipal solid-waste management systems**. J Mater Cycles Waste Manag 20, 850–863 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10163-017-0647-8>

Ellen MacArthur Foundation. **Towards the circular economy: accelerating the scale-up across global supply chains**. Presented at World Economic Forum Geneva, Switzerland, 2014.

ESTY, Daniel C; IVANOVA, Maria H. **Governança Ambiental Global: Opções e Oportunidades**. São Paulo: Editora Senac, 2005.

EUROCONSULTANTS. **Establishment of Waste Network for sustainable solid waste management planning and promotion of integrated decision tools in the Balkan Region**. (BALKWASTE) LIFE07/ENV/RO/686. ACTION 7: Study Regarding the Development of Indicators. nov. 2010. Disponível em https://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE07_ENV_RO_000686_FTR.pdf. Acesso em 01 de Novembro de 2020.

FERREIRA, D. F. Análise multivariada. Lavras, 1996. Ministério da Educação e do Desporto. Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciências Exatas. Lavras, 1996. Disponível em <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://docs.ufpr.br/~niveam/micro%20da%20sala/Aulas%20-%20Internet/multivariada/multivariada.pdf>. Acesso em 05 de Junho de 2022.

FRAGA, Helena; DINIS, Alzira; MOTA, Goreti. **O desenvolvimento sustentável na gestão de resíduos**. Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia. Porto: Edições Universidade Fernando Pessoa, 2005. Disponível em <http://hdl.handle.net/10284/573>. Acesso em 28 de Fevereiro de 2020.

FURTADO, Celso. **Pequena introdução ao desenvolvimento: enfoque interdisciplinar**. São Paulo: Ed. Nacional, 1980

GIATTI, Leandro Luiz; URBINATTI, Alberto Matenhauer; MARTINS, Ana Maria Bedran. **Nexos de sustentabilidade urbana e perspectivas ampliadas de**

políticas públicas. In: Arlindo Philippi Jr; Gilda Colet Bruna. (Org.). *Gestão Urbana e Sustentabilidade*. 1ed.Barueri: Manole, 2019, v. 1, p. 56-82.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2007.

GONÇALVES, Marcelino de Andrade; do VALE, Margarida Maria de Araújo Abreu Vilar de Queirós; GONÇALVES, Alexandre Honig. **Um estudo comparado entre a realidade brasileira e portuguesa sobre a gestão dos resíduos sólidos urbanos**. *Soc. & Nat.*, Uberlândia, 28 (1): 9-20, jan/abr/2016.

GREENE, Krista L.; TONJES, David J. **Quantitative assessments of municipal waste management systems: Using different indicators to compare and rank programs in New York State**. *Waste Management*. v.34.p.825-836. Jan. 2014. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X14000051>. Acesso em 22 de Novembro de 2020.

HEBER, Florence; SILVA, Elvis M. D. **Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE)**. *Rev. Adm. Pública*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 913-937, jul./ago. 2014.

HOTTA, Yasuhiko. VISVANATHAN, Chettiyapan. KOJIMA, Michikazu. PARIATAMBY, Agamuthu. **Developing 3R policy indicators for Asia and the pacific region: experience from regional 3R Forum in Asia and the Pacific**. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 18, p. 22-37, jan. 2016. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10163-015-0442-3>. Acesso em 26 de Abril de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020.

IISD (2000) International Institute for Sustainable Development, **Bellagio Principles**, Winnipeg, IISD-net, 2000, disponível em <https://www.iisd.org/system/files/publications/bellagio.pdf>. Acesso em 06 de Junho de 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 37120:2014** (E). *Sustainable development of communities - Indicators for city services and quality of life*. Geneva, Switzerland. 2014.

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007-Synthesis Report**. Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm. Acesso em 25 de Fevereiro de 2020.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. *Estud. av.* [online]. 2011, vol.25, n.71, p. 135-158.

JANNUZZI, Paulo de Martinho. **Indicadores para diagnóstico, monitoramento e**

avaliação de programas sociais no Brasil. Revista do Serviço Público, Brasília, DF, v. 56, n.2, p. 137-160, abr/jun 2005. Disponível em <<http://aplicacoes.mds.gov.br/sagirms/ferramentas/docs/Referencia-ind-sociais-revista-servpublico.pdf>>. Acesso em 15 de Abril de 2021.

JURAS, Ilidia da Ascensão Garrido Martins. **Legislação sobre Resíduos Sólidos: Comparação da lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos.** Consultora Legislativa da Área XI. Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial, Desenvolvimento Urbano e Regional. Consultoria Legislativa, Câmara dos Deputados. 2012. Disponível em: http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/9268/legislacao_residuos_ilidia.pdf?sequence=4. Acesso em 27 de fevereiro de 2020.

KLUNDER, A. *et al.* **Concept of ISWM.** Gouda: Waste, 2001.

LATAWIEC, Agnieszka; AGOL, Dorice. **Sustainability Indicators in Practice. de Gruyter Open Poland.** Poland, 2015.

LEITÃO, A. (2015) **Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI.** *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*, v. 1, n. 2, p. 150-171.

McCARNEY, Patricia. **The evolution of global city indicators and ISO37120: The first international standard on city indicators.** *Statistical Journal of the IAOS*, v. 31, n. 1, p. 103- 110, 2015. EBSCOhost. Disponível em: <<http://goo.gl/H3fnqy>>. Acesso em 26 de Abril de 2021.

MAIA, Hérica Juliana Linhares; BARBOSA, Erivaldo Moreira; SILVA, Monica Maria Pereira da. Análise nacional e internacional da legislação ambiental sobre resíduos sólidos. **Espacios.** Vol. 37 (Nº 19) Año 2016. Pág. 24. Disponível em <https://www.revistaespacios.com/a16v37n19/16371924.html>. Acesso em 23 de Março de 2022.

MAGLIO, Ivan Carlos; PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo. **Sustentabilidade ambiental e mudanças climáticas: desafio para o planejamento urbano das cidades.** In: Arlindo Philippi Jr; Gilda Colet Bruna. (Org.). *Gestão Urbana e Sustentabilidade.* 1ed.Barueri: Manole, 2019, v. 1, p. 56-82.

MALTHUS, T. R. (Thomas Robert); MALTHUS, T. R. (Thomas Robert). **Princípios de economia política e considerações sobre sua aplicação prática:** ensaio sobre a população. São Paulo: Nova Cultural, 1996. 382p. (Os Economistas).

MASSUKADO, Luciana Miyoko. **Sistema de apoio à decisão: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares.** Dissertação (Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, 2004.

MEADOWS, Dennis L.; MEADOWS, Donella H.; RANDERS, Jørgen; BEHRENS III, William. (1972). **Limites do Crescimento.** São Paulo: Perspectiva, 1973.

MEDEIROS, Julie Eugênio da Siva Francisco; PAZ, Adriano Rolim da; JUNIOR,

Joácio de Araújo Morais. 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. **Eng. Sanit. Ambient.** 20 (1) • Jan-Mar 2015 • <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000120117>. Acesso em 23 de Março de 2022.

MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação.** 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002. Disponível em <http://www.bv.fapesp.br/pt/dissertacoes-teses/4914/residuos-solidos-e-sustentabilidade-principios-indicadores-e/>. Acesso em 20 de Março de 2021.

MINISTRY OF URBAN DEVELOPMENT (MOUD). **Handbook of Service Level Benchmarking.** 2010. Disponível em https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/service_benchmarking_india.pdf Acesso em 04 de Novembro de 2020.

_____. **Service Levels in Urban Water and Sanitation Sector – Status Report (2010- 2011).** First Edition. January 2012. Disponível em <https://smartnet.niua.org/sites/default/files/resources/SLB%20Service%20Levels%20in%20Urban%20Water%20and%20Sanitation%20%282010-11%29.pdf> Acesso em 04 de Novembro de 2020.

MOZZATO, Anelise R.; GRZYBOVSKY, Denize. **Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: potencial e desafios.** RAC-Revista de Administração Contemporânea. Curitiba, v.15, n.4, p. 731-747, jul/ago. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rac/v15n4/a10v15n4.pdf>. Acesso em 19 de Março de 2020.

MUNIZAGA PLAZA, Juan Antônio.; LOBO GARCÍA DE CORTÁZAR, Amaya. **Garbometer: uma Metodologia para la Evaluación Integral de los Sistemas de Gestión de Resíduos Domésticos.** Comunicación escrita. In: SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA DE RESIDUOS. HACIA UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS, 5., 2013, Mendoza, Argentina: REDISA, 2013. Anais eletrônicos. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/301290511_Garbometer_Una_Metodologia_para_la_Evaluacion_Integral_de_los_Sistemas_de_Gestion_de_Residuos_Domesticos. Acesso em 15 de Novembro de 2020.

MUNIZAGA PLAZA, Juan Antonio. **Metodología para la evaluación integral de los sistemas de gestión de residuos domésticos.** 2016. 270 f. Dissertação (Doctorado en Ingeniería Ambiental, Gestión de residuos urbanos). Universidad de Cantabria. España. 2016. Disponível em <http://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/8431>. Acesso em 16 de novembro de 2020.

NAHAS, Maria Inês Pedrosa. **Indicadores intra-urbanos como instrumentos de gestão da qualidade de vida urbana em grandes cidades:** discussão teórico-Metodológica. Disponível em: <http://www.ufpa.br/epdir/images/docs/paper51.pdf>.

Acesso em 07 de Dezembro de 2010.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. **Trajatória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico.** Estudos Avançados-USP, v.26, n.74, p.51-64. 2012.

NEVES, E.F; CROCOMO, F.C. (2005). **A relação entre a pobreza e o crescimento econômico do Brasil: uma análise via a propensão marginal a consumir.** Disponível em <http://www.unimep.br/phpg/mostracademica/anais/4mostra/pdfs/546.pdf>. Acesso em 24 de Fevereiro de 2020.

OLIVEIRA, S.A.; LEITE. V.D.; PRASAD, S.; RIBEIRO, M.D. (2004) **Estudo da produção per capita de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Campina Grande-PB.** Revista Saúde e Ambiente, v. 5, n. 2, p. 37-44.

OLIVEIRA E CASTRO, Marcelo; SILVA, Neliton M. da; MARCHAND, Guillaume A. E. **Desenvolvendo indicadores para a gestão sustentável de resíduos sólidos nos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, Amazonas, Brasil.** Revista Engenharia Sanitária Ambiental. Rio de Janeiro, v. 20, n.3, p.415-426, jul/set. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n3/1413-4152-esa-20-03-00415.pdf>. Acesso em 11 de Outubro de 2020.

OLIVO, Valdir Eduardo. **Gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos urbanos para municípios de médio porte.** Tede (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental: Universidade de Passo Fundo, 2021. Disponível em [https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/ppgeng/2021/Tese%20de%20Doutorado-Valdir%20Eduardo%20Olivo%20\(1\).pdf](https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/ppgeng/2021/Tese%20de%20Doutorado-Valdir%20Eduardo%20Olivo%20(1).pdf). Acesso em 27 de Abril de 2021.

PAREKH, Harshul; YADAV, Kunwar; YADAV, Sanjay; SHAH, Navinchandra. **Identification and assigning weight of indicator influencing performance of municipal solid waste management using AHP.** KSCE Journal of Civil Engineering, v. 19, n.1, p. 36-45, jan. 2015. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12205-014-2356-3>>. Acesso em 23 de Novembro de 2020.

PEREIRA, Suellen Silva; CURI, Rosires Catão; CURI, Wilson Fadlo (2018). **Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões.** Eng. Sanit. Ambient. [online]. 2018, vol.23, n.3, pp.485-498. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/esa/v23n3/1809-4457-esa-23-03-485.pdf>. Acesso em 08 de novembro de 2020.

POLAZ, C. N. M.; TEIXEIRA, B. A. N. **Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP).** Engenharia sanitária ambiental, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 411 – 420, jul./set. 2009. <https://www.scielo.br/pdf/esa/v14n3/v14n3a15.pdf> 09 de Julho de 2020.

POLZER, Verônica. **Desafios do gerenciamento sustentável de resíduos na**

cidade de São Paulo. In: Arlindo Philippi Jr; Gilda Colet Bruna. (Org.). *Gestão Urbana e Sustentabilidade*. 1ed.Barueri: Manole, 2019, v. 1, p. 83-113.

Porto Velho. **Lei complementar nº 136, de 27 de dezembro de 2001.** Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a/ro/p/porto-velho/lei-complementar/2001/14/136/lei-complementar-n-136-2001-dispoe-sobre-a-coleta-transporte-e-destino-dos-residuos-de-servicos-de-saude-rss-e-da-outras-providencias?q=136>. Acesso em 22 de Outubro de 2021.

_____. **Plano municipal de saneamento básico de Porto Velho.** Rio de Janeiro: IBAM. Prefeitura Municipal de Porto Velho, 2021.

_____. SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. Prefeitura de Porto Velho. Rondônia. 2022.

_____. SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS BÁSICOS. Prefeitura de Porto Velho. Rondônia. 2022.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS (PCS). **Guia GPS – Gestão pública sustentável. 2013.** Guia para a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos nos municípios brasileiros de forma efetiva e inclusiva. Disponível em <https://www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/Publicacoes/Residuos.pdf>. Acesso em 30 de Maio de 2022.

_____. **Guia GPS – Gestão pública sustentável.** 2016. Versão Resumida. Disponível em: https://www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/Publicacoes/GPS_Guia_Gestao_Publica_Sustentavel.pdf. Acesso em 28 de fevereiro de 2021.

_____. **Relatório de atividades 2019.** Disponível em: https://www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/Publicacoes/Relatorio_de_Atividades_2019_PCS.pdf. Acesso em 28 de fevereiro de 2021.

PWC, Pricewaterhousecoopers Serviços Profissionais; SELUR, Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana; ABLP, Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. **Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana.** 2016. Disponível em: < <http://www.selur.com.br/publicacoes/islu-indice-de-sustentabilidade-da-limpeza-urbana-para-os-municipios-brasileiros/>>. Acesso em 21 de Março de 2021.

RAMOS, Rafaela Rodrigues. **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, set/dez. 2013.

Rede de Cooperação ECOLIGA/RO. **ECOLIGA.** Disponível em <https://portal.trt14.jus.br/portal/responsabilidade-socioambiental/ecoliga-ro>. Acesso em 06 de março de 2022.

REICHERT, Geraldo A. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos: uma**

proposta inovadora. Revista Ciência & Ambiente, número 18, Santa Maria- RS, 1999. 53-68p.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado.** Rio de Janeiro: garamond, 2004.

SANJEEVI, V.; SHAHABUDEEN, P. **Development of performance indicators for municipal solid waste management (PIMS).** A review. Waste Management & Research, v. 33, n. 12, p. 1052-1065, out. 2015. Disponível em: <<http://wmr.sagepub.com/content/early/2015/10/15/0734242X15607428.abstract>>. Acesso em 27 de Abril de 2021.

SCANDAR NETO, W. J (2006). **Síntese que organiza o olhar:** uma proposta para a construção e representação de indicadores de desenvolvimento sustentável e sua aplicação para os municípios fluminenses. 110fls. Dissertação (Mestrado) – estudos populacionais e Pesquisas Sociais, Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro, 2006.

SILVA, Antônio Fagundes Gomes. **Desenvolvimento sustentável: gestão dos resíduos sólidos industriais no setor calçadista da conurbação Crajubar-CE.** Ciências Sociais Aplicadas em Revista - UNIOESTE/MCR - v.17 - n. 32 - 1º sem.2017 - p 167 a 188.

SILVA, Luciana da. **Indicadores da gestão de resíduos sólidos urbanos : uma visão voltada à sustentabilidade.** 2017. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo. Disponível em <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/1366>. Acesso em 10 de outubro de 2020.

SILVA, R. M. F. da. **Avaliação do desenvolvimento no município de Porto Velho sob a perspectiva da sustentabilidade.** 2009. 119 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA), Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, 2009. Disponível em <http://www.ri.unir.br/jspui/handle/123456789/716>. Acesso em 20 de Abril de 2021.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2018.** Site institucional. Disponível em <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2018>. Acesso em 15 de Outubro de 2020.

SOUSA, Paulo Tarso de. **Indicadores de desempenho.** 2012. Disponível em <<http://www.justicaeleitoral.jus.br/arquivos/tre-df-sr-paulo-de-tarso-sousa-ndicadores-dedesempenho>>. Acesso em 20 de abril de 2021.

UGALDE, J.C. (2010) **Aplicação de indicadores de sustentabilidade para avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos em Porto Velho/RO.** 135f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Núcleo de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho.

URGAL, M. A. L. **Indicadores e índices do município de Porto Velho**. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado em Administração)- Programa de Pós-Graduação Mestrado em Administração (PPGA), Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, 2011. Disponível em <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/1910>. Acesso em 5 de Junho de 2022.

TEIXEIRA, Ozanam. **Sustentabilidade Econômica da produção extrativista não madeirável (PFNM) na reserva Lago do Cuniã**. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Rondônia - UNIR. PPGMAD, 2010.

UNESCO. **Educação para um futuro sustentável: uma visão transdisciplinar para ações compartilhadas**. Brasília, DF: IBAMA, 1999a.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-HABITAT). **Cities 2030, cities for all: implementing the new urban agenda**. Concept paper. 2017 b. Disponível em <https://wuf9.org/wp-content/uploads/WUF9-concept-paper.pdf>. Acesso em 19 de Março de 2020.

_____. **Solid waste management in the world's cities: Water and sanitation in the world's cities 2010**. London, Washington, DC. Earthscan, 2010. Disponível em <https://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2918>. Acesso em em 29 de outubro de 2020.

U.S. Environmental Protection Agency. **RCRA Orientation Manual 2014: Resource Conservation and Recovery Act. 2014**. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/rom.pdf>. Acesso em 05 de Abril de 2020.

_____. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **The Office of Solid Waste and Emergency Response Fiscal Year 2010 End of the Year Report. 2010**. Disponível em: http://www.epa.gov/oswer/docs/oswer_eoy_2010.pdf. Acesso em 3.nov.2011

UGALDE, J.C. (2010). **Aplicação de indicadores de sustentabilidade para avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos em Porto Velho/RO** 135f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Núcleo de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho

URGAL, M. A. L. **Indicadores e índices do município de Porto Velho**. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado em Administração)- Programa de Pós-Graduação Mestrado em Administração (PPGA), Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, 2011. Disponível em <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/1910>. Acesso em 5 de Junho de 2022.

VASCONCELOS, Marco Antônio; GARCIA, Manuel Enriquez. **Fundamentos de economia**. São Paulo: Saraiva, 1998.

VEIGA, J. E. Indicadores para a governança ambiental. **VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**. Fortaleza: 2007

WILSON, David C. RODIC, Ljiljana, CROWING, Michael J. VELIS, Costas A. WHITEMAN Andrew D. SCHEINBERG, Anne. VILCHES, Recaredo. MASTERSON, Darragh. STRETZ, Joachim. OELZ, Barbara. **'Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities**. Waste Management, v. 35. p. 329-342. Jan. 2015. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X14004905>>. Acesso em 28 de Abril de 2021.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). **Our common future**. Oxford University Press, Oxford. pp. 1-374. 04 ago. 1987. Disponível em: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/42/427&Lang=E>. Acesso em 20 de Abril de 2021.

ZAGO, Valéria Cristina Palmeira; BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade**. Eng Sanit Ambient | v.24 n.2 | mar/abr 2019 | 219-228.

ANEXOS

Anexo A: Indicadores de sustentabilidade para a GRSU propostos por Milanez
(2002) para gestão dos RSU

Indicadores		Unidade de medida
1	Percentual de homens/ dias efetivamente trabalhados	(MD) Assiduidade inferior a X% (D) Assiduidade entre X% e Y% (F) Assiduidade superior a Y%
2	Existência de situações de risco.	(MD) Presença de catadores trabalhando de forma precária nos locais de disposição final. (D) Presença de catadores trabalhando de forma precária nas ruas (F) Inexistência de situações descritas anteriormente
3	Percentual das pessoas que atuam na cadeia de resíduos que têm acesso a apoio ou orientação definidos em uma política pública municipal.	(MD) Inexistência de política pública municipal efetiva para o apoio às pessoas que atuam na cadeia de resíduos (D) Existência de um programa m todavia com baixo envolvimento das pessoas. (F) Programa municipal de orientação ou apoio às pessoas que trabalham com resíduos atingindo um grupo significativo
4	Participação da população através de canais específicos para gestão dos RSU.	(MD) Inexistência dos canais de participação específicos para RSU (D) Existência dos canais de participação específicos, sem sua utilização pela população (F) Existência de canais específicos e sua utilização pela população
5	Existência de parcerias com outras esferas do poder público ou com a sociedade civil.	(MD) Inexistência de parcerias (D) Existência de parcerias, mas apenas dentro do município (F) Existência de parcerias tanto dentro quanto fora do município
6	Existência de informações sistematizadas e disponibilizadas para a população.	(MD) As informações não são sistematizadas (D) As informações são sistematizadas, mas não estão acessíveis à população (F) As informações são sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população
7	Percentual da população atendida pela coleta misturada de resíduos.	(MD) Parte da população não é atendida (D) Toda população é atendida, mas nem todos regularmente ou na frequência necessária (F) Toda população é atendida na frequência necessária
8	Eficiência econômica dos serviços de limpeza pública (kg de resíduos coletados e tratados/R\$1.000,00.)	(MD) Eficiência econômica não identificada ou abaixo de R\$ X e R\$ Y

		(D) Eficiência econômica entre R\$ X e R\$Y. (F) Eficiência econômica acima de R\$ Y.
9	Percentual autofinanciado do custo de coleta, tratamento e disposição final.	(MD) Não há nenhum sistema de cobrança para financiamento dos serviços de coleta tratamento e destinação final. (D) Há sistema de financiamento, mas esse não cobre todos os custos, ou b) há sistema de financiamento, mas não é proporcional ao uso dos serviços de coleta, tratamento e destinação final. (F) Os serviços de coleta, tratamento e destinação final são totalmente financiados pelos usuários proporcionalmente ao uso desses serviços.
10	Percentual das áreas degradadas pela gestão dos RSU que já foram recuperadas	(MD) Não foi identificada a existência de passivo ambiental (D) Passivo ambiental identificado, mas sem recuperação plena (F) Passivo ambiental e plenamente recuperado
11	Implementação das medidas mitigadoras previstas nos estudos de impacto ambiental das atividades relacionadas à gestão dos RSU	(MD) Estudos de impacto a foram aprovados; não houve licenciamento ambiental. (D) Estudos foram aprovados, mas medidas mitigadoras não foram integralmente realizadas; houve licenciamento ambiental,mas não há notificações quanto à não conformidades (F) Estudos foram aprovados e as medidas mitigadoras integralmente realizadas; houve licenciamento ambiental e não há notificações.
12	Percentual em peso dos resíduos coletados pelo poder público que não são encaminhados para a disposição final.	(MD) Inexistência de programa para recuperação de RSU (D) Recuperação parcial dos materiais reaproveitáveis presentes nos RSU (F) Recuperação significativas dos materiais reaproveitáveis presentes nos RSU.

Legenda: (MD) Muito desfavorável; (D) Desfavorável; (F) Favorável

Fonte: Milanez (2002)

Anexo B: Indicadores de sustentabilidade para a GRSU propostos por Polaz e Teixeira (2009) para gestão dos RSU

Indicadores		Unidade de medida
Dimensão ambiental/ecológica		
1	Quantidade de ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados	(MD) Mais de X ocorrências/ano a cada 1.000 hab (D) Entre X e Y ocorrências/ano a cada 1.000 hab (F) Menos de Y ocorrências/ano a cada 1.000 hab
2	Grau de recuperação dos passivos ambientais	(MD) As áreas degradadas não foram mapeadas ou não houve recuperação das áreas identificadas (D) As áreas degradadas foram mapeadas, porém não devidamente recuperadas (F) Todas as áreas degradadas foram devidamente recuperadas
3	3 Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU	(MD) Inexistência de licenciamento ambiental (D) Licenciamento ambiental realizado, porém, as medidas não foram plenamente implementadas (F) Licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas integralmente
4	Grau de recuperação dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público	(MD) Recuperação inexistente ou muito baixa dos RSU (D) Recuperação baixa dos RSU (F) Recuperação alta dos RSU
Dimensão econômica		
5	Grau de autofinanciamento da gestão pública de RSU	(MD) Inexistência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da gestão de RSU (D) Existência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da gestão de RSU, mas não cobre todos os custos (F) Os custos da gestão de RSU são completamente financiados por fonte específica ou sistema de cobrança dos resíduos
Dimensão social		
6	Grau de disponibilização dos serviços públicos de RSU à população	(MD) Baixa disponibilização dos serviços públicos de RSU (D) Média disponibilização dos serviços públicos de RSU (F) Disponibilização plena dos serviços públicos de RSU
7	Grau de abrangência de políticas públicas de apoio ou orientação às pessoas que atuam com RSU	(MD) Inexistência de políticas públicas efetivas de apoio às pessoas que atuam com RSU (D) Existência de políticas públicas, porém com baixo envolvimento das pessoas que atuam com RSU (F) Existência de políticas públicas com alto envolvimento das pessoas que atuam com RSU
Dimensão política/institucional		
8	Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal	(MD) Inexistência de setor específico para RSU na administração municipal (D) Existência de setor específico para RSU, porém não estruturado

		(F) Existência de setor específico para RSU devidamente estruturado
9	Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU	(MD) Nenhum funcionário do setor de RSU recebeu capacitação específica (D) Apenas parte dos funcionários do setor de RSU recebeu capacitação específica (F) Todos os funcionários do setor de RSU receberam capacitação específica
10	Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal	(MD) Inexistência de ações de fiscalização (D) Existência das ações de fiscalização, porém em quantidade insuficiente (F) Existência das ações de fiscalização em quantidade suficiente
11	Grau de execução do Plano Municipal de RSU vigente	(MD) Inexistência de Plano Municipal para RSU (D) Existência de Plano Municipal para RSU, porém poucas metas foram atingidas (F) Existência de Plano Municipal para RSU com muitas metas atingidas
12	Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a População	(MD) As informações sobre a gestão de RSU não são sistematizadas (D) As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas, porém não estão acessíveis à população (F) As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas e divulgadas de forma pró-ativa para a população
Dimensão cultural		
13	Variação da geração percapita de RSU	(MD) Taxa de variação > 1 (D) Taxa de variação = 1 (F) Taxa de variação < 1
14	Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da gestão de RSU	(MD) Inexistência de programas educativos (D) Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população (F) Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população
15	Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU	(MD) Ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas (D) Divulgação pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU (F) Divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU, inclusive com replicação das mesmas

Legenda: (MD) Muito desfavorável; (D) Desfavorável; (F) Favorável

Fonte: Polaz; Teixeira (2009)

Anexo C: Indicadores de sustentabilidade para a GRSU propostos por Dias e Santiago (2012)

Indicadores		Unidade de medida	Nota
Dimensão política			
1	(I1a) Intersetorialidade	No mínimo três secretarias municipais	5
		Duas secretarias municipais	3
		Somente uma secretaria municipal	1
2	(I1b) Universalidade	75 a 100%	5
		30 a 75%	3
		<30%	1
3	(I1c) Integralidade dos serviços de saneamento básico	Água/esgoto/resíduos sólidos/drenagem	5
		Dois a três serviços de saneamento	3
		Só abastecimento de água	1
4	(I1d) Possui um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	Sim	5
		Em processo de conclusão do plano	3
		Não possui	0
5	(I1e) Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública	Em todo o município	5
		Apenas no centro da cidade sede	2
		Não possui	0
Dimensão tecnológica.			
6	(I2a) Utiliza mão de obra local	Em todas as fases do gerenciamento de resíduos sólidos	5
		Coleta e administração	3
		Apenas na coleta	1
7	(I2b) Manutenção dos equipamentos realizada localmente	Em todas as fases da gestão de resíduos sólidos	5
		Apenas transporte	2
		Manutenção externa	1
8	(I2c) Tecnologia de reaproveitamento com baixo consumo de energia, não atrelado a pagamento de patentes e royalties; fácil manuseio; emprega mão de obra local.	Contempla todos os itens	5
		Somente baixo consumo de energia e não atrelado a pagamento de royalties e patentes	3
		Ausência	0
9	(I2d) Veículo coletor específico e apropriado em termos de capacidade, tamanho para as necessidades de geração local	Sim (apenas para esta função)	5
		Sim (também utilizado em outras funções municipais)	2
		Ausência	0
Dimensão econômica/financeira			
10	(I3a) Origem dos recursos para o gerenciamento de resíduos sólidos	Existe taxa específica para o serviço de limpeza pública	5
		Cobrança de taxa junto	2

		com o IPTU	
		Não existência de cobrança de taxa deste serviço	0
11	(I3b) Percentual auto financiado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município	90 a 100% financiada	5
		Entre 40 a 90% financiada	3
		<40% financiada	1
12	(I3c) Percentual do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública	até 5%	1
		5 a 10%	3
		> 10 %	5
13	(I3d) Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva	Na própria manutenção da coleta seletiva	5
		Atividades socioculturais e assistenciais	3
		Outra	1
Dimensão ambiental/ecológica			
14	(I4a) Eficiência de coleta	91 a 100%	5
		31 a 90%	2
		<30%	1
15	(I4b) Satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/ frequência/ horário)	>70%	5
		30 a 70%	3
		<30%	1
16	(I4c) Existência de lixeiras públicas	Em toda área urbana instaladas em locais de circulação de pessoas	5
		Somente no centro da cidade sede	2
		Não possui lixeira	0
17	(I4d) Existência de coleta seletiva no município	Sim	5
		Em fase de implantação	3
		Não existe	0
18	(I4e) Abrangência da coleta seletiva no município	Todo o município	5
		Toda área urbana do município	4
		Exclusivamente em alguns bairros da área urbana	1
19	(I4f) Existência de pontos para entrega voluntária dos resíduos segregados	Atende mais de 50% da população	5
		Atende menos de 50% da população	3
		Não possui	0
20	(I4g) Índice de recuperação de materiais recicláveis	Acima de 10,1%	5
		Entre 5,1% e 10%	3
		Até 5%	1
21	(I4h) Recuperação de resíduo orgânico	Acima de 30%	5
		Entre 5,1% e 30%	3
		Até 5%	1
22	(I4i) Geração de resíduos sólidos urbanos per capita (kg.habitante.ano)	<307	5
		Entre 307 e 376	3
		>376	1
23	(I4j) Aterro sanitário/controlado licenciado	Sim	5
		Em processo de licenciamento	2
		Não licenciado ou lixão	0
24	(I4l) Existência de aterro para resíduos inertes	Sim e com	5

	(resíduos de construção e demolição)	reaproveitamento	
		Sim e apenas para disposição	2
		Não possui	0
25	(I4m) Número de pontos de resíduos clandestinos/extensão total das vias em km10	Nenhum	5
		0,1 a 0,4	3
		≥0,4	1
26	(I4n) Há recuperação de áreas degradadas por resíduos?	Totalmente	5
		Parcialmente	3
		Ausente	0
Dimensão do conhecimento			
27	(I5a) Recursos alocados para ações de Educação Ambiental (em relação ao custo da limpeza pública)	≥3%	5
		1 a 2,9%	2
		<1%	1
28	(I5b) Inclusão de ações de Educação Ambiental	Durante o diagnóstico, concepção, implantação.	5
		Somente durante a fase de implantação	3
		Nenhuma	0
29	(I5c) Capacitação contínua de agentes que atuam na área da limpeza pública	Presença	5
		Presença de forma esporádica	3
		Ausência	0
30	(I5d) Realização de Avaliação da gestão dos RS de forma participativa	Realizada anualmente	5
		Realizada de forma esporádica	3
		Não há	0
31	(I5e) Material informativo sobre o manejo dos resíduos sólidos	Construído com a comunidade local	5
		Construído pela equipe técnica	3
		Não tem	0
32	(I5f) Realização de eventos municipais com a temática ambiental	Eventos anuais	5
		Esporadicamente	3
		Ausência de eventos	0
33	(I5g) Número de parceiros (Associações, universidades, setor privado, movimentos sociais)	Duas ou mais	5
		Menos de duas	2
		Não tem	0
34	(I5h) Existência de Conselhos (Saneamento, Saúde, Meio Ambiente)	Conselho de Saneamento	5
		Outro	3
		Não tem	0
35	(I5i) Formas de mobilização	Planejamento participativo	5
		Reuniões informativas	3
		Nenhuma	0
36	(I5j) Índice de rejeito IR (%) (Está relacionado com a coleta seletiva)	≤ 7%	5
		7,1 a 20%	3
		> de 21%	1
Dimensão da inclusão social			
37	(I6a) Catadores organizados (cooperativas, associações)	Todos organizados	5
		Parte organizado	3
		Presença de catadores na área de disposição final	0
38	(I6b) Renda per capita mensal obtida pelos catadores	>1 salário mínimo	5
		1 salário-mínimo	3
		<1 salário-mínimo	1

39	(I6c) Abrangência dos cursos de capacitação promovidos aos catadores	>90%	5
		entre 50 a 90%	4
		<50%	1
40	(I6d) Salubridade do local do trabalho dos catadores (EPI, banheiros, refeitório, armazenamento adequado do refugo e dos recicláveis, cobertura, piso impermeabilizado)	Contempla todos os itens	5
		Somente EPI e banheiro	3
		Ausência	0
41	(I6e) Artesãos que utilizam resíduos pós-consumo como fonte de renda	Organizados em cooperativas e ou associações com renda fixa	5
		Organizados em cooperativas e ou associações sem renda fixa	3
		Inexistente	0
42	(I6f) Pessoas atuantes na cadeia de resíduos que tem acesso a apoio ou orientação definidos em uma política pública municipal	Existência de um programa municipal de apoio aos catadores com convênio formal.	5
		Existência de um programa municipal de apoio aos catadores sem convênio formal.	3
		Inexistência de política pública municipal para apoio aos catadores	0

Fonte: Dias e Santiago (2012)

Anexo D: Indicadores propostos por Oliveira e Castro; Silva; Marchand (2015)

Indicadores		Unidade de medida
1	Configuração do sistema	Estrutura organizacional, existência de órgão/secretaria/setor ou empresa específica para fazer a gestão de RSU, estruturada de acordo com o Plano, com inclusão de catadores e gestão participativa.
2	Infraestrutura	Existência de instalações e equipamentos, Pontos de Entrega Voluntária, áreas (galpões) de triagem, compostagem e transbordo, aterros, sistemas de monitoramento, caminhões compactadores, equipamentos de limpeza urbana, etc.
3	Sustentabilidade financeira	Nível de autofinanciamento da GRSU, fontes de recursos, cobertura dos custos, adota Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, etc.
4	Prestação de serviços	Coleta (abrangência, frequência regular), transporte, manejo e disposição final de resíduos.
5	Recursos humanos envolvidos	Funcionários com vínculo empregatícios e nível de conhecimento quanto às normas de segurança, etc.
6	Aspecto organizacionais	Ações de fiscalização, monitoramento, comunicação interna/externa, transparência, gestão da qualidade e gestão ambiental, etc.
7	Extensão social	Integração entre o sistema e a sociedade, através de educação ambiental e multiplicação de boas práticas sanitárias, programas regulares de educação ambiental.
8	Conformidade legal	Existência de conselho deliberativo/consultivo para o setor de resíduos ou saneamento, articulado aos planos de gestão de resíduos ou de saneamento municipais.
9	Impactos ambientais	Ocorrências de disposição de resíduos em locais inadequados, grau de recuperação de passivos ambientais (lixões), percentual de áreas degradadas, aterros regulares com tratamento diferenciado para RSS e resíduos especiais, reaproveitamento de gases, sistemas de compostagem, etc.

Fonte: Oliveira e Castro; Silva; Marchand (2015)

Anexo E: Indicadores propostos pelo ISLU (2019)

	Dimensão	Indicadores
1		Índice de desenvolvimento humano do município (IDHM)
2	E – Engajamento do município	Porcentagem da população atendida pelos serviços de limpeza urbana
3	S - Sustentabilidade financeira	Arrecadação específica sobre a despesa orçamentária
4	R – Recuperação de recursos	Materiais recuperados sobre massa coletada
5	I – Impacto ambiental	Destinação incorreta em relação à população atendida pelos serviços

Fonte: ISLU (2019)

Anexo F: Indicadores propostos por Silva (2017)

Indicadores		Unidade de medida
1	Geração de resíduos sólidos <i>per capita</i>	Quantidade média anual de resíduo urbano gerado (kg) / Quantidade total da população (hab.)
2	Geração de resíduos por composição (frações) principais: orgânicos, papel, plásticos, metais	Quantidade de componentes específicos de RSU (vidro, metal, material orgânico, papel, plástico, etc) (t) / Quantidade total de RSU (t) *100
3	Intensidade de geração de lixo doméstico municipal <i>per capita</i>	Quantidade de resíduos domésticos municipais gerados (kg) / População total (hab.) x 100
4	Cobertura/Abrangência da Coleta de RSU (Taxa de população atendida)	Número pessoas (dentro da cidade) com coleta regular (hab.) / População da cidade (hab.) x 100
5	Coleta de RSU <i>per capita</i>	Quantidade de resíduos recolhidos (t) / População da cidade (hab.) x 100
6	Percentual da frota de veículos que utilizam qualquer tipo de combustível renovável	Quantidade de veículos da frota que utilizam combustível de fontes renováveis (nº) / Quantidade total de veículos da frota (nº) *100
7	Grau de fracionamento (coleta) (orgânicos, papel, plásticos, metais, etc.)	Quantidade de material bruto separado (kg) / Quantidade total de resíduos recolhidos (kg) *100
8	Inclusão de catadores no sistema de coleta seletiva (planejamento e implementação)	Quantidade de catadores incluídos no sistema de coleta seletiva (nº) / Quantidade total de catadores do município (nº) x 100
9	Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município	Quantidade de população urbana do município atendida pela coleta seletiva tipo porta a porta (hab.) / População total urbana do município (SNIS) (hab.) * 100
10	Grau de inconformidade com o quadro regulamentar ambiental	Número de autuações de descumprimento à legislação ambiental (ar, água e solo) detectados / Número de inspeções realizadas na coleta e transporte de resíduos *100
11	Intensidade de uso da água (lavagem)	Volume total de água utilizada na limpeza de contêineres, transporte e instalações de resíduos (L) / Quantidade de resíduos coletados (t)
12	Intensidade de uso do solo (lavagem)	Superfície aproximada utilizada por contêineres e instalações (m²) / Quantidade de resíduos coletados (t)
13	Taxa de material recolhido pela coleta seletiva (exceto mat. orgânica) em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos	Quantidade de materiais recolhidos pela coleta seletiva (exceto mat. orgânico) (kg) / Quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos (RDO) (kg) *100
14	Resíduos depositados em aterro/Eliminação Controlada	Quantidade de resíduos depositado em aterros (t) / Quantidade de resíduos gerados (t) x 100
15	Grau de conformidade com o quadro regulamentar ambiental	Número de autuações de descumprimento à legislação ambiental (ar, água e solo) detectados/ Número de inspeções realizadas nas instalações de eliminação de resíduos *100
16	Intensidade de uso da água	Volume total de água utilizada nas instalações de eliminação de resíduos (L) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)
17	Intensidade de uso do solo	Superfície aproximada utilizada pelas instalações de eliminação (m²) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)
18	Intensidade de energia gerada	Quantidade de energia elétrica ou térmica gerada na instalações de tratamento de biogás (kWh) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de eliminação (t)

19	Taxa de reciclagem de resíduos sólidos	Quantidade de resíduos reciclados (t) / Quantidade de resíduos gerados (t) x 100
20	Grau de inconformidade com o quadro regulamentar ambiental	Número de autuações de descumprimento à legislação ambiental (ar, água e solo) detectados / Número de inspeções realizadas na recuperação e reciclagem de resíduos * 100
21	Intensidade de uso da água	Volume total de água utilizada nas instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (L) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)
22	Intensidade de uso do solo	Superfície aproximada utilizada pelas instalações de recuperação e reciclagem (m ²) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)
23	Intensidade energética	Quantidade de combustíveis usados nas instalações de recuperação e reciclagem (L ou m ³) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (t) Fórmula
24	Quantidade de RSU tratados <i>per capita</i>	Quantidade de RSU tratados por dia (t) / Quantidade total da população (hab.)
25	Total de capacidade instalada de energia elétrica para a produção de energia proveniente de fontes renováveis	Quantidade de energia elétrica (em Megawatts) vinda de fontes renováveis
26	Capacidade total de valorização de material (MRF) <i>per capita</i> (eliminação ou redução de contaminantes)	Quantidade de materiais valorizados (t) / Quantidade total da população da cidade (hab.)
27	Quantidade total de RSU processado em um MRF (unidade de valorização de material) <i>per capita</i>	Quantidade de materiais processados em MRF (t) / Quantidade total da população da cidade (hab.)
28	Porcentagem do total coletado RSU que é tratada nas instalações de compostagem por ano	Quantidade total de RSU tratados nas instalações de compostagem (t) anual / Quantidade total de RSU coletados anual (t) * 100
29	Quantidade de resíduos gerados nas instalações de compostagem <i>per capita</i>	Quantidade de resíduos gerados em instalações de compostagem (t) / Quantidade total da população da cidade (hab.)
30	Quantidade de adubo vendido <i>per capita</i> (compostagem)	Quantidade de adubos (resultantes da compostagem) vendidos (kg) / Quantidade total da população da cidade (hab.)
31	Capacidade total das instalações de compostagem <i>per capita</i>	Quantidade total de capacidade de recebimento de RSU nas instalações de compostagem (t) / Quantidade total da população da cidade (hab.)
32	Porcentagem de resíduos valorizados energeticamente	Quantidade total de resíduos que entraram nas instalações de valorização energética (t) / Quantidade total de resíduos gerados nas instalações (t) * 100
33	Grau de inconformidade com o quadro regulamentar ambiental	Número de autuações de descumprimento à legislação ambiental (ar, água e solo) detectados / Número de inspeções realizadas nas instalações de valorização energética de resíduos * 100
34	Intensidade energética (utilização de recursos energéticos)	Quantidade de energia (combustíveis) utilizados nas instalações de valorização energética (L ou m ³) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de valorização energética (t) Fórmula
35	Intensidade de uso da água	Volume total de água utilizada nas instalações de valorização energética de resíduos (L) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)
36	Intensidade de uso do solo	Superfície aproximada utilizada pelas instalações de valorização energética (m ²) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)

37	Intensidade de energia gerada	Quantidade de energia elétrica ou térmica gerada na instalações de valorização energética (kWh) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de valorização energética (t)
38	Grau de autofinanciamento dos RSU da gestão pública de RSU (sustentabilidade financeira)	Receita arrecadada com manejo de RSU (R\$) / Despesa total da Prefeitura com manejo de RSU (R\$) *100
39	Eficiência na cobrança de taxas RSU	Receitas correntes recolhidas RSU no ano (R\$) / Receitas operacionais totais cobradas RSU no ano (R\$) *100
40	Despesas gastas na gestão de resíduos <i>per capita</i>	Despesas com a gestão de RSU (em moeda corrente local) (R\$) / Quantidade total da população local (hab.)
41	Custo total (coleta) per capita	Custo total de operação e manutenção envolvidos na coleta e transporte de resíduos (R\$) / População atendida (hab.)
42	Custo total per capita (eliminação em aterros)	Custo total de operação e manutenção envolvidos nas instalações de eliminação de resíduos (R\$) / População atendida (hab.)
43	Custo total per capita (reciclagem)	Custo total de operação e manutenção envolvidos nas instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (R\$) / População atendida (hab.)
44	Custo total <i>per capita</i> (valorização energética)	Custo total de operação e manutenção envolvidos nas instalações de valorização energética de resíduos (R\$) / População atendida (hab.)
45	Taxa de venda de adubo	Quantidade de adubo (composto) produzida (t) / Quantidade de adubo vendida (t) * 100
46	Receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo de RSU	Receita arrecadada com serviços de manejo de RSU anual (R\$) / População total urbana (hab.)
47	Realização de eventos municipais com a temática ambiental	Número de eventos de sensibilização ambiental / ano
48	Cobertura da População atingida	Número de campanhas 1-k x Cobertura da população 1-k / Número total de campanhas *100
49	Capacidade de respostas às reclamações dos consumidores (eficiência)	Nº total de reclamações GRSU corrigidas em 24hs / Nº total de reclamações GRSU no período de tempo determinado *100

Fonte: Silva (2017)

Anexo G: Indicadores propostos por Pereira, Curi, Curi (2018)

Indicadores		Unidade de medida
1	Quantidade de RSU per capita	Quantidade diária de resíduos gerados x 1.000 / população urbana
2	Coleta seletiva e triagem	Porcentagem da população urbana atendida ou porcentagem da área
3	Formas de disposição final dos RSU (aterro sanitário, aterro controlado e lixões)	Havendo uma única forma de disposição dos RSU do município, em caso de mais de uma alternativa, será calculada a % da área atendida para esse tipo de disposição
4	Recuperação de áreas de lixões	Informações disponibilizadas pelo gestor municipal
5	Fração da população urbana atendida pela coleta de resíduos	População atendida/ população total do município
6	Taxa de urbanização da população atendida pela coleta de resíduos	População urbana atendida/ população urbana total do município x 100
7	Existência de catadores de materiais recicláveis	Dados informados pelo gestor municipal ou setor responsável, podendo ainda ser mensurados indiretamente com a observação de catadores nas ruas
8	Formalização da categoria de catadores	Dados informados pelo gestor municipal ou setor responsável / número total de catadores
9	Cadastro de catadores de materiais recicláveis	Dados informados pelo gestor municipal ou setor responsável
10	Taxa de cobertura dos serviços de coleta dos RSU	Razão entre a população atendida com coleta convencional sobre população urbana x 100
11	Frequência da coleta de RSU (residencial-R/ comercial-C)	Média ponderada: somatória da área atendida x frequência / somatório da área total
12	Quantidade de transportes utilizados na coleta dos RSU (per capita)	Informações disponibilizadas pelo gestor ou responsável pelo setor de limpeza urbana
13	Adequação dos transportes utilizados na coleta dos RSU	Observações in loco nos municípios, levando em consideração os veículos disponibilizados para o transporte dos RSU e a NBR 13221 (BRASIL, 2003)
14	Existência de ações Fiscalizatórias	Informações disponibilizadas pelo setor responsável pela gestão dos RSU
15	Existência de Plano Municipal de RSU	Informações disponibilizados pelo gestor municipal ou setor responsável pela gestão dos RSU
16	Existência de legislação específica para a gestão dos RSU	Informações disponibilizadas pelo gestor municipal ou setor responsável pela gestão dos RSU
17	Capacitação dos funcionários	Informações disponibilizadas pelo gestor municipal ou setor responsável pela gestão dos RSU
18	Utilização de EPIs	Informações disponibilizadas pelo setor responsável e por meio de observações in loco, sendo esse uso avaliado em três níveis (total, parcial e sem uso)
19	Existência de informações sobre a gestão dos RSU sistematizadas disponibilizadas para a população em meio digital	Informações disponibilizadas pelo gestor municipal ou setor responsável pela gestão dos RSU e observação nos sites das prefeituras
20	Existência de um canal de reclamação	Informações disponibilizadas pelos gestores
21	Controle da quantidade de ocorrências de lançamento de RSU em locais inadequados	Informações disponibilizadas pelos gestores
22	Porcentagem de escolas que desenvolvem programas de coleta seletiva	Informações disponibilizadas pelos gestores
23	Existência de campanha voltada para boas práticas de GRSU	Informações disponibilizadas pelos gestores

24	Existência de conselhos municipais ou instâncias similares	Informações disponibilizadas pelos gestores
25	Pagamento de pessoal encarregado pelo serviço de coleta e limpeza urbana	Razão entre o valor pago ao pessoal encarregado / população urbana
26	Recuperação de áreas degradadas com RSU	Razão entre o valor destinado para recuperação de áreas degradadas pela quantidade de resíduos coletadas
27	Cobrança dos serviços de coleta de resíduos e limpeza urbana	Informações disponibilizadas pelos gestores
28	FPM	Razão entre o valor total do FPM e o número total de habitantes do município
29	Revenda de materiais recicláveis e composto orgânico	Razão entre o valor total da revenda do material pela quantidade de quilos

Fonte: Pereira, Curi, Curi (2018)

Anexo H: Indicadores para a gestão de RSU propostos pela ABRELPE (2021)

Indicadores		Unidade de medida
1	Geração de resíduos sólidos urbanos (geração total)	Toneladas/dia
2	Geração de resíduos sólidos urbanos (geração per capita)	kg/habitante/dia
3	Coleta de resíduos sólidos urbanos (coleta total)	Toneladas/dia
4	Coleta de resíduos sólidos urbanos (coleta per capita)	kg/habitante/dia
5	Quantidade de RSU coletada nas regiões e no Brasil	Toneladas/dia
6	Participação das regiões no total de rsu coletados	% das regiões em relação ao país
7	Índice de cobertura da coleta de RSU	% das áreas coletadas em relação à área total
8	Coleta seletiva	% dos municípios com iniciativas de coleta seletiva
9	Disposição final de resíduos sólidos urbanos por tipo de destinação	Toneladas/dia
10	Disposição final de RSU nas regiões, por tipo de destinação	% dos municípios com cada tipo de destinação
11	Recursos aplicados na coleta dos RSU/ ano e nos demais serviços de limpeza urbana/ano	Total (R\$ milhões/ano)
12	Recursos aplicados na coleta dos RSU per capita/ ano e nos demais serviços de limpeza urbana	Por habitante (R\$/mês)
13	Empregos diretos gerados pelo setor de limpeza urbana	Quantidade de empregos diretos gerados pelo setor de limpeza urbana
14	Coleta total de rcd pelos municípios no brasil	Toneladas/ano
15	Coleta per capita de rcd pelos municípios no brasil	Kg/hab/ano
16	Coleta de rcd pelos municípios nas regiões	Toneladas/ano
17	Coleta per capita de rcd pelos municípios nas regiões	Kg/hab/ano
18	Coleta de RSS pelos municípios no brasil	Coleta total (t/ano)
19	Coleta per capita de RSS pelos municípios no brasil	Kg/hab/ano
20	Tipo de destinação dos rss coletados pelos municípios	% por tipo
21	Destinação adequada de embalagens de Defensivos agrícolas	Toneladas/ano
22	Destinação adequada de embalagens de óleos lubrificantes	Toneladas/ano
23	Quantidade de pneus inservíveis coletados e corretamente destinados no brasil	Toneladas x mil/ ano
24	Número de lâmpadas coletadas e corretamente destinadas no brasil	Unidades
25	Volume total de materiais recicláveis recuperados Por categoria	Toneladas x mil/ ano
26	RSU coletado x recursos aplicados na coleta e demais serviços	t/ano x R\$/habitante/ano
27	RSU gerado x RSU coletado x disposição inadequada	Toneladas/ano
28	RSU coletado x empregos diretos gerados no setor	Toneladas/ano x empregos diretos

Fonte: Abrelpe (2021)

Anexo I: Indicadores propostos pelo Cempre (2019)

Indicadores		Unidade de medida
1	Municípios brasileiros com coleta seletiva	Número de municípios com coleta seletiva
2	População Atendida	Número de municípios atendidos pela coleta seletiva
3	Agentes executores da coleta seletiva municipal	Tipo de agente executor da coleta seletiva: Prefeitura Empresa privada Cooperativa
4	Composição gravimétrica da coleta seletiva	% Gravimetria por item coleta seletiva
5	Custos de operação	R\$/t

Fonte: CEMPRE (2019)

Anexo J: Indicadores propostos por Barros, Silveira (2019)

	Indicadores	Unidade de medida
Dimensão Ambiental/ Ecológica		
1	Ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados	(MD) Existência de ocorrências de lançamentos e não há recolhimento dos materiais. (D) Existência de ocorrências de lançamentos e há recolhimento. (F) Inexistência de ocorrências de lançamentos.
2	Grau de recuperação dos passivos ambientais	(MD) Existência de ocorrências de lançamentos e não há recolhimento dos materiais. (D) Existência de ocorrências de lançamentos e há recolhimento. (F) Inexistência de ocorrências de lançamentos.
3	Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU	(MD) Existência de ocorrências de lançamentos e não há recolhimento dos materiais. (D) Existência de ocorrências de lançamentos e há recolhimento. (F) Inexistência de ocorrências de lançamentos.
4	Grau de recuperação dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público	(MD) Inexistência de instrumento(s) de gestão para a recuperação de RSU. (D) Existência de instrumento de gestão para a recuperação de resíduos. (F) Existência de alguma recuperação de resíduos.
Dimensão Econômica		
5	Grau de autofinanciamento da gestão pública de RSU	(MD) Inexistência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da GRSU e de planejamento. (D) Existência de planejamento considerando o financiamento da GRSU . (F) Existência de alguma fonte de financiamento da GRSU.
Dimensão Social		
6	Grau de disponibilização dos serviços públicos de RSU diferenciados à população	(MD) Inexistência de planejamento visando à disponibilização de serviços públicos de RSU diferenciados. (D) Existência de planejamento visando à disponibilização de serviços públicos de RSU diferenciados. (F) Disponibilização de algum serviço público de RSU diferenciados.
7	Grau de abrangência de políticas públicas de apoio ou de orientação às pessoas que atuam com RSU	(MD) Inexistência de políticas públicas e discussões sobre apoio às pessoas que atuam com RSU. (D) Existência de discussões sobre políticas públicas de apoio às pessoas que atuam com RSU. (F) Existência de políticas públicas de apoio às pessoas que atuam com RSU.
Dimensão Política/ Institucional		
8	Grau de estruturação da GRSU na	(MD) Inexistência de planejamento para

	administração pública municipal	criação de setor específico para GRSU na administração municipal. (D) Existência de planejamento para criação de setor específico para GRSU na administração municipal. (F) Existência de setor específico para GRSU devidamente estruturado.
9	Grau de capacitação dos funcionários atuantes na GRSU	(MD) Inexistência de previsão de capacitação para funcionário do setor de GRSU. (D) Existência de previsão de capacitação para funcionário do setor de GRSU. (F) Existência de alguma capacitação específica para os funcionários do setor de GRSU.
10	Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal	(MD) Inexistência de previsão de capacitação para funcionário do setor de GRSU. (D) Existência de previsão de capacitação para funcionário do setor de GRSU. (F) Existência de alguma capacitação específica para os funcionários do setor de GRSU.
11	Grau de execução do Plano Municipal de GRSU vigente	(MD) Inexistência de iniciativa para elaboração do Plano Municipal de GRSU. (D) Existência de iniciativa para elaboração do Plano Municipal de GRSU (D). (F) Existência de Plano Municipal de GRSU em implementação.
12	Existência de informações sobre a GRSU sistematizadas e disponibilizadas para a população	(MD) Inexistência de planejamento visando à sistematização de informações sobre a GRSU para a população. (D) Existência de planejamento visando à sistematização de informações sobre a GRSU para a população. (F) Existência de informações sobre a GRSU sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população.
Dimensão Cultural		
13	Variação da geração per capita de RSU	(MD) Inexistência de planejamento para acompanhamento da taxa de variação da geração per capita de RSU. (D) Existência de planejamento para acompanhamento da variação da geração per capita de RSU. (F) Existência de acompanhamento da variação da geração per capita de RSU.
14	Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da GRSU	(MD) Inexistência de consideração sobre programas educativos. (D) Existência de consideração sobre programas educativos. (F) Existência de programas educativos em elaboração/execução.
15	Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU	(MD) Inexistência de consideração quanto à multiplicação de boas práticas de gestão dos RSU. (D) Existência de consideração quanto à multiplicação de boas práticas de gestão dos RSU. (F) Existência de implementação de boas práticas de gestão dos RSU.

Dimensão Política	
16	<p>Integração das políticas municipais com a gestão metropolitana de resíduos sólidos urbanos.</p> <p>Grau de integração das políticas municipais com a gestão metropolitana de RSU</p>

Fonte: Barros, Silveira (2019)

Anexo K: Indicadores para a GRSU propostos pelo SNIS (2020)

Indicadores		Unidade de medida
1	Taxa de empregados por habitante urbano	empreg/1000habitante
2	Despesa por empregado	R\$/empregado
3	Incidência de despesas com Resíduos Sólidos Urbanos na prefeitura	%
4	Incidência de despesas com empresas contratadas	%
5	Auto-suficiência financeira	%
6	Despesas per capita com Resíduos Sólidos Urbanos	R\$/habitante
7	Incidência de empregados próprios	%
8	Incidência de empregados de empregados contratados no total de empregados no manejo	%
9	Incidência de empregados administrativos no total de empregados no manejo	%
10	Receita arrecadada per capita com serviços de manejo	R\$/habitante
11	Tx cobertura da coleta Resíduos Domiciliares Orgânicos em relação à população total	%
12	Tx cobertura da coleta Resíduos Domiciliares Orgânicos em relação à população urbana	%
13	Tx. cobertura de coleta direta Resíduos Domiciliares Orgânicos relativo à população urbana	%
14	Taxa de terceirização da coleta	%
15	Produtividades média de coletores e motorista	kg/empregado x dia
16	Taxa de motoristas e coletores por habitante urbano	empregado/1000 habitante
17	Massa [Resíduos Domiciliares Orgânicos+Resíduos Sólidos Públicos] coletada per capita em relação à população Urbana	kg/(habitante.dia)
18	Massa Resíduos Domiciliares Orgânicos coletada per capita em relação à população total atendida	kg/(habitante.dia)
19	Custo unitário da coleta	R\$/tonelada
20	Incidência do custo da coleta no custo total do manejo	%
21	Incidência de empregada coleta no total de empregados no manejo	%
22	Relação: quantidade Resíduos de Construção e Demolição coletada pela Prefeitura para quantidade total [Resíduos Domiciliares Orgânicos+ Resíduos Sólidos Públicos]	%
23	Relação: quantidades coletadas de Resíduos Sólidos Públicos por Resíduos Domiciliares Orgânicos	%
24	Massa [Resíduos Domiciliares Orgânicos+ Resíduos Sólidos Públicos] coletada per capita em relação à população total atendida	kg/(habitante.dia)
25	Massa de Resíduos de Construção e Demolição per capita/ano em relação à população urbana	kg/(habitante.ano)
26	Taxa de cobertura da col. Seletiva porta-a-porta em relação a pop. Urbana	%
27	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de Resíduos Domiciliares Orgânicos e Resíduos Sólidos Públicos	%
28	Massa recuperada per capita	kg/(habitante.ano)
29	Relação entre quantidades da coleta seletiva e Resíduos Domiciliares Orgânicos	%
30	Incidência de papel/papelão sobre total mat. recuperado	%
31	Incidência de plásticos sobre total material recuperado	%
32	Incidência de metais sobre total material recuperado	%
33	Incidência de vidros sobre total de material recuperado	%
34	Incidência de "outros" sobre total material recuperado	%

35	Massa per capita recolhida via coleta seletiva	kg/(habitante.ano) kg/ habitante.ano
36	Massa de Resíduos Sólidos de Saúde coletada per capita	kg/(1000 habitante. dia)
37	Taxa de Resíduos Sólidos de Saúde sobre [Resíduos Domiciliares Orgânicos+ Resíduos Sólidos Públicos]	%
38	Taxa de terceirização de varredores	%
39	Taxa de terceirização de varrição	%
40	Custo unitário da varrição	R\$/km
41	Produtividade média dos varredores	km/(empregado x dia)
42	Taxa de varredores por habitante urbano	empregado/1000 habitante
43	Incidência do custo da varrição no custo total do manejo	%
44	Incidência de varredores no total de empregados no manejo	%
45	Extensão total anual varrida per capita	km/(habitante.ano)
46	Taxa de capinadores por habitante urbano	empregado/1000 habitante
47	Relação de capinadores no total de empregados no manejo	%

Fonte: SNIS (2020)

Anexo L: Indicadores propostos por Olivo (2021)

Indicadores		Unidade de medida
Dimensão ambiental		
1	Quantidade de MSW per capita	kg/hab/dia
2	Taxa de população municipal atendida com coleta de lixo	%
3	Recuperação de taxa de material seletivo	%
4	Taxa de população atendida com serviços de coleta seletiva	%
5	Existência de centros de triagem e compostagem	Sim/ Não
6	Descarte de resíduos em aterro sanitário	%
7	Recuperação do dumpsite	Sim/ Não
8	Licenciamento ambiental	Sim/ Não
9	Condições operacionais adequadas do aterro sanitário	Sim/ Não
10	Inspeção relacionada ao MSW	Sim/ Não
11	Existência do Plano ISWM	Sim/ Não
12	Existência de legislação específica para a gestão da MSW no município	Sim/ Não
Dimensão sociocultural		
13	Existência de catadores no lixão	Sim/ Não
14	Existência de catadores nas ruas	Sim/ Não
15	Existência de cooperativas de catadores	Sim/ Não
16	Parceria entre poder público e catadores na separação de resíduos	Sim/ Não
17	Informações sobre a gestão da MSW disponíveis à população	Sim/ Não
18	Existência de um canal de reclamações	Sim/ Não
19	Programas ambientais e educacionais	Sim/ Não
Dimensão econômica		
20	Eficiência financeira	< 80 USD/ tonelada.
21	Custo da MSWM	USD/ hab/ano
22	Cobrando usuários para o serviço de coleta e limpeza urbana	Sim/ Não
23	Autossuficiência financeira da cidade	%

Fonte: Olivo (2021)

Anexo M: Indicadores propostos pela UN-Habitat

Indicadores		Unidade de medida
1	Coleta e abrangência de cobertura	% da população com acesso aos serviços de coleta de resíduos.
2	Eliminação controlada	% de resíduos destinados a eliminação depositados em aterro sanitário ou local de eliminação controlada, ou qualquer outro sistema formal de tratamento, incluindo a incineração.
3	Resíduos coletados pelo sistema	% de resíduos coletados pelo setor formal e informal ou depositados por famílias em contentores ou depósitos, sem destino final relevante.
4	Materiais não recuperados por conta de prevenção ou de recuperação	% de resíduos não recuperados por causa da prevenção, reutilização ou valorização.
5	Inclusividade dos prestadores de serviços	Grau em que os prestadores de serviços (de resíduos reciclados) estão incluídos no processo de planejamento e implementação de serviços e atividades na gestão de resíduos.
6	Inclusão do usuário	Grau em que os usuários dos serviços de resíduos sólidos são incluídos na formação de políticas, planejamento, implementação e avaliação destes serviços.
7	A sustentabilidade financeira	% de domicílios que usam e pagam por serviços de coleta de resíduos.
8	Coerência institucional	Grau em que o orçamento de gestão de resíduos sólidos é diretamente controlado pelo organismo ou entidade, formalmente designado para gerir o sistema de resíduos sólidos dentro da cidade, com uma avaliação qualitativa e do organograma.

Fonte: UN-Habitat (2010) - Traduzido pela autora

Anexo N: Indicadores propostos por Euroconsultants - Metodologia Balkwaste (2010)

Indicadores		Unidade de medida
Legislação relativa aos resíduos		
1	Fração de resíduos biodegradáveis (BMW) depositados em aterros sanitários em relação à base de comparação a 1995	%
2	Resíduos de embalagens de reciclagem e valorizados	%
3	Taxa de reciclagem	%
Geração de resíduos		
4	Produção de RSU anual <i>per capita</i> ou produção de RSU diária <i>per capita</i>	kg/per capita ou kg/per capita.dia
5	Taxa de montante total do aumento de geração de RSU: Taxa atual ano - Taxa de aumento do ano passado = Taxa no ano passado	%
Composição de resíduos		
6	Porcentagem de componentes específicos de RSU (vidro, metal, material orgânico, papel, plástico, etc)	%
Transferência, coleta e armazenamento de resíduos		
7	População coberta pelo serviço de coleta de RSU	%
8	População coberta pelo serviço de coleta de resíduos de embalagem	%
9	População coberta pelo serviço de coleta de resíduos orgânicos	%
10	Relação entre o quilômetro executado e a quantidade de resíduos coletados	km/t
11	Percentual da frota de veículos que utilizam qualquer tipo de combustível renovável	%
Indicadores de tratamento de resíduos		
12	Quantidade de RSU tratados <i>per capita</i>	t/dia
13	Total de capacidade instalada de energia elétrica para a produção de energia proveniente de fontes renováveis	MW
Instalações de valorização de materiais (MRF)		
14	Capacidade total de MRF <i>per capita</i>	t/per capita
15	Quantidade total de RSU processado em um MRF <i>per capita</i>	t/per capita
16	Porcentagem do total coletado RSU que é tratada no MRF por ano	%
17	Quantidade de resíduo gerado no MRF <i>per capita</i>	t/per capita
18	Valor de resíduos reciclados	R\$
Instalações de compostagem		
19	Capacidade total das instalações de compostagem <i>per capita</i>	t/per capita
20	Porcentagem do total coletado RSU que é tratada nas instalações de compostagem por ano	%
21	Quantidade total de resíduos tratados em instalações de compostagem por ano	t/ano
22	Quantidade de resíduos gerados nas instalações de compostagem <i>per capita</i>	t/per capita
23	Quantidade de adubo vendido <i>per capita</i>	kg adubo vendido/per capita
Instalações de digestão anaeróbia (AD) (tratamento da fração orgânica dos resíduos)		

sólidos urbanos)		
24	Capacidade total das instalações AD <i>per capita</i>	t/per capita
25	Porcentagem do total coletado RSU que é tratada em instalações de digestão anaeróbia por ano	%
26	Quantidade total de resíduos tratados em instalações AD por ano	t/ano
27	Quantidade total de resíduos gerados em instalações AD <i>per capita</i>	t/per capita
28	Quantidade de adubo vendido <i>per capita</i>	kg/per capita
Instalações de tratamento biológico mecânico (MBT)		
29	Capacidade total de MBT <i>per capita</i>	t/per capita
Instalações de tratamento térmico (TTF)		
30	Capacidade total de TTF <i>per capita</i>	t/per capita
Eliminação de resíduos		
31	Quantidade total de RSU depositados em aterros <i>per capita</i>	t/per capita. ano
32	Número de aterros não controlados <i>per capita</i>	unidades
33	Porcentagem de população atendida por aterros sanitários	%
34	Expectativa de vida disponível de aterros	m ³ capacidade/m ³ entrada resíduos por ano
35	Custo médio por RSU coletados	R\$/t
36	Custo médio por RSU tratados	R\$/t
37	Despesas gastas na gestão de resíduos per capita	R\$/ per capita
Indicadores de consciência ambiental		
38	Número de eventos de sensibilização ambiental e porcentagem da população atingida	unidades e %
39	Cobertura das campanhas ambientais lançadas :	% Número total de campanhas
	Cobertura da População = $\frac{\text{Número de campanhas} \times \text{Cobertura da população}}{\text{Número total de campanhas}}$	
Indicadores de fluxos de resíduos especiais		
40	Quantidade de REEE, em geral, recolhidos <i>per capita</i>	t/per capita
41	Quantidade de REEE de reutilização/reciclagem	%
42	Montante global de resíduos de construção e demolição coletados <i>per capita</i>	t/per capita
43	Quantidade de resíduos de construção e demolição de reutilização/reciclagem	%
44	Quantidade de óleos usados, em geral, recolhidos <i>per capita</i>	t/per capita
45	Quantidade de resíduos de óleos de reutilização/reciclagem	%
46	Quantidade de resíduos de pilhas, em geral, coletadas <i>per capita</i>	t/per capita
47	Quantidade de resíduos de pilhas de reutilização/reciclagem	%
48	Montante global de veículos, em fim de vida, coletados <i>per capita</i>	t/per capita
49	Quantidade de veículos, em fim de vida, reutilizados/recicladados	%

Nota: BMW (*Biodegradable Municipal Waste*) - Resíduos municipais biodegradáveis; MRF (*Material Recovery Facilities*) - Instalações de recuperação de materiais; AD (*Anaerobic Digestion*) - Digestão anaeróbia; MBT (*Mechanical Biological Treatment*) - Tratamento Biológico Mecânico; TTF (*Thermal Treatment Facilities*) - Instalações de Tratamento Térmico; WEEE (*Waste Electrical & Electronic Equipment*) - Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE)

Fonte: Euroconsultants (2010) - Traduzido pela autora

Anexo O: Indicadores propostos pelo Ministry of Urban Development, Government of India - MOUD (2010)

Indicadores		Unidade de medida
1	Taxa de cobertura dos serviços de coleta de RSU domiciliares (porta a porta)	%
2	Taxa de eficiência da coleta de RSU	%
3	Taxa de eficiência da segregação de RSU	%
4	Taxa de resíduos RSU recuperados/reciclados	%
5	Taxa de eliminação correta de RSU em aterros	%
6	Taxa de recuperação de custos com serviços de RSU	%
7	Taxa de eficiência no atendimento de reclamações dos clientes (24hs)	%
8	Taxa de eficiência na cobrança de taxas de RSU	%

Fonte: MOUD (2010) - Traduzido pela autora

Anexo P: Indicadores propostos por Munizaga Plaza e Lobo García de Cortázar -
Metodologia Garbometer (2013)

Indicadores de eficácia e eficiência do subsistema de coleta e transporte de resíduos				
Critério	Subcritério	Indicadores		Unidade de medida
Eficácia	Participação do público na separação de resíduos	Grau de fraccionamento	Quantidade de material bruto separado (kg) / Quantidade total de resíduos recolhidos (kg) *100	%
		Grau de separação na fonte	Quantidade de resíduos recolhidos (kg) / Quantidade de resíduos gerados (kg) *100	%
		Grau de pureza dos materiais separados	Quantidade de resíduos corretamente separado pelos cidadãos (kg) / Quantidade de resíduos brutos recolhidos (kg) *100	%
	Cobertura do serviço	Taxa de população atendida	Quantidade de população atendida pelo serviço de coleta de resíduos (Nº) / Quantidade de população total residente (Nº) *100	%
		Volume de depósitos disponíveis	Quantidade de volumes (contêineres) que cada habitante dispõe para depositar seus resíduos da semana. (Fórmula)	L/hab/semana
		Disponibilidade de serviço	Mede as perdas na disponibilidade do serviço provocadas por paradas não programadas. Quantidade de tempo em que o serviço de coleta e transporte de resíduos está funcionando realmente. Nº horas paradas / Nº horas totais trabalhadas *100 (Fórmula)	%
		Raio médio de cobertura	Distância média que a população residente percorre até os depósitos (contêineres ou caixas de coleta) para depositar seus resíduos (m)	m
	Percepção de serviço	Número de reclamações por 1.000 habitantes	Número total de reclamações apresentadas à administração referente à coleta e transporte dos resíduos (Nº) / População total atendida (hab) * 1.000	rec/1.000 hab
		Tempo médio de resposta às reclamações	Quantidade de tempo necessário para a resposta da gestão às reclamações referentes à recolha e transporte de resíduos (dias) / Número de reclamações apresentadas	dia
	Conformidade com o quadro regulamentar ambiental	Grau de inconformidade ambiental	Número de atuações de descumprimento à legislação ambiental (ar, água e solo) detectados / Número de inspeções realizadas na coleta e transporte de resíduos	%
		Grau de utilização	Quantidade de resíduos coletados (m³) / Capacidade dos contêineres,	%

	Utilização de instalações e equipamentos		veículos de coleta e transporte , estações de transferência (m ³) (Fórmula)	
		Intensidade de deslocamento	Distância total percorrida pelos veículos de coleta e transporte (km) / Quantidade total de resíduos coletados (t)	km/t
		Carregamento de resíduos transportados por esvaziamento	Quantidade de resíduos coletados (t) / Número total de recipientes (contêineres ou caixas coletoras) esvaziados	kg/esvaziamento
		Frequência anual de lavagem de contentores e / ou caixas	Frequência anual de lavagens realizada dos contêineres ou caixas coletoras (Nº lavagem) / Quantidade de resíduos coletados (t)	lavagem
Utilização dos recursos energéticos	Intensidade energética	Quantidade de energia (combustíveis) usados nos veículos ou instalações de coleta de resíduos (L ou m ³) / Quantidade de resíduos coletados (t) Fórmula	kWh/t	
Eficiência	Controle dos impactos ambientais	Intensidade das emissões de gases de efeito estufa	Quantidade de emissões CO ₂ eq gerados pela coleta e transporte de resíduos (t CO ₂ eq) / Quantidade de resíduos coletados (t)	tCO ₂ eq/t
		Intensidade de uso da água	Volume total de água utilizada na limpeza de contêineres, veículos e instalações de coleta e transporte de resíduos (L) / Quantidade de resíduos coletados (t)	L/t
		Intensidade de uso do solo	Superfície aproximada utilizada por contêineres e instalações (m ²) / Quantidade de resíduos coletados (t)	m ² /t
	Utilização de recursos económicos	O custo total por tonelada	Custo total de operação e manutenção dos processos envolvidos na coleta e transporte de resíduos (R\$) / Quantidade de resíduos coletados (t)	R\$/t
		Custo total per capita	Custo total de operação e manutenção dos processos envolvidos na coleta e transporte de resíduos (R\$) / População atendida (hab.)	R\$/hab
		Porcentagem do custo coberto pelo cidadão	Custo total pago pelos cidadãos (R\$) / Custo total de operação e manutenção na coleta e transporte de resíduos (R\$)	%
	Utilização de recursos humanos	Pessoas diretamente envolvidas por cada 1.000 toneladas	Número de trabalhadores envolvidos diretamente na coleta e transporte de resíduos (trab.) / Quantidade de resíduos coletados (t) *1.000	trab/1.000 t
		Desempenho no trabalho	Quantidade de resíduos coletados (t) / Quantidade de horas efetivas de trabalho (h)	t/h

Eficácia	Cumprimento dos objetivos de reciclagem	Taxa de recuperação de materiais	Quantidade de material reciclado e recuperado efetivamente nas instalações (t) / Quantidade total de material no fluxo de entrada nas instalações (t) *100 (Fórmula)	%
		Conteúdo impróprio	Quantidade total de impróprios (indesejados) presentes no material recuperado (t) / Quantidade total de material recuperado nas instalações (t) *100 (Fórmula)	%
	Cobertura do serviço	Disponibilidade de serviço	Mede as perdas na disponibilidade do serviço provocadas por paradas não programadas. Quantidade de tempo em que o serviço das instalações de recuperação e reciclagem de resíduos está funcionando realmente. N° de horas de tempo de inatividade não programada, falhas e / ou ajustes / N° horas disponíveis de serviços *100 (Fórmula)	%
	Percepção do serviço	Número de reclamações por cada 1.000 habitantes	Número total de reclamações apresentadas à administração referente à recuperação e reciclagem dos resíduos (N°) / População total atendida (hab) * 1.000	rec/1.000 hab
		Tempo médio de resposta às reclamações	Quantidade de tempo necessário para a resposta da gestão às reclamações referentes à recuperação e reciclagem de resíduo (dias) / Número de reclamações apresentadas	dia
	Conformidade com o quadro regulamentar ambiental	Grau de inconformidade ambiental	Número de atuações de descumprimento à legislação ambiental (ar, água e solo) detectados / Número de inspeções realizadas na recuperação e reciclagem de resíduos	%
Eficiência	Utilização de instalações e equipamentos	Grau de utilização	Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (m³) / Capacidade da planta das instalações (m³) (Fórmula)	%
	Utilização dos recursos energéticos	Intensidade energética	Quantidade de energia (combustíveis) usados nas instalações de recuperação e reciclagem (L ou m³) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (t) Fórmula	kWh/t
		Intensidade das emissões de gases de efeito estufa	Quantidade de emissões CO2eq geradas nas instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (t CO2eq) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	tCO2eq/t

	Controle dos impactos ambientais	Intensidade de uso da água	Volume total de água utilizada nas instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (L) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	L/t	
		Intensidade de água contaminada gerada	Volume total de água contaminada gerada nas instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (L) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	L/t	
		Intensidade de uso do solo	Superfície aproximada utilizada pelas instalações de recuperação e reciclagem (m ²) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	m ² /t	
	Utilização de recursos económicos	O custo total por tonelada	Custo total de operação e manutenção envolvidos nas instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (R\$) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	R\$/t	
		Custo total per capita	Custo total de operação e manutenção envolvidos nas instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (R\$) / População atendida (hab)	R\$/hab	
	Utilização de recursos humanos	Pessoas diretamente envolvidas por cada 1.000 toneladas	Número de trabalhadores envolvidos diretamente nos processos das instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (trab.) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t) *1.000	trab/1.000 t	
		Desempenho no trabalho	Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de recuperação e reciclagem de resíduos (t) / Quantidade de horas efetivas de trabalho (h)	t/h	
	Eficácia	Cumprimento dos objetivos de recuperação de energia	Percentagem de resíduos valorizados energeticamente	Quantidade total de resíduos que entraram nas instalações de valorização energética (t) / Quantidade total de resíduos gerados nas instalações (t) *100	%
		Cobertura do serviço	Disponibilidade do serviço	Mede as perdas na disponibilidade do serviço provocadas por paradas não programadas. Quantidade de tempo em que o serviço das instalações de valorização energética de resíduos está funcionando realmente. N° de horas de tempo de inatividade não programada (falhas e/ou ajustes) / N° horas disponíveis de serviços *100 (Fórmula)	%
		Número de reclamações por cada 1.000 habitantes	Número total de reclamações apresentadas à administração referente à valorização energética	rec/1.000 hab	

	Percepção de serviço		dos resíduos (Nº) / População total atendida (hab) * 1.000	
		Tempo médio de resposta às reclamações	Quantidade de tempo necessário para a resposta da gestão às reclamações referentes à valorização energética de resíduos (dias) / Número de reclamações apresentadas	dia
	Conformidade com o quadro regulamentar ambiental	Grau de inconformidade ambiental	Número de atuações de descumprimento à legislação ambiental (ar, água e solo) detectados / Número de inspeções realizadas nas instalações de valorização energética de resíduos	%
Eficiência	Utilização de instalações e equipamentos	Grau de utilização	Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de valorização energética (m³) / Capacidade da planta das instalações (m³) (Fórmula)	%
	Utilização dos recursos energéticos	Intensidade energética	Quantidade de energia (combustíveis) utilizados nas instalações de valorização energética (L ou m³) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de valorização energética (t) Fórmula	kWh/t
		Intensidade de energia gerada	Quantidade de energia elétrica ou térmica gerada nas instalações de valorização energética (kWh) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de valorização energética (t)	kWh/t
	Controle dos impactos ambientais	Intensidade de emissões de gases de efeito estufa	Quantidade de emissões CO2eq geradas nas instalações de valorização energética de resíduos (t CO2eq) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	tCO2eq/t
		Intensidade de uso da água	Volume total de água utilizada nas instalações de valorização energética de resíduos (L) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	L/t
		Intensidade de água contaminada gerada	Volume total de água contaminada gerada nas instalações de valorização energética de resíduos (L) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	L/t
		Percentual do material rejeitado gerado	Quantidade total de material rejeitado (em caso de incineração, cinzas volante e escórias) gerados nas instalações de valorização energética de resíduos (t) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	%
		Intensidade de uso do solo	Superfície aproximada utilizada pelas instalações de valorização energética (m²) / Quantidade de	m²/t

			resíduos que entraram nas instalações (t)	
Utilização de recursos económicos		O custo total por tonelada	Custo total de operação e manutenção envolvidos nas instalações de valorização energética de resíduos (R\$) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	R\$/t
		Custo total per capita	Custo total de operação e manutenção envolvidos nas instalações de valorização energética de resíduos (R\$) / População atendida (hab.)	R\$/hab
	Utilização de recursos humanos	Pessoas diretamente envolvidas por cada 1.000 toneladas	Número de trabalhadores envolvidos diretamente nos processos das instalações de valorização energética de resíduos (trab.) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t) *1.000	trab/1.000 t
		Desempenho no trabalho	Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de valorização energética de resíduos (t) / Quantidade de horas efetivas de trabalho (h)	t/h
Eficácia	Cumprimento de metas de eliminação de resíduos	Percentual de resíduos eliminados	Quantidade total de resíduos que entraram nas instalações de eliminação (aterros) (t) / Quantidade total de resíduos gerados (t) *100	%
		Percentagem de resíduos biodegradáveis dispostos em aterro	Quantidade total de resíduos biodegradáveis recebidos no aterro (resíduos domésticos, papel, poda, jardins, madeira, etc) (t) / Quantidade total de resíduos depositados no aterro (t) *100	%
		Percentual de resíduos depositados em aterro sem tratamento prévio	Quantidade de resíduos depositados no aterro sem um tratamento prévio (t) / Quantidade de resíduos depositados no aterro (t) *100	%
		Percentual de resíduos eliminados incontrolavelmente	Quantidade de resíduos depositados incontrolavelmente no aterro (t) / Quantidade de resíduos gerados (t) *100	%
	A cobertura de serviço	Disponibilidade de serviço	Mede as perdas na disponibilidade do serviço provocadas por paradas não programadas. Quantidade de tempo em que o serviço das instalações de eliminação de resíduos está funcionando realmente. Nº de horas de tempo de inatividade não programada, falhas e/ou ajustes / Nº horas disponíveis de serviços *100 (Fórmula)	%
		Número de reclamações por	Número total de reclamações apresentadas à administração referente à eliminação dos resíduos	rec/1.000 hab

	Percepção de serviço	1.000 habitantes	(Nº) / População total atendida (hab) * 1.000	
		Tempo médio de resposta às reclamações	Quantidade de tempo necessário para a resposta da gestão às reclamações referentes à eliminação de resíduos (dias) / Número de reclamações apresentadas	dia
	Conformidade com o quadro regulamentar ambiental	Grau de inconformidade ambiental	Número de autuações de descumprimento à legislação ambiental (ar, água e solo) detectados / Número de inspeções realizadas nas instalações de eliminação de resíduos	%
Eficiência	Utilização de instalações e equipamentos	Grau de utilização	Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de eliminação (m ³) / Capacidade da planta das instalações (m ³) (Fórmula)	%
		A intensidade energética	Quantidade de energia (combustíveis) utilizados nas instalações de eliminação (L ou m ³) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de eliminação (t) Fórmula	kWh/t
	Utilização dos recursos energéticos	Intensidade de energia gerada	Quantidade de energia elétrica ou térmica gerada nas instalações de tratamento de biogás (kWh) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de eliminação (t)	kWh/t
		Emissões de intensidade de gases de efeito estufa	Quantidade de emissões CO ₂ eq geradas nas instalações de eliminação de resíduos (t CO ₂ eq) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	tCO ₂ eq/t
	Controle dos impactos ambientais	Intensidade de uso da água	Volume total de água utilizada nas instalações de eliminação de resíduos (L) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	L/t
		Intensidade de água contaminada gerado	Volume total de água contaminada gerada nas instalações de eliminação de resíduos (L) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t)	L/t
		Porcentagem de volume de chorume gerado vs. Precipitação	Mede a idoneidade das práticas operacionais dos aterros para evitar contaminação das águas. Volume de lixiviado gerado no aterro (L) / Volume de água da chuva recebida sobre a superfície (L) (Fórmula)	%
		Intensidade de uso do solo	Superfície aproximada utilizada pelas instalações de eliminação (m ²) / Quantidade de resíduos que	m ² /t

			entraram nas instalações (t)	
Utilização de recursos económicos	O custo total por tonelada	Custo total de operação e manutenção envolvidos nas instalações de eliminação de resíduos (R\$) / Quantidade de resíduos que entram nas instalações (t)		R\$/t
	Custo total per capita	Custo total de operação e manutenção envolvidos nas instalações de eliminação de resíduos (R\$) / População atendida (hab)		R\$/hab
Utilização de recursos humanos	Pessoas diretamente envolvidas por cada 1.000 toneladas	Número de trabalhadores envolvidos diretamente nos processos das instalações de eliminação de resíduos (trab.) / Quantidade de resíduos que entraram nas instalações (t) *1.000		trab/1.000 t
	Desempenho no trabalho	Quantidade de resíduos que entraram nas instalações de eliminação de resíduos (t) / Quantidade de horas efetivas de trabalho (h)		t/h

Fonte: MUNIZAGA PLAZA (2016)

Anexo Q: Indicadores propostos por Cifrian *et al.* (2015)

Indicadores	
Indicadores básicos gerais	
1	Geração de RSU
2	Tratamento de RSU
3	Taxa de reciclagem de papel e cartão e vidro
4	Taxa de recuperação de plástico, metal e embalagens de resíduos de madeira
5	Produção e destino do lodo de esgoto
6	Gestão de resíduos perigosos
Indicadores específicos	
7	Geração de resíduos
8	Tratamento de Resíduos de Construção e Demolição
9	Tratamento de Pneus Usados
10	Produção e destino do lodo de esgoto
11	Recolha e Reciclagem de Resíduos de Embalagens por um Sistema de gestão Integrada
12	Tratamento de resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos
13	Quantidade de resíduos de óleos recolhidos nos Pontos de coleta Municipais
14	Gestão de estrume e chorume
15	Descontaminação de solos contaminados
16	Gerenciamento de escavação de terras
17	Taxa de venda de adubo
18	Energia a partir de resíduos
19	Taxa de deposição de resíduos biodegradáveis
20	Disposição em aterros
21	Instalação de Pontos de Coleta Municipais
22	Instalação de Aterros
Indicadores transversais de ecoeficiência	
23	Variáveis sociais relacionadas à geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)
24	Ecoeficiência da Geração de Resíduos Sólidos Municipais (RSU)
25	Intensidade relativa aos resíduos perigosos e não perigosos (HW e NHW) gerados das empresas/indústrias
26	Ecoeficiência da geração de resíduos perigosos e não perigosos (HW e NHW) das empresas/indústrias
27	Intensidade do emprego da geração de resíduos perigosos e não perigosos (HW e NHW) das empresas/indústrias

Fonte: Cifrian *et al.* (2015) - Traduzido pela autora

Anexo R: Indicadores propostos pela ISO 37.120:2014 tema Resíduos Sólidos
(2014)

Indicadores		
1	Indicadores Principais	Porcentagem da população com coleta regular de resíduos sólidos (residencial)
2		Total de resíduos sólidos urbanos coletados per capita
3		Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que é reciclado
4	Indicadores de Apoio	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que é depositado em aterros sanitário
5		Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que é incinerado
6		Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que é queimado a céu aberto
7		Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que é depositado em lixão
8		Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que é descartado por outros meios
9		Geração de resíduos perigosos per capita
10		Porcentagem de resíduos urbanos perigosos que são reciclados

Fonte: ISO 37.120 (2014)

Anexo S: Indicadores propostos por Parekh *et al.* (2014)

Indicadores	
COBERTURA	
1	Porcentagem da área coberta pela coleta de resíduos
2	Sistema separado para a coleta de resíduos não domésticos (Resíduos Biomédicos, Construção e Demolição, Hotel, Supermercados, Animais mortos)
3	Trabalhadores afetados por população (per capita)
4	Número de varredores por supervisor
5	Porcentagem de comparecimento médio
6	Aspectos ambientais
7	Número de locais de armazenamento de resíduos (contêineres) por população (percapita)
8	Porcentagem da eficácia da coleta
TRANSPORTE	
9	Veículos destinados para transporte de resíduos por 100 toneladas
10	Número médio de viagens para aterros por veículo por dia
11	Eficiência na coleta de resíduos = Quantidade coletada resíduos / Capacidade nominal do veículo
12	Pessoal destacado para o transporte de resíduos / 100 toneladas
13	Nível de atendimento dos motoristas
14	Média de viagens por motorista por dia
15	Média de consumo de diesel por tonelada por Km de resíduos transportados
16	Porcentagem do veículo de reposição
DESCARTE	
17	Proporção de resíduos descartados de forma ambientalmente correta
18	Percentual de resíduos recebidos nos aterros por dia
19	Funcionários locais de descarte por cada 100 toneladas de resíduos dispostos
20	Veículos em locais de descarte por 100 toneladas de resíduos dispostos
21	Desempenho do tratamento (usina de compostagem, energia, planta de RDF, tijolos ecológicos)
22	Número de instalações de eliminação e tratamento de descartes por 100 km ²
23	Modo de funcionamento do sistema de gestão de resíduos sólidos
RECLAMAÇÃO CONSUMIDOR	
24	Número total de reclamações recebidas por dia por população
25	Percentual de reclamações atendidas
26	Porcentagem de privatização das atividades de coleta
27	Número total de reclamações recebidas por violação da regra MSW 2000 e outras normas de poluição
CUSTO UNITÁRIO	
28	Custos de implantação por tonelada de resíduo descartado
29	O & M (operação e manutenção) do custo por tonelada de resíduo descartado
30	Custo operacional total por tonelada de resíduo descartado
31	Custo total por tonelada de resíduo descartado
32	Custo total por dia per capita
RESULTADOS	
33	Nível de limpeza
34	Capacidade de resposta às reclamações dos consumidores
35	Satisfação geral dos cidadãos com os serviços
36	Incidências de doenças por 1000 habitantes
37	Frequência de atividades IEC e seu sistema de monitoramento:
SEGREGAÇÃO, RECUPERAÇÃO, RECICLAGEM	
38	Porcentagem da quantidade total - segregação na fonte
39	Porcentagem da quantidade total - segregação na estação de tratamento
40	Porcentagem da quantidade total - reciclada
41	Porcentagem da quantidade total - recuperada

ASPECTOS AMBIENTAIS	
42	Monitoramento águas subterrâneas nos aterros
43	Monitoramento das águas subterrâneas dentro de um raio de 5 Km
44	Monitoramento da qualidade do ar no local dos aterros (metano, CO ₂ , SPM)

Fonte: Parekh *et al.* (2014)

Anexo T: Indicadores propostos por Greene e Tonjes (2014)

Indicadores		Unidade de medida
Quantidades de resíduos		
1	Tonnedas recicladas	T
2	Toneladas dispostas em aterros	T
3	Toneladas desviadas de aterros	T
Porcentagens		
4	Taxa de reciclagem	%
5	Taxa de eliminação em aterros	%
6	Taxa de desvios de aterros	%
Taxas per capita		
7	Reciclagem per capita	t/hab
8	Disposição em aterro per capita	t/hab
9	Desvio per capita	t/hab
Análise de saídas (LCA)		
10	Economia de energia	BTU
11	Emissões de GEEE (gases de efeito estufa)	MTCO ₂ E Mt CO ₂ eq

Fonte: Greene e Tonjes (2014)

Anexo U: Indicadores propostos pelo ADB - Asian Development Bank, People's Republic of China (2014)

	Indicadores	Unidade de medida
1	Intensidade de geração de resíduos perigosos	t / unid. PIB
2	Intensidade da produção de resíduos sólidos industriais	t / unid. PIB
3	Intensidade geração de lixo doméstico municipal	t / unid. PIB
4	Taxa de eliminação segura de resíduos perigosos	%
5	Taxa de eliminação de resíduos domésticos urbanos	%
6	Taxa de utilização de resíduos sólidos industriais	%

Fonte: ADB (2014)

Anexo V: Indicadores propostos por Sanjeevi e Shahabudeen (2015)

Indicadores		Unidade de medida	Atividade a ser medida	Frequência Relatórios
1	Custo de Despesas	R\$/tonelada métrica de resíduos	Custo incorrido (homem-hora, combustível, manutenção e rateio de custos one-time etc.) para a recolha de resíduos sólidos das famílias, parques etc.	Mensal
2	Custo de Transporte	R\$ / tonelada métrica de resíduos (custo total incorrido/ tonelagem total transportada)	Custo incorrido (homem-hora, combustível, manutenção e rateio de custos one-time etc.) para o transporte de resíduos sólidos de caixas de rua ao dumping quintal (nós sorvedouros)	Mensal
3	Percepção Social	Percentuais (cidadãos satisfeitos com serviço de coleta de resíduos / Total cidadãos)	Satisfação dos cidadãos, a ser medida com base em pesquisa com o tamanho da amostra estatisticamente significativa	Trimestral
4	Participação Social	Percentuais (cidadãos fazendo a separação de resíduos / Total de cidadãos)	Número de casas que adotam a separação de resíduos a nível doméstico	Trimestral
5	Impacto Ambiental	Porcentagem (resíduos reciclados/ resíduos total)	Quantidade de resíduos que são reciclados	Trimestral

Fonte: Sanjeevi e Shahabudeen (2015)

Anexo W: Indicadores propostos por Hotta *et al* (2015)

Indicadores		Unidade de Medida
1	Geração de RSU	Total de resíduos sólidos gerados e descartados- t
2	Geração de RSU per capita	t
3	Taxa de reciclagem e de destino	%
4	Taxa de reciclagem de componentes individuais de RSU	%
5	Quantidade de resíduos perigosos gerados e dispostos de forma ambientalmente corretos	t
6	Indicadores baseados em fluxo de materiais e produtividade (contabilidade ambiental)	contabilidade ambiental
7	Quantidade de biomassa agrícola	t
8	Quantidade de resíduos marinhos e costeiros (plásticos)	t
9	Quantidade de e-resíduos (REEEs), eliminação e reciclagem. Existência de políticas e diretrizes para a gestão dos resíduos eletroeletrônicos	t
10	Existência de políticas, diretrizes e regulamentos baseados no princípio EPR (Responsabilidade Estendida do Produtor)	Responsabilidade Estendida do Produtor
11	Gases do Efeito Estufa (GEE), emissões do setor de resíduos	GEE

Fonte: Hotta *et al.* (2015)

Anexo X: Indicadores propostos por Wilson *et al.* (2015)

Nº	Número	Categoria	Indicadores	Unidade de Medida
1		Coleta de resíduos (saúde pública)	1.1 Cobertura da coleta de resíduos	% de famílias que tem acesso a serviço de coleta de resíduos de confiança
2			1.2 Resíduos captados pelo sistema	% de RSU gerado que é entregue nas instalações de tratamento/eliminação oficial ou para uma fábrica de reciclagem
3			Qualidade do serviço de coleta de resíduos	% da satisfação com o serviço de coleta de resíduos
4	Componentes físicos	Controle ambiental - tratamento e eliminação de resíduos	Controle de tratamento e eliminação	% de RSU para que vai para, pelo menos, um local "controlado"
5				Qualidade da proteção do ambiente no tratamento e eliminação de resíduos
6		Valor de Recursos - 3Rs: Reduzir, reutilizar, reciclar	Taxa de reciclagem	% do total de resíduos sólidos urbanos gerados que é reciclado, como materiais ou como produtos orgânicos
7				Qualidade dos 3Rs (Reduzir, reutilizar, reciclar) na disposição
8		Inclusão	Inclusão do usuário	% de inclusão do usuário no processo
9				Inclusão do fornecedor (prestadores de serviços)
10		Sustentabilidade Financeira	Sustentabilidade financeira	% de auto sustentabilidade financeira
11		Instituições sólidas, políticas pró-ativas	Adequação da estrutura nacional de gestão dos resíduos	% de atendimento à estrutura nacional vigente
12				Coerência institucional local

Fonte: Wilson *et al.* (2015) - Traduzido pela autora

Anexo Y: Indicadores propostos por ElSaid e Aghezzaf (2018)

Indicadores	
Indicadores gerais	
1	Taxa anual de crescimento da população da cidade
2	Crescimento do produto interno per capita
3	Proporção da população vivendo abaixo de U\$1,25 ao dia
4	Número de habitantes por km ²
5	Quantidade municipal resíduos gerados per capita por dia (kg)
6	Emissões de gases de efeito estufa (CO ₂ , CH ₄ , etc.) per capita
7	Nível de consciência
8	Existência e implantação de plano de gestão de resíduos sólidos e legislação
9	Transparência e prestação de contas
Coleta e classificação	
10	Porcentagem de coletados desperdício por quantidade total de resíduos gerados
11	Porcentagem de residências cobertas por resíduos serviços de gestão
12	Porcentagem de recuperação dos gastos com serviços de coleta pela venda de resíduos
13	Porcentagem de custos recuperáveis após a classificação desperdício (devido à venda recicláveis)
Reciclagem	
14	Porcentagem de separados resíduos na fonte
15	Porcentagem de resíduos reciclados, excluindo composto
16	Instalação de pontos de reciclagem em municipalidades com mais de 5000 habitantes
Compostagem	
17	Porcentagem dos resíduos compostados
18	Demanda vs oferta de compostagem (taxa de venda de composto)
19	Qualidade da compostagem
Recuperação de energia	
20	Porcentagem dos resíduos utilizados em recuperação energética (incineração, digestão anaeróbica, gaseificação, etc.)
21	Porcentagem de energia gerado a partir dos resíduos da cidade
22	Valor médio de calor dos resíduos indo para geração de energia (kJ/kg)
Aterro	
23	Porcentagem de resíduos dispostos em lixões abertos ou queimados abertamente
24	Porcentagem de resíduos dispostos em aterros sanitários
25	Outros resíduos depositados em aterros mistos (industrial, hospital, construção, etc.)
26	Biogás coletado de aterros
27	Gestão de aterros sanitários (longe da superfície e massa de água, longe de centros populacionais, capa diária, gestão do lixiviado)

Fonte: ElSaid e Aghezzaf (2018)

APÊNDICE

APÊNDICE A - Definição da importância das dimensões da sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Porto Velho e dos indicadores propostos pela autora

Esta é uma pesquisa dirigida à especialistas com a finalidade de definir ordem de prioridade para critérios de pesos e aprovação dos indicadores selecionados para a avaliação da sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no município de Porto Velho, podendo a metodologia proposta nesta ser replicada à municípios da região Norte com características semelhantes.

Os resultados serão utilizados na tese de Doutorado intitulada "Índice para a avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Porto Velho - RO: um olhar orientado à sustentabilidade", de autoria da doutoranda Maria Aparecida Lopes Urgal do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Desde já agradeço pela sua colaboração.

1. As dimensões da sustentabilidade possuem o mesmo grau de importância? Se não, quais são os pesos que você atribui a cada uma delas, de modo que a soma dos pesos seja 100%?

Ambiental

Econômica

Social

Político/ Institucional

2. Você concorda com os indicadores apresentados a seguir, propostos nesta pesquisa pela autora?

Sim
Não

Dimensão	Indicadores
(1) Ambiental	(1) Forma de Disposição final
	(2) Grau de recuperação das áreas de lixões
	(3) Ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados
	(4) Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades de disposição final de resíduos
	(5) Existência de aterro para resíduos inertes (resíduos de construção e demolição)
	(6) Grau de reciclagem dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público
	(7) Existência de centro de triagem e compostagem
	(8) Reciclagem de resíduos degradáveis em composto orgânico
(2) Econômica	(9) Percentual autofinanciado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município
	(10) Percentual do orçamento do município destinado aos serviços de limpeza pública
(3) Social	(11) Existência de catadores de materiais recicláveis dispersos na cidade
	(12) Existência de catadores no lixão/ aterro
	(13) Catadores organizados (cooperativas, associações)
	(14) Políticas públicas de apoio ou de orientação às pessoas que atuam com RSU
	(15) Variação da geração per capita de RSU
(4) Política/ Institucional	(16) Grau de estruturação da GRSU na administração pública municipal
	(17) Grau de capacitação dos funcionários atuantes na GRSU
	(18) Existência de ações de fiscalização relacionadas à GRSU promovidas pelo poder público municipal
	(19) Grau de execução do Plano Municipal de GRSU vigente
	(20) Existência de uma legislação específica para a gestão dos RSU no município
	(21) Satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/frequência/ horário)
	(22) Existência de informações sobre a GRSU sistematizadas e disponibilizadas para a população
	(23) Recursos aplicados nos demais serviços de limpeza urbana
	(24) % da População atendida com os serviços de coleta seletiva (taxa de cobertura)
	(25) % da População atendida com os serviços de RSU no município (taxa de cobertura)
	(26) Frequência de coleta de RSU no município
	(27) Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da GRSU e produção mais limpa
(28) Existência de um canal de reclamação	

