

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Índice de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**  
**para Apoio à Decisão em Municípios**

**Andriani Tavares Tenório Gonçalves**

**ITAJUBÁ**

**2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Andriani Tavares Tenório Gonçalves**

**Índice de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**  
**para Apoio à Decisão em Municípios**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como requisito final para obtenção do Título de Doutor em Ciências em Engenharia de Produção.

Linha de Pesquisa: **Sistema de Produção e Logística**

Orientador: **Prof. Dr. Renato da Silva Lima**  
Coorientadora: **Prof.<sup>a</sup> Dra. Josiane Palma Lima**

**ITAJUBÁ**  
**2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

**Andriani Tavares Tenório Gonçalves**

**Índice de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**  
**para Apoio à Decisão em Municípios**

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Renato da Silva Lima (Orientador) - UNIFEI  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Josiane Palma Lima (Coorientadora) - UNIFEI  
Prof. Dr. Rui António R. Ramos – Universidade do Minho/Portugal  
Prof. Dr. Marcelo Montañó – USP/São Carlos  
Prof. Dr. Fabiano Leal – UNIFEI  
Prof. Dr. Rafael de Carvalho Miranda - UNIFEI

**ITAJUBÁ**

**2019**

# DEDICATÓRIA

*A DEUS, aos meus pais, Laércio Tenório e Márcia Maria, ao meu esposo Cristiano Gonçalves, minhas filhas Letícia e Larissa, e aos meus amigos pela força e apoio dados nesta fase da minha vida.*

## AGRADECIMENTOS

Às agências de fomento CNPq, FAPEMIG e CAPES pelo financiamento desta pesquisa.

Ao meu orientador Renato da Silva Lima que me conduziu durante todos estes anos transformando à minha maneira pensar, trocando ricas experiências de aprendizados acadêmicos e de vida, sempre me apoiando e compreendendo nos meus momentos difíceis.

A minha coorientadora, Josiane Palma Lima pelo conhecimento compartilhado permitindo o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os colegas do Grupo de Pesquisa de Logística e Transportes pela amizade e todo apoio nesta trajetória.

Ao meu amigo Ivan, pela sua humanidade, paciência e amizade, e minha grande amiga e professora Cristina Ross que foram decisivos para que eu pudesse concluir uma etapa deste processo.

E por fim, agradeço toda minha família e amigos que compartilharam cada tristeza e alegria ao longo destes anos, sempre me apoiando e levantado. E a DEUS, por permitir a conquista de mais esta etapa em minha vida colocando pessoas iluminadas em meu caminho.

# EPÍGRAFE

*“A vida é uma corrida que não se corre sozinho, que vencer não é chegar, é aproveitar o caminho, sentindo o cheiro das flores e apreendendo com as dores causadas por cada espinho.”*

Bráulio Bessa

## RESUMO

Os municípios em todo o mundo enfrentam um grande desafio na gestão integrada adequada dos resíduos sólidos (GIRS), devido principalmente ao processo de urbanização e industrialização, que tem aumentado a quantidade e diversidade dos resíduos gerados, tornando a gestão destes resíduos um processo complexo. Além disso, a relação da gestão com os aspectos políticos, econômicos, ambientais, sociais e culturais dos municípios exige o desenvolvimento de ferramentas adequadas, que auxiliem as cidades no entendimento destes aspectos e da inter-relação entre eles. Nesse sentido, os índices e indicadores se configuram como excelentes ferramentas, que podem auxiliar os administradores municipais a identificar os aspectos fortes e fracos da GIRS e a planejar as ações prioritárias, direcionando os investimentos públicos. Dentro deste contexto, esta pesquisa propôs a construção do Índice de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (IGIRS), utilizando o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Para o desenvolvimento do IGIRS foram identificados 56 indicadores (critérios) e 143 subcritérios, considerando os resíduos sólidos urbanos, de serviço de saúde e de construção civil, respeitando os limites da participação do poder público na gestão dos mesmos. Os indicadores foram agrupados em cinco dimensões: operacional, ambiental, político-econômico, educacional e social. O índice foi aplicado em municípios localizados no sul do Estado de Minas Gerais, atingindo o valor global igual a 0,49 (Santa Rita do Sapucaí), 0,58 (Pouso Alegre), 0,60 (Machado) e 0,70 (Três Corações), correspondendo a uma baixa eficiência na GIRS no município de Santa Rita do Sapucaí e nos demais municípios uma média eficiência. Estes resultados refletem, de maneira geral, a falta de programa de coleta seletiva, inclusão social, legislações específicas, práticas sustentáveis, capacitações e treinamentos dos funcionários, educação ambiental e integração entre as partes envolvidas na gestão (setor público, privado e população). A aplicação do índice permitiu identificar os aspectos que precisam ser melhorados e priorizados na GIRS, servindo como uma ferramenta de monitoramento e avaliação da gestão, fornecendo subsídios para implementação de políticas e estratégicas visando aumentar a eficiência da GIRS para um desenvolvimento sustentável.

**Palavras Chave:** Resíduos Sólidos Urbanos, Resíduos de Serviço de Saúde, Resíduos da Construção Civil, Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Indicadores, Índice, AHP.

## ABSTRACT

Municipalities around the world face a major challenge in proper integrated solid waste management, mainly due to the urbanization and the industrialization process, which have increased the amount and diversity of generated waste, making the management of the waste a complex process. In addition to that, the relation between the management and the political, economic, environmental, social and cultural aspects of the municipalities require the development of appropriate tools to help cities understand those aspects and the interrelationships between them. In this sense, indexes and indicators are excellent tools that can help municipal administrators to identify the strengths and weaknesses of the integrated solid waste management, to plan priority actions and to direct public investments. Within this context, this research proposed the construction of the Integrated Solid Waste Management Index (ISWMI), using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. For the development of the ISWMI, 56 indicators (criteria) and 143 sub-criteria were identified, considering the solid urban waste, the health service and the civil construction, respecting the limits of the participation of the government in their management. The indicators were grouped into five dimensions: operational, environmental, political-economic, educational and social. The index was applied in municipalities located in the south of Minas Gerais State, reaching a global value of 0.49 (Santa Rita do Sapucaí), 0.58 (Pouso Alegre), 0.60 (Machado) and 0.70 (Três Corações), corresponding to low efficiency in the integrated solid waste management in the municipality of Santa Rita do Sapucaí and, in the other municipalities, a medium efficiency. These results reflect, in a general way, the the lack of a selective collection program, social inclusion, specific legislation, sustainable practices, training and employee training, environmental education, and integration among management stakeholders (public, private, and the population). The application of the index allowed the identification of the aspects to be improved and prioritized in the integrated solid waste management, serving as a monitoring tool and management evaluation, providing subsidies for the implementation of policies and strategies aimed at increasing the efficiency of the integrated solid waste management for sustainable development.

**Keywords:** Urban Solid Waste, Healthcare Waste, Civil Construction Waste, Integrated Solid Waste Management, Indicators, Index, AHP.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Modelo de Estrutura Hierárquica.....	65
Figura 5.1 – Classificação da Pesquisa Científica em Engenharia de Produção.....	68
Figura 5.2 – Fluxograma das Etapas da Pesquisa.....	70
Figura 6.1 – Estrutura Hierárquica do IGIRS.....	73
Figura 6.2 – Estrutura Hierárquica do IGRSU .....	74
Figura 6.3 – Estrutura Hierárquica do IGRSS.....	75
Figura 6.4 – Estrutura Hierárquica do IGRCC.....	76
Figura 6.5 – Gráfico Comparativos dos Resultados do Grau de Importância por Grupo de Resíduos por Dimensão .....	100
Figura 7.1 – Localização Geográfica dos Municípios Selecionados.....	108
Figura 7.2 – Lixeiras de Coleta Seletiva e Individuais Usadas para RSU .....	110
Figura 7.3 – Veículo Utilizado para a Coleta dos RSS e Recipientes para o Acondicionamento do RSS nas Unidades de Saúde .....	111
Figura 7.4 – Depósitos Clandestinos de RCC na Área Urbana de Santa Rita do Sapucaí ....	112
Figura 7.5 –Terreno Utilizado como “Bota Fora” no Município .....	112
Figura 7.6 – Aterro Sanitário de Pouso Alegre/MG .....	114
Figura 7.7 – Recipientes para Acondicionamento dos Resíduos na Área Urbana e Rural Respectivamente.....	115
Figura 7.8 – Galpão e Caminhão da ACAMPA.....	116
Figura 7.9 – “Bota Foras” Clandestinos de Depósito de RCC.....	117
Figura 7.10 – Área de “Bota Fora” da Prefeitura Municipal de Pouso Alegre .....	117
Figura 7.11 – Aterro Sanitário do Município de Três Corações .....	121
Figura 7.12 – Galpão da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis.....	122
Figura 7.13 – Áreas de “bota-fora” de RCC Identificadas em Três Corações.....	123
Figura 7.14 – Resultados IGIRS Global para cada Município Estudado .....	133
Figura 7.15 – Resultados IGIRS Global por Dimensão para cada Município .....	134
Figura 7.16 – Resultados Obtidos para o IGIRS por Grupo para cada Município.....	135
Figura 7.17 – Resultados IGRSU Setorial por Dimensão.....	137
Figura 7.18 - Resultados IGRSS Setorial por Dimensão .....	139
Figura 7.19 - Resultados IGRCC Setorial por Dimensão .....	141
Figura 7.20 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 1 dos Valores dos Índices....	158
Figura 7.21 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 2 dos Valores dos Índices....	159

Figura 7.22 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 3 dos Valores dos Índices....	160
Figura 7.23 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 4 dos Valores dos Índices....	161
Figura 7.24 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 5 dos Valores dos Índices....	162
Figura 7.25 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 6 dos Valores dos Índices....	163
Figura 7.26 – Comparação entre o Cenários dos Valores do IGIRS Global.....	163

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Classificação dos Resíduos Sólidos quanto a sua Natureza ou Origem.....	28
Quadro 2.2 – Definição das Responsabilidades dos Geradores Públicos e Privados.....	32
Quadro 2.3 – Classificação dos RCC.....	41
Quadro 2.4 – Tratamento e Disposição Final por classe de RCC .....	42
Quadro 6.1 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no grupo de RSU .....	77
Quadro 6.2- Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no Grupo de RSS.....	83
Quadro 6.3 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no Grupo de RCC .....	88
Quadro 7.1– Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados por Grupo de RSU .....	123
Quadro 7.2– Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados do Grupo de RSS.....	125
Quadro 7.3– Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados do Grupo de RCC.....	126
Quadro 7.4 – Aspectos Fracos e Fortes Identificados na Gestão dos RSU .....	142
Quadro 7.5 - Aspectos Fracos e Fortes Identificados na Gestão dos RSS.....	144
Quadro 7.6 - Aspectos Fracos e Fortes Identificados na Gestão dos RCC.....	146
Quadro 7.7 - Síntese dos Cenários Simulados .....	151
Quadro 7.8 - Ações de Melhorias Prioritárias a Serem Implementação na GRSS.....	152
Quadro 7.9 – Ações de Melhorias Prioritárias a Serem Implementação na GRSU .....	152
Quadro 7.10 – Ações de Melhorias Prioritárias a Serem Implementação na GRCC .....	153
Quadro 7.11– Ações de Melhorias nas Dimensões Maior Grau de Importância do IGIRS ..	154
Quadro 7.12– Ações de Melhorias nos Indicadores de Maior Grau de Importância na Dimensão Operacional que Compõe o IGIRS.....	156
Quadro 7.13– Ações de Melhorias Prioritárias a Serem Implementação nas Dimensões .....	157
Quadro A.1– Quadro de Especialistas Consultados para as Matrizes RSU e RSS .....	180
Quadro A.2 – Quadro de Especialistas Consultados para as Matrizes RCC.....	181
Quadro 1– Lista de Indicadores para GIRS *.....	183

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Número de Artigos Publicados nas Bases Consultadas.....	23
Tabela 1.2 – Número de Artigos Publicados com a Combinação das Palavras-Chaves .....	24
Tabela 1.3 – Número de Artigos Publicados com a Combinação das Palavras-Chaves Aplicando Filtro de Busca.....	24
Tabela 4.1 – Escala de Julgamento de Importância do Método AHP .....	66
Tabela 4.2 – Índices Médios de Consistência Aleatória.....	67
Tabela 6.1 – Grau de Importância dos Grupos do IGIRS.....	95
Tabela 6.2 – Critérios do Grupo de RSU do IGIRS e respectivos Graus de Importância.....	96
Tabela 6.3 - Critérios do Grupo de RSS do IGIRS e respectivos Graus de Importância .....	97
Tabela 6.4 - Critérios do Grupo de RCC do IGIRS e respectivos Graus de Importância .....	98
Tabela 6.5 - Escala de Avaliação adotada para os Indicadores (Critérios e Subcritérios).....	102
Tabela 6.6 – Escala de Avaliação adotada para os Indicadores (Critérios e Subcritérios)....	102
Tabela 6.7 – Escala de Avaliação para o Subcritério Geração de RSU do Grupo RSU.....	103
Tabela 6.8 – Escala de Avaliação para o Subcritério Empregados do Grupo de RSU.....	103
Tabela 6.9 – Escala de Avaliação do Subcritério Geração de RSS do Grupo RSS.....	104
Tabela 6.10 – Classificação da Gestão Municipal Integrada dos Resíduos Sólidos .....	107
Tabela 7.1 – Dados Demográficos e Socioeconômicos de Santa Rita do Sapucaí/MG .....	109
Tabela 7.2 – Dados Demográficos e Socioeconômicos do Município de Pouso Alegre/MG	113
Tabela 7.3 – Dados Demográficos e Socioeconômicos do Município de Machado/MG.....	118
Tabela 7.4 – Dados Demográficos e Socioeconômicos do Município de Três Corações/MG .....	120
Tabela 7.5 – Score dos Subcritérios e o Valor do IGRSU Considerando o Grau de Importância .....	129
Tabela 7.6 - Score dos Subcritérios e o Valor do IGRSS Considerando o Grau de Importância .....	130
Tabela 7.7 - Score dos Subcritérios e o Valor do IGRCC Considerando o Grau de Importância .....	131

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A – Alta

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

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

ACAMPA – Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Pouso Alegre

ACAMTC – Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Três Corações

AHP – *Analytic Hierarchy Process*

AMARE - Associação Machadense de Reciclagem de Resíduos Sólidos

AMD – Apoio Multicritério à Decisão

ANP - *Analytic Network Process*

ANVISA – Agência de Vigilância Sanitária

APP – Área de Preservação Permanente

B – Baixa

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CIMASAS – Consórcio Intermunicipal dos Municípios da Microrregião do Alto Sapucaí para Aterro Sanitário

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CP – Curto Prazo

EEA – Agência Europeia do Ambiente

ELECTRE - Elimination and Choice Translating Algorithm

EPA – *Environmental Protection Agency*

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FCE - *Fuzzy Comprehensive Evaluation*

FISPQ – Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos

GIRS – Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

GRS – Gestão dos Resíduos Sólidos

GRSU – Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICW - *Interval Criterion Weights*

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IGIRS – Índice de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

IGRCC – Índice de Gestão dos Resíduos da Construção Civil

IGRsetorial – Índice da Gestão dos Resíduos para cada grupo (RSU, RSS, RCC) por dimensão (operacional, ambiental, político-econômico, educacional e social)

IGRSS – Índice de Gestão dos Resíduos de Serviço de Saúde

IGRSU- Índice de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos

IMUS - Índice de Mobilidade Urbana Sustentável

IQC - Índice de Qualidade das Usinas de Compostagem

IQR – Índice de Qualidade dos Resíduos

IQR-Valas - Índice de Qualidade dos Resíduos em Valas

IR – Índice de Consistência Aleatória

Insea - Instituto Nenuca de Desenvolvimento Sustentável

LO – Licença de Operação

LP – Longo Prazo

LR – Logística Reversa

M – Média

MADM - *Multiple Attribute Decision Making*

MAUT – *Multi-Attribute Utility Theory*

MCDA – *Multicriteria Decision Analysis*

MCDM – *Multicriteria Decision Making*

MNCR - Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis

MODM - *Multiple Objective Decision Making*

MOLP - Programa linear multiobjetiva

MOPP – Movimentação de Produtos Perigosos

MP – Médio Prazo

NBR – Norma Brasileira

OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Development*

ONU – Organização das Nações Unidas

OWA – *Ordered Weighted Average*

PET – Politereftalato de Etileno

PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PGRS – Planos Específicos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PGRSS – Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde

PIB – Produto Interno Bruto

PL – Projeto de Lei

PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos  
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos  
PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico  
PMGRCC – Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil  
PROMETHEE - Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation  
RC – Razão de Inconsistência  
RCC – Resíduos da Construção Civil  
RDC – Resolução da Diretoria Colegiada  
RS – Resíduos Sólidos  
RSM – Resíduos Sólidos Municipais  
RSS – Resíduos de Serviço de Saúde  
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos  
SIG - Sistemas de Informação Geográfica  
SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos  
SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente  
SMART – *Simple Multiattribute Rating Technique*  
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária  
STEM - *Step Method*  
TOPSIS – Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution  
UE – União Europeia  
USB – Unidade de Saúde Básica  
USEPA – *United States Environmental Protection Agency*  
WLC - *Weighted Linear Combination*

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	18
1.1.	Objetivos Geral e Específicos .....	21
1.2.	Justificativa.....	21
1.3.	Contribuição Científica .....	23
1.4.	Estrutura da Tese .....	25
2.	GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	26
2.1.	Definição de Resíduos Sólidos.....	26
2.2.	Classificação dos Resíduos Sólidos.....	27
2.3.	Política Nacional de Resíduos Sólidos .....	28
2.4.	Definição da Gestão Integrada e do Gerenciamento de Resíduos Sólidos .....	30
2.4.1.	Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	33
2.4.2.	Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil .....	38
2.4.3.	Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde .....	43
2.5.	Panorama Brasileiro e os Desafios dos Resíduos Sólidos .....	46
2.6.	Panorama Mundial dos Resíduos Sólidos.....	49
3.	ÍNDICE E INDICADORES .....	52
3.1.	Definição de Índices e Indicadores.....	52
3.1.1.	Indicadores para a GIRS .....	52
4.	ABORDAGEM MULTICRITÉRIO .....	55
4.1.	Definição e Métodos de Multicritérios de Apoio à Decisão .....	55
4.2.	Aplicação dos Métodos de Multicritérios de Apoio à Decisão na Área Ambiental..	58
4.2.1.	Analytic Hierarchy Process (AHP).....	64
4.2.1.1.	Estrutura hierárquica .....	65
4.2.1.2.	Julgamentos e Comparação par a par.....	65
4.2.1.3.	Análise da Consistência.....	67
5.	METODOLOGIA .....	68
5.1.	Método de Pesquisa .....	68

5.2. Etapas da Pesquisa.....	70
6. CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (IGIRS) .....	72
6.1. Identificação e Seleção dos Indicadores para Gestão de Resíduos Sólidos e Hierarquização dos Critérios .....	72
6.2. Grau de Importância dos Critérios.....	94
6.3. Normalização dos Critérios.....	101
6.4. Método de Agregação dos Critérios .....	104
6.5. Método de Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados .....	106
6.6. Método de Análise dos Resultados.....	106
7. APLICAÇÃO DO IGIRS .....	108
7.1. Santa Rita do Sapucaí .....	109
7.1.1. Diagnóstico da Gestão dos Resíduos Sólidos em Santa Rita do Sapucaí .....	109
7.2. Pouso Alegre .....	113
7.2.1. Diagnóstico da Gestão dos Resíduos Sólidos em Pouso Alegre .....	114
7.3. Machado.....	118
7.3.1. Diagnóstico da Gestão dos Resíduos Sólidos em Machado .....	119
7.4. Três Corações.....	120
7.4.1. Diagnóstico da Gestão dos Resíduos Sólidos em Três Corações.....	120
7.5. Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados.....	123
7.6. Análise dos Resultados de IGIRS global, por grupo e setorial .....	128
7.7. Proposta de Ações de Melhorias .....	148
7.8. Simulação de Cenários com a Implantação das Ações de Melhorias.....	150
8. CONCLUSÕES .....	165
8.1. Proposta para Trabalhos Futuros .....	167
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	168
APÊNDICE A – Quadro de Especialistas Consultados.....	180
APÊNDICE B – Publicações .....	182
ANEXO 1 – Lista de Indicadores para GIRS Identificados .....	183

# 1. INTRODUÇÃO

A partir da revolução industrial, com a consolidação do capitalismo, os Resíduos Sólidos (RS) passaram a constituir um problema em todos os quadrantes do mundo. Ao consequente processo de urbanização, que gerou grande concentração populacional em algumas cidades, aliou-se o consumo de produtos menos duráveis, originando um aumento significativo da quantidade e da diversidade desses resíduos. O total de resíduos gerados pela população urbana do mundo é de 1,3 bilhões de toneladas por ano, representando 1,2 kg/hab./dia (SARTORI, 2016). E segundo as projeções do World Bank em 15 anos é previsto que os resíduos no mundo apresentem 42% a mais no volume gerado em 161 países (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012).

A alta geração dos RS é uma preocupação crescente em todos os municípios do mundo (PATEL, JAIN e SAXENA, 2010), principalmente porque estes necessitam de uma gestão municipal específica, que é um processo complexo, que envolve a cooperação de várias partes, como a população e autoridades locais nas atividades pertinentes (CHEN, 2010).

Desta maneira, a gestão dos resíduos sólidos tem se tornado um grande desafio principalmente para os países em desenvolvimento (JIN, WANG e RAN, 2006; SHARHOLY et al., 2008; DAMGHANI et al., 2008). Isto porque os países em desenvolvimento vêm vivenciando uma rápida urbanização nas últimas três décadas (WANG et al., 2016), tendo como uma das consequências um desenvolvimento significativo da geração de resíduos.

O Brasil, assim como os demais países em desenvolvimento pertencentes ao BRICS (conjunto econômico de países considerados emergentes, formado também pela Rússia, Índia, China e África do Sul), tem enfrentado grandes problemas com a gestão dos RS, principalmente no que se refere à disposição final. Segundo Gonçalves et al. (2018), a maior parte dos resíduos gerados nestes países, são dispostos em aterro, muitas vezes irregulares, sem sistema de coleta e tratamento de chorume e de gases, ou são dispostos em locais a céu aberto sem nenhuma preocupação ambiental podendo causar problemas a saúde pública.

O inadequado destino dado aos RS no Brasil e nestes países, muitas vezes é proveniente da falta de recursos destinados ao setor, bem como do despreparo e desinteresse das administrações municipais, e não por ausência de normas e leis sobre o assunto. Assim, a situação da disposição dos resíduos nos municípios poderia ser melhor, caso fosse cumprido o mínimo da legislação ambiental vigente, já que as administrações municipais podem ser acionadas legalmente para executar de forma ambientalmente correta a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos (GONÇALVES, 2007; ABRELPE, 2017).

No Brasil, existe a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que estabelece aos municípios a responsabilidade pela gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, que engloba o planejamento e a coordenação de coleta, transporte, tratamento e destinação final adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, considerando os aspectos políticos, econômicos, ambientais, culturais, com o controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. E para auxiliar os municípios nesta gestão, a PNRS introduz alguns instrumentos como a logística reversa e a responsabilidade compartilhada (BRASIL, 2010a).

Segundo Milanez (2002) apesar da carência existente no Brasil com relação à disposição dos resíduos a solução para gestão dos resíduos não se deve basear somente na construção de aterros sanitários, mas sim em ações integradas que visem à redução da contaminação ambiental, a redução do consumo de matéria-prima, a economia de energia, a geração de trabalho e ao aumento da consciência da população pelas questões ambientais. Ainda de acordo com o autor a gestão dos resíduos está relacionada à sustentabilidade, uma vez que envolve aspectos ambientais, econômicos e sociais, discutidos pela Agenda 21 e outros documentos semelhantes.

Sampaio (2009) destaca ainda que a busca pela sustentabilidade urbana é um desafio global enfrentado por grande parte dos países que passam por um crescimento acelerado dos seus centros urbanos e da sua sociedade de consumo. O termo sustentabilidade urbana almeja o equilíbrio entre os aspectos econômicos, sociais e políticos com foco na preservação ambiental, portanto dentro deste contexto é essencial que os municípios que visam à sustentabilidade realizem a gestão adequada dos resíduos e que a mesma seja constantemente monitorada.

Nesse sentido, os instrumentos de apoio à decisão como os índices ou indicadores se configuram como excelentes ferramentas para o diagnóstico das condições de gestão dos resíduos sólidos, sob os aspectos operacionais, ambientais, educacionais, sociais e político-econômico, à medida que permitem acompanhar a evolução de determinados fenômenos e ações, contribuindo significativamente para o estabelecimento de estratégias públicas, uma vez que possibilita redirecionar objetivos e até mesmo reformular políticas mais alinhadas a cada região.

A definição e escolha dos indicadores não é uma tarefa simples. Devido à complexidade dos assuntos que abordam, normalmente é necessária uma lista ampla e abrangente de indicadores, que tenha relação com as atividades da sociedade relacionadas com o objeto de estudo (MILANEZ, 2002).

No âmbito desta pesquisa, considerando a Lei Federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010a), foram identificados, selecionados e agrupados os indicadores (critérios e subcritérios)

relacionados aos RS, incorporando os conceitos de logística reversa, responsabilidade compartilhada e as dimensões relacionadas aos aspectos operacionais, ambientais, político-econômico, educacionais e sociais.

Como o intuito deste estudo é a gestão municipal integrada dos RS, foram selecionados os grupos de resíduos gerados em quantidades significativas, cuja gestão é de responsabilidade total ou parcial do poder público, conforme estabelecido nas legislações vigentes, que são os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), os Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) e os Resíduos de Construção Civil (RCC). Apesar da definição clara das responsabilidades na legislação dos geradores do RSS e RCC, ainda, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (ABRELPE, 2017), a maioria dos municípios brasileiros assumem a responsabilidade total do manejo destes resíduos.

Após a seleção e agrupamento dos indicadores por grupo de resíduos, foi atribuída a importância relativa de cada critério para avaliação da gestão municipal integrada dos RS a partir da metodologia de Análise Multicritério de Decisão, utilizando a ferramenta *Analytic Hierarchy Process* (AHP). A utilização da análise multicritério tem se mostrado eficiente no auxílio à tomada de decisão nas questões ambientais (DORSAL, VIGURI e ANDRES, 2013). A possibilidade de analisar variáveis complexas, questões conflitantes, dados qualitativos e quantitativos torna o método atrativo para estudos que envolvem o gerenciamento de resíduos (MENDONZA e MARTINS, 2006). Os métodos multicritérios mais utilizados em problemas de gestão de resíduos sólidos, segundo Achillas et al. (2013), são AHP, ELECTRE e PROMETHEE. No entanto, os mesmos autores ressaltam que não existe uma regra ou fórmula para a escolha do método a ser utilizado, sendo esta decisão baseada muitas vezes na experiência prévia dos autores.

Estes indicadores serão agregados por meio de um modelo de decisão, para formulação do Índice de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (IGIRS). Este índice foi desenvolvido para servir como uma ferramenta de auxílio para os municípios se adaptarem melhor às mudanças ocorridas em seus territórios, servindo com uma ferramenta para os gestores municipais na tomada de decisão sobre a melhor estratégia e planejamento a ser adotado na gestão integrada dos resíduos sólidos.

A partir da aplicação do índice os gestores municipais serão capazes de identificar as condições atuais e avaliar as ações aplicadas na Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS), formulando políticas públicas e identificando ações prioritárias que devem ser implementadas, além de orientar na adequada aplicação dos recursos financeiros, buscando melhorias contínuas nos processos sob os aspectos operacionais, políticos, econômicos, sociais e ambientais.

## 1.1. Objetivos Geral e Específicos

O objetivo geral deste trabalho é propor um Índice de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (IGIRS) para avaliar e monitorar a gestão municipal integrada de resíduos sólidos.

Como objetivos específicos destacam-se:

- Identificar e selecionar os indicadores (critérios e subcritérios) relacionados à gestão de resíduos sólidos urbanos, de construção civil e de serviços de saúde agrupando-os em cinco dimensões: operacionais, ambientais, político-econômicos, educacionais e sociais;
- Construir uma estrutura hierárquica com os indicadores selecionados, determinando o grau de importância de cada um deles, utilizando a ferramenta AHP, para o desenvolvimento do IGIRS;
- Aplicar o IGIRS em diferentes municípios identificando os aspectos fortes e fracos, e propondo ações de melhorias com intuito de aumentar o desempenho dos municípios em áreas específicas da GIRS;
- Estruturar cenários para análise do IGIRS como ferramenta de apoio à decisão na avaliação do GIRS.

Os objetivos apresentados levam em consideração as seguintes condições de contorno para o presente trabalho:

- O IGIRS proposto considera os resíduos produzidos em quantidades significativas nos órgãos públicas, que são os RSU, RSS e RCC;
- Na composição do IGIRS serão consideradas as dimensões, indicadores (critérios) e subcritérios relacionados à gestão de integrada de resíduos sólidos no âmbito da PNRS.

## 1.2. Justificativa

O crescimento desenfreado da geração de RS é um dos principais problemas ambientais na atualidade. A quantidade e a diversidade de RS produzidos diariamente pela sociedade tornam sua gestão complexa, sendo uma preocupação crescente em qualquer lugar do mundo (PATEL, JAIN e SAXENA, 2010). Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (ABRELPE, 2017) a geração total de RSU no Brasil, no ano de 2017, foi de 78,4 milhões de toneladas, sendo a geração per capita

de RSU de 1,035 kg/hab/dia. Em relação aos RCC, os municípios coletaram, em 2017, cerca de 45 milhões de toneladas, no entanto, a situação exige atenção especial, uma vez que a quantidade gerada de RCC deva ser maior, já que os municípios, via de regra, coletam apenas os resíduos lançados ou abandonados nos logradouros públicos. Ainda, de acordo com a Associação, no ano de 2017 os municípios brasileiros prestaram os serviços de coleta, tratamento e disposição final de 256.941 toneladas de RSS, equivalente a 1,2 kg por habitante/ano.

A complexidade operacional da GIRS, bem como sua relação com os aspectos políticos, econômicos, ambientais, sociais e culturais dos municípios exigem o desenvolvimento de ferramentas adequadas, que auxiliem as cidades no entendimento destes aspectos e da inter-relação entre eles.

Neste sentido, como destacado anteriormente, os índices e indicadores se configuram como excelentes ferramentas, que podem auxiliar os gestores municipais no diagnóstico das condições dos resíduos sólidos, servindo de apoio na tomada de decisão em relação à qual abordagem adotar, uma vez que permite monitorar e avaliar as ações que estão sendo implementadas. Estas ferramentas, portanto, assumem grande importância no processo de planejamento da GIRS, pois fornecem elementos necessários para a elaboração de qualquer plano ou projeto que vise aumentar a eficiência da gestão.

Apesar de existirem alguns trabalhos disponíveis referentes aos indicadores de resíduos sólidos, como o estudo de Milanez (2002); Ventura, Reis e Takayanagui (2010); Coelho et al. (2011); Santiago e Dias (2012); Parekh et al. (2014); Bonoli, Lalli e Zanni (2015) e Sanjeevi e Shahabudeen (2015); estes estão relacionados a um tipo específico de resíduo, ou seja, os autores desenvolveram estudos baseados somente nos RSU, RSS, RCC ou resíduos industriais.

Portanto, apesar da disponibilidade de indicadores de resíduos sólidos, ainda existem algumas lacunas que não foram devidamente exploradas com relação a Gestão dos Resíduos Sólidos (GRS). Estas lacunas referem-se principalmente à construção de um índice de gestão integrada de resíduos sólidos que agregue as diferentes dimensões operacionais, ambientais, educacionais, sociais e político-econômico, permitindo o monitoramento e avaliação pelos gestores municipais das ações aplicadas em áreas específicas da GIRS.

Desta forma, este trabalho se justifica por sua proposição de identificar, selecionar e agregar os indicadores para GIRS, considerando de maneira conjunta os resíduos RSU, RCC e RSS, incorporando as dimensões relacionadas aos aspectos operacionais, ambientais, político-econômico, educacionais e sociais, sob a ótica do conceito de gestão integrada e

gerenciamento de RS e da PNRS, utilizando a metodologia de Análise Multicritério de Decisão. E a partir disto formular o IGIRS para avaliar a GIRS nos municípios, servindo como uma ferramenta para monitorar a gestão, fornecendo dados confiáveis para a revisão ou formulação de políticas públicas e aplicando os recursos financeiros disponíveis de maneira mais eficaz em ações prioritárias.

### 1.3. Contribuição Científica

A análise bibliométrica é utilizada para fins de comparação e quantificação de produções científicas, a partir do processo da análise de agregação de dados como ano de publicação, países, revistas, autores, citações, entre outros (SUN e GRIMES, 2016), sendo um método significativo para o mapeamento dos processos da ciência e uma ferramenta para selecionar artigos a serem utilizados em uma revisão da literatura (WALTERS, 2011).

Com o intuito de verificar a contribuição científica do presente estudo, foi realizada no período de 01/08/2017 à 05/09/2019, uma análise bibliométrica. As palavras chaves utilizadas na busca foram “*Solid Waste Management*”, “*Performance Indicator*”, “*Index*” e “*AHP*”.

As bases de dados utilizadas nesta pesquisa foram a *ISI Web of Knowledge (Web of Science)*, *Scopus*, *Emerald* e *Scielo*. Estas bases selecionadas são consideradas importantes no meio acadêmico, pois possuem um conjunto de periódicos que representam a melhor ciência de qualquer região ou país, com grande influência no âmbito internacional (GARFIELD, 1995; HERCULANO e NORBERTO, 2012).

Nesta primeira fase pesquisou-se as palavras-chaves, presentes em qualquer lugar do trabalho, sem restrição de data de publicação, restringindo somente o tipo de documento, onde foram selecionados somente artigos, uma vez que estes passam por processos de avaliação por pares na sua versão completa. Os resultados são apresentados na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Número de Artigos Publicados nas Bases Consultadas

Bases Consultadas	Gestão/Gerenciamento de Resíduos Sólidos	Indicador de desempenho	Índice	AHP
Web of Science	2.708	1.921	1.030.729	11.415
Scopus	25.309	38.633	12.059.117	62.025
Emerald	463	11.163	85.406	2.656
Scielo	132	56	28.860	225

Analisando os dados apresentados na Tabela 1.1, pode-se perceber que é expressivo o número de publicações com as palavras-chaves selecionadas. No entanto, quando os temas estudados são combinados (Tabela 1.2) aparecem simultaneamente em:

- Gestão/Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Indicador de Desempenho e AHP: 63 trabalhos;
- Gestão/Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Índice e AHP: 605 trabalhos;
- Gestão/Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Indicador de Desempenho, Índice e AHP: 46 trabalhos.

Tabela 1.2 – Número de Artigos Publicados com a Combinação das Palavras-Chaves

<b>Bases Consultadas</b>	<b>Gestão/Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Indicador de Desempenho e AHP.</b>	<b>Gestão/Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Índice e AHP.</b>	<b>Gestão/Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Indicador de Desempenho, Índice e AHP.</b>
<b>Web of Science</b>	02	04	0
<b>Scopus</b>	49	567	37
<b>Emerald</b>	11	34	09
<b>Scielo</b>	01	0	0

Com o intuito de analisar melhor a interação dos quatro temas, foi realizada uma nova pesquisa nas bases de dados aplicando o filtro de busca para o aparecimento das expressões no título, palavras chaves ou resumo dos artigos. A Tabela 1.3 mostra o resultado.

Tabela 1.3 – Número de Artigos Publicados com a Combinação das Palavras-Chaves Aplicando Filtro de Busca

<b>Bases Consultadas</b>	<b>Gestão/Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Indicador de Desempenho e AHP.</b>	<b>Gestão/Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Índice e AHP.</b>	<b>Gestão/Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Indicador de Desempenho, Índice e AHP.</b>
<b>Web of Science</b>	0	0	0
<b>Scopus</b>	02	07	0
<b>Emerald</b>	0	03	0
<b>Scielo</b>	0	0	0

Há 12 trabalhos publicados com a combinação dos temas estudados e excluindo os artigos duplicados nas bases, tem-se um total de 09 artigos. Analisando estes artigos, percebe-se que nenhum trata da formulação de um IGIRS para os municípios, englobando os indicadores da gestão de RSU, RCC e dos RSS, considerando os aspectos operacionais, ambientais, político-econômicos, educacionais e sociais, sob a ótica da PNRS (BRASIL, 2010a). Isto será melhor detalhado na revisão bibliográfica. Desta maneira, dentre os trabalhos estudados, foi observado que o tema proposto neste estudo ainda não foi abordado em outras pesquisas.

#### **1.4. Estrutura da Tese**

A presente tese está estruturada em oito capítulos. No Capítulo 1 são apresentados a introdução, os objetivos, justificativa, contribuição científica e a estrutura da tese; os Capítulos 2, 3 e 4 trazem a fundamentação teórica que embasa a pesquisa realizada, abordando os tópicos como conceitos, definições, classificação, gestão integrada e gerenciamento dos resíduos sólidos, Política Nacional de Resíduos Sólidos, indicadores e índices e metodologias de análise multicritério de apoio a decisão.

Os Capítulos 5 e 6 abordam o desenvolvimento do trabalho, descrevendo todas as etapas realizadas a partir da metodologia adotada para a construção do índice proposto, abordando o método de pesquisa, a identificação dos indicadores, o grau de importância atribuído aos critérios, formulação do IGIRS, bem como o método adotado para avaliação da disponibilidade e qualidade dos dados e a análise dos resultados do índice.

O Capítulo 7 relata a aplicação do IGIRS em quatro municípios, descrevendo o diagnóstico da GRS, avaliação da disponibilidade e qualidade dos dados coletados, análise dos resultados, proposição de ações de melhorias na gestão e simulação de cenários, buscando testar o índice como uma ferramenta de auxílio aos municípios na avaliação da GRS.

O Capítulo 8 apresenta as conclusões obtidas nesta pesquisa e as propostas para trabalhos futuros.

## 2. GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Neste capítulo são apresentados os conceitos de: Resíduos Sólidos, Classificação dos Resíduos Sólidos, Política Nacional de Resíduos Sólidos, os conceitos de Gestão Integrada e de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos, bem como as etapas do Gerenciamento dos RSU, RSS e RCC. Estes conceitos formam a base teórica desta pesquisa, de forma a compreender a seleção dos indicadores e o seu agrupamento para a formulação do IGIRS.

### 2.1. Definição de Resíduos Sólidos

Os RS gerados pela sociedade são caracterizados como materiais indesejáveis dentro do sistema de desenvolvimento e urbanização. Sua composição pode variar de acordo com a época, a cultura, o poder aquisitivo da população entre outros fatores.

Há diversas tentativas de instituições e pesquisadores em definirem de forma mais abrangente o tema RS, em decorrência da heterogeneidade dos tipos de materiais dos resíduos gerados.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*Environmental Protection Agency*- EPA) (EPA, 2015) define resíduos sólidos como sendo

qualquer lixo, rejeito, lodos de estações de tratamento de resíduos e de abastecimento de água, ou instalações de controle de poluição do ar e outros materiais descartados resultantes da indústria, mineração, operações agrícolas e das atividades da comunidade. (EPA, 2015, vol. 80, nº 8, p. 1696).

No Brasil, os RS inicialmente foram definidos, conforme a Norma Brasileira (NBR) nº 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (ABNT,2004), como

resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição. Ficam incluídos nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p.1).

Entretanto, para o país, a definição mais atual de RS é dada pela Lei Federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010a), que instituiu a PNRS, como sendo

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010a, art. 3º, inciso XVI).

Conforme Barros (2012) a legislação brasileira torna a definição de RS dada pela NBR 10.004 (ABNT, 2004) ainda mais abrangente, uma vez que compreende, além do que fora abrangido pela norma brasileira, os gases.

Ainda, com o intuito de implementar um modelo avançado para a GRS no Brasil, a PNRS faz uma distinção entre resíduos sólidos e rejeitos, segundo a Lei Federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010a) rejeito é definido como

resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010a, art. 3º, inciso XV).

Portanto, a lei determina que os resíduos sólidos sejam encaminhados para tratamento e reciclagem e apenas os rejeitos para disposição final.

## **2.2. Classificação dos Resíduos Sólidos**

Há diversas maneiras de classificar e caracterizar os RS dependendo do objetivo desejado. As classificações mais comuns são quanto aos riscos potenciais de contaminação ao meio ambiente e à saúde pública e quanto à sua natureza ou origem.

A NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004) classifica os RS como sendo resíduos classe I – Perigosos e resíduos classe II – Não perigosos, sendo este último subdividido em resíduos classe II A – Não inertes e resíduos classe II B – Inertes. A classificação do resíduo envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e, por fim, a comparação destes constituintes com listagens de substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente já é conhecido.

A PNRS (BRASIL, 2010a) classifica os RS quanto à origem (resíduos domiciliares, de limpeza urbana, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço, dos serviços públicos de saneamento básico, industriais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris, de serviços de transportes e de mineração) e quanto à periculosidade (resíduos perigosos e não perigosos).

Em decorrência da heterogeneidade da composição física dos RS, nenhum tipo de classificação é inteiramente satisfatório. Em alguns casos, como por exemplo, quando se determina o meio de transporte é mais importante conhecer a origem (doméstico, comercial, hospitalar, etc.), enquanto que para outras situações conhecer o tipo de resíduo (orgânico, varrição pública, construção civil, etc.) tem uma maior relevância, já que pode indicar suas características física, química ou biológica. A classificação dos RS quanto à sua natureza ou origem é apresentado no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Classificação dos Resíduos Sólidos quanto a sua Natureza ou Origem

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
<b>Resíduos Domiciliares</b>	São os resíduos originários em residências unifamiliares e multifamiliares consequentes das atividades diárias de cozinhar, limpar, reparar, decorar, mobiliar, hobbies, vestir-se e da higiene pessoal. Composto por restos de alimentos, papel, embalagens de papelão e plástico, panos e trapos, madeira, vidro, metal, papel higiênico, fraldas descartáveis, entre outros. Entretanto, contêm, ainda, alguns resíduos passíveis de serem tóxicos e, por vezes, descartados inapropriadamente, como pilha e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes, resto de tintas e esmalte de unha, inseticidas, óleos e graxas, seringas, etc. Existem ainda os resíduos volumosos compostos por eletroeletrônicos e móveis inservíveis.
<b>Resíduos de Limpeza Urbana</b>	São os resíduos originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana. São compostos por folhas, galhos de árvores, terra e areia. Como no caso dos resíduos domiciliares, podem conter também os resíduos descartados inadequadamente, como pneus, entulho, entre outros.
<b>Resíduos Sólidos Urbanos</b>	São os resíduos domiciliares e da limpeza urbana.
<b>Resíduos Comerciais</b>	São os resíduos gerados em escritórios, lojas, mercados, restaurantes, hotéis e outros estabelecimentos comerciais, cujas características predominantes e volumes dependem da atividade ali desenvolvida. Tem a composição parecida com a de resíduos doméstico com destaque para os restos de alimentos, papel, embalagens de papelão e plástico. Podem conter, ainda os resíduos perigosos como pilhas e baterias usadas, embalagens de produtos químicos e lâmpadas fluorescentes, descartados de maneira incorreta. Não são classificados como resíduos comerciais os resíduos de limpeza urbana, dos serviços públicos de saneamento básico, de serviço de saúde, da construção civil e de serviços de transportes.
<b>Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico</b>	São os resíduos gerados nas atividades de saneamento básico, com exceção dos resíduos sólidos urbanos.
<b>Resíduos Industriais</b>	São os resíduos resultantes de processos de produtivos e instalações industriais. Existe uma infinidade de resíduos característicos de cada tipo de indústria e dependendo da sua particularidade pode ser altamente perigoso. Porém, existem alguns segmentos como o de processamento de alimentos, de materiais manufaturados e mobiliário que geram resíduos que podem ser descartados junto aos resíduos domiciliares como restos de alimentos, embalagens de papelão e plástica, serragem, sucata, pano e trapos, entre outros.
<b>Resíduos de Serviço de Saúde</b>	São os resíduos gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS).
<b>Resíduos da Construção Civil</b>	São resíduos resultantes das construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. Consistem basicamente de terra, areia, restos de material cerâmico, concreto, cimento, madeira, gesso, canos, fios, isolamento térmico, vidro e metal. Possuem também, resíduos passíveis de proporcionarem toxicidade, como sobras de tintas, lâmpadas fluorescentes, solventes, amianto, entre outros.
<b>Resíduos Agrossilvopastoris</b>	São os resíduos gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades. São constituídos por resíduos perigosos utilizados na agricultura, como embalagens com restos de fertilizantes químicos e pesticidas.
<b>Resíduos de Serviços de Transportes</b>	São os resíduos originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira.
<b>Resíduos de Mineração</b>	São os resíduos gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Fonte: Adaptado de Brasil (2010a); Barros (2012) e Chandrappa e Das (2012)

### 2.3. Política Nacional de Resíduos Sólidos

Com a aprovação do Projeto de Lei (PL) nº 203, discutida desde 1991 na esfera nacional, foi instituída a Lei Federal nº 12.305, em 10/08/2010, que institui no país a PNRS, reunindo o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos RS. Regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404, de 23/12/2010, que estabeleceu normas para a execução da PNRS e instituiu o conceito de responsabilidade compartilhada, em que a

sociedade como um todo – cidadãos, governos, setor privado e sociedade civil organizada – passou a ser responsável pela gestão ambientalmente adequada dos RS gerados (BRASIL, 2010a, 2010b).

Nesse sentido, a Lei propõe mudança de hábitos culturais da população com a adoção de práticas de consumo sustentável, em que cada cidadão – além de ser responsável pelo gerenciamento adequado dos resíduos que gera – passa a ter um função fundamental na busca de soluções para reduzir a geração de resíduos, repensando no seu papel como consumidor. Já o setor privado, fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos RS, pela sua reincorporação na cadeia produtiva e pelas inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, sempre que possível. E os governos federal, estaduais e municipais são responsáveis pela elaboração e implantação dos planos de GRS, assim como dos demais instrumentos previstos na PNRS.

A PNRS traz uma visão sistêmica da GRS considerando os aspectos ambiental, social, cultural, econômico, tecnológico e de saúde pública, reconhecendo os RS, passíveis de reutilização e reciclagem, como um bem de valor econômico e social sob a ótica do desenvolvimento sustentável. Além disso, a PNRS estabelece que, na gestão e gerenciamento dos RS, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização e o tratamento e disposição final ambientalmente adequada aos rejeitos.

A PNRS (BRASIL, 2010a) introduziu no Brasil a questão da logística reversa de pós-consumo distribuindo as responsabilidades entre o poder público, o setor empresarial (fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes) e os consumidores para o equacionamento do retorno dos produtos usados. Explicitando a necessidade dos responsáveis constarem as etapas de execução da LR nos planejamentos envolvidos como Plano Nacional de Resíduos Sólidos, Planos Estaduais de Resíduos Sólidos, Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (ARAÚJO et al., 2012).

Leite (2012) ressalta que a PNRS, em linhas gerais, segue os modelos europeus de legislação ao tratar sobre a questão da responsabilidade compartilhada e do princípio poluidor pagador.

Outras definições importantes apresentadas na PNRS foram a diferenciação de conceitos em seu art. 3º entre destinação e disposição final ambientalmente adequada; gerenciamento e gestão integrada de resíduos sólidos; e entre rejeitos e resíduos sólidos (BRASIL, 2010a).

Existem ainda outros aspectos importantes que merecem ser destacados na PNRS como instrumentos para a sua implantação, como os inventários e o sistema declaratório anual, a cooperação técnica e financeira entre os diferentes setores para o desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR) e, por fim, e não menos importante, o desenvolvimento da educação ambiental.

Maia et al. (2014) ressaltam que os conceitos novos incorporados na gestão dos resíduos sólidos pela PNRS torna-a inovadora, pois dentro do contexto legislativo brasileiro nunca se havia dado tanta importância à problemática dos resíduos sólidos. No entanto, a maior dificuldade a ser superada na execução da política, é a mudança de hábitos culturais, uma vez que exige uma ampla participação da sociedade.

## **2.4. Definição da Gestão Integrada e do Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

A PNRS (BRASIL, 2010a) apresenta o conceito de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS) como sendo um

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. (BRASIL, 2010a, art. 3º, inciso XI).

Segundo Philippi Jr. et al. (2012) ao definir esse conceito a PNRS incorporou ao sistema de RS dimensões mais amplas que são:

- **Dimensão política:** ao reconhecer a importância da dimensão política, a lei permite tratar dos acordos necessários e da superação de eventuais conflitos de interesse que representem barreiras à implementação de boas práticas e soluções economicamente viáveis para os resíduos sólidos;
- **Dimensão econômica:** a PNRS favorece ao manter a dimensão econômica no conceito da gestão integrada de resíduos sólidos, a necessidade prática de propor soluções para os resíduos sólidos, bem como abre o caminho para a definição e a implementação dos instrumentos econômicos que favoreçam as posturas ambientalmente saudáveis por parte dos diversos atores sociais;
- **Dimensão ambiental:** ao manter a dimensão ambiental, a lei aponta a essência da gestão dos resíduos, que é a minimização dos impactos ambientais;

- **Dimensão cultural:** como novidade do conceito, essa dimensão aponta para a necessidade de levar em consideração os hábitos e os valores das populações locais, quando da definição dos métodos e dos procedimentos a serem implantados para o gerenciamento dos resíduos sólidos;
- **Dimensão social:** a PNRS aponta ainda a necessidade de controle social, que é um conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos.

Philippi Jr. et al. (2012) ainda destacam que outro ponto de fundamental importância para ampliação do conceito de GIRS foi a incorporação pela PNRS dos preceitos relativos a logística reversa; a responsabilidade compartilhada entre o poder público, o setor privado e a população pelo ciclo de vida dos produtos; e o controle social.

A PNRS ainda diferencia os conceitos de gestão e gerenciamento de resíduos, definindo gerenciamento como sendo

conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei. (BRASIL, 2010a, art. 3º, inciso X).

Lima (2012) enfatiza que os conceitos de gestão e gerenciamento apresentados pela PNRS deixam claro que o termo gestão integrada está associado às soluções para a GRS considerando dimensões de sustentabilidade. Já o gerenciamento de RS compreende as ações operacionais realizadas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e disposição final.

As autoridades municipais são peças fundamentais na gestão integrada e no gerenciamento dos RS. Elas não somente têm a responsabilidade pela implantação e articulação das ações em relação aos resíduos, como também estabelecem os parâmetros para seu desenvolvimento. Seu maior desafio, no entanto, é a conscientização dos cidadãos, técnicos e planejadores para a atual necessidade.

Segundo Santiago (2011), a complexidade da gestão e do gerenciamento exige a intersetorialidade, ou seja, o envolvimento das diversas secretarias municipais, como a de Meio Ambiente, de Educação, de Assistência Social, entre outras, além de necessitar de uma constante fiscalização dos serviços prestados e é dependente da disponibilidade de recursos financeiros.

No entanto, conforme preconiza Lima (2012), a gestão não deve ficar restrita à administração pública, devendo ser considerado o controle social estabelecido na PNRS (BRASIL 2010a), como parte integrante do processo e ter a participação do setor privado e da sociedade, envolvidos tanto na fase de planejamento quanto no estabelecimento de estratégias de ação, na execução e nas formas de controle.

De forma a auxiliar os gestores públicos no planejamento da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, a PNRS propõe a elaboração de planos de gerenciamento de RS com horizonte de 20 anos, a qual considera o diagnóstico da situação atual dos RS; a proposição de cenários, o que inclui tendências internacionais e macroeconômicas; metas de redução, reutilização, reciclagem; metas para o aproveitamento energético dos gases gerados em aterros sanitários; eliminação e recuperação de lixões; planejamento e demais atividades de GRS das regiões integradas de desenvolvimento instituídas por lei complementar, bem como para as áreas de especial interesse turístico e por fim, de meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito nacional, de sua implementação e operacionalização, assegurando o controle social (BRASIL 2010a). Além da União, do Estado e dos Municípios, a Lei estabelece ainda os empreendimentos sujeitos à elaboração dos Planos Específicos de Gerenciamento de Resíduo Sólidos (PGRS). As responsabilidades dos geradores, poder público e privado para garantir a efetividade da PNRS são definidas Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Definição das Responsabilidades dos Geradores Públicos e Privados

ORIGEM	RESPONSABILIDADE
Serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos domiciliares	Autarquia intermunicipal na forma de Consórcio Público ou órgão municipal
Resíduos gerados em empresas públicas	Gestor público específico (hospital público, obra pública, prédio administrativo, etc)
Resíduos inerentes ao processo produtivo gerados por empresas privadas	Gerador privado
Resíduos definidos como de logística reversa	Definida em lei específica (fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes)
Resíduos dos geradores específicos	Gerador privado (instalações de saneamento, indústrias, serviços de saúde, mineradoras, construtores, terminais de transporte e outros)
Resíduos domiciliares	Consumidor e gerador domiciliar (acondicionamento e disponibilização adequada para a coleta ou devolução)

Fonte: Adaptado de BRASIL (2011)

No âmbito deste estudo, conforme descrito anteriormente, serão considerados os RSU, RCC e RSS. Portanto, adiante serão discutidas as principais etapas a serem seguidas para o gerenciamento adequado destes resíduos.

### **2.4.1. Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos**

De acordo com PNRS (BRASIL, 2010a), os RSU englobam os resíduos domiciliares e os de limpeza urbana, ou seja, são os resíduos originários de atividades domésticas em residências urbanas e aqueles originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.

Assim como a PNRS, os autores Singh et al. (2014); Loureiro et al. (2013) e Santiago e Dias (2012) definem os RSU, que também são chamados de Resíduos Sólidos Municipais (RSM), como aqueles resíduos provenientes de atividades domésticas, de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas.

Polaz e Teixeira (2009) afirmam que as administrações públicas no Brasil tratam o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) de forma quase intuitiva, devido à carência de investimentos, de quadro técnico capacitado, de informações sistematizadas e de ferramentas de gerenciamento e gestão, até mesmo à negligência dos departamentos ligados à limpeza urbana. No entanto, para que haja o gerenciamento adequado destes resíduos é necessário que os municípios adotem no mínimo as seguintes etapas: geração, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

- **Geração e Composição dos RSU**

Conforme argumentam Abduli, Tavakolli e Azari (2013) é essencial saber a quantidade e o tipo de RSU gerados para que se possa planejar e desenvolver uma gestão adequada desses resíduos em um determinado local. Estudos comprovam que a geração dos RSU é impulsionada pelos fatores econômicos e comportamentais e também sofre a influência de fatores populacionais, relativos ao crescimento da população e sua concentração nas áreas urbanas (CAMPOS, 2012).

A geração per capita no Brasil é de 1,040 kg/hab/dia, e nas cinco regiões brasileiras esse valor varia de 0,75 a 1,21 kg/hab/dia (ABRELPE, 2016).

A geração, além de ser de responsabilidade da população, consiste no início do processo, tendo um grande impacto no sistema como um todo. Entretanto quase não é discutida pelos responsáveis pela gestão dos RSU no Brasil (MILANEZ, 2002).

É nesta etapa do gerenciamento que se deve incluir programas de redução dos RSU na fonte de geração, seguindo os preceitos estabelecidos pela PNRS, em relação à ordem de prioridade a ser adotada na gestão e gerenciamento dos resíduos (BRASIL,2010a).

De acordo com Milanez (2002) os gestores municipais, estaduais e federais, podem atuar de duas formas distintas na redução na fonte de geração dos resíduos: primeiro, dando exemplo nas aquisições de materiais, usando seu poder de compra para adquirir produtos que sejam ambientalmente adequados; segundo, por meio de campanhas que alertem os consumidores para os impactos de seus atos e os sensibilizem a mudar seus hábitos cotidianos.

Para Santiago (2011), os gestores deveriam trabalhar com mais empenho nesta fase de geração dos resíduos, de forma a reduzir a quantidade gerada pela população, trazendo benefícios diretos à saúde pública e ao meio ambiente, além de reduzir os custos nas operações de tratamento e disposição final.

Além de quantificar os resíduos gerados no município, é importante para o planejamento conhecer a sua composição. Este processo é realizado por meio da triagem, separando os materiais por classe, como: vidro, plásticos, papel/papelão, metal, matéria orgânica e outros.

A composição dos RSU varia de acordo com a época, com a cultura, com o poder aquisitivo da população, dentre outros fatores. No Brasil, em cidades de grande porte e mais industrializadas, como São Paulo e Rio Janeiro, a geração por exemplo de plásticos é maior do que em outras cidades (PHILIPPI Jr. e AGUIAR, 2005).

- **Acondicionamento**

O acondicionamento constitui uma fase essencial para a adequada GRS. Isto decorre do fato de que é uma etapa precedente à coleta e o modo como os resíduos são armazenados irá refletir diretamente no transporte dos mesmos. Recomenda-se que o acondicionamento dos resíduos seja realizado nos pontos de geração (BARROS, 2012).

A forma de acondicionamento deve obedecer às normas específicas, tais como tipo de embalagem, horário de colocação na calçada e quantidade máxima de volume, dependendo das regulamentações municipais (PHILIPPI Jr. e AGUIAR, 2005).

A escolha do tipo de recipiente para o acondicionamento destes resíduos deve ser orientada em função: das características do resíduo, da sua geração, da frequência da coleta, do tipo de edificação e do preço do recipiente. Geralmente, os RSU são acondicionados em sacos plásticos, que devem possuir características de estanqueidade, resistência à queda livre e conformidade com as dimensões (VILHENA, 2010; BARROS, 2012; CHIARADIA, 2013).

O acondicionamento deve ser realizado de forma a facilitar a etapa de coleta, por exemplo, nos locais de difícil acesso aos veículos de coleta, devem ser instaladas lixeiras

coletivas ou contêineres em pontos estratégicos, onde o veículo possa chegar e a população concentre o despejo dos resíduos (PHILIPPI Jr. e AGUIAR, 2005).

Estas lixeiras ou contêineres instalados nos pontos estratégicos, devem passar por uma manutenção periódica, pois conforme constatou Jiang et al. (2009) e Zia e Devadas (2008), em seus estudos sobre a China e Índia respectivamente, os problemas na conservação da qualidade dos contêineres públicos geraram pontos de despejo clandestinos nos locais de armazenamento, ocasionando problemas ao meio ambiente e à saúde pública.

Conforme Vilhena (2010), a população tem papel decisivo no acondicionamento adequado dos resíduos gerados, evitando, desta forma, acidentes, proliferação de vetores, bem como, a minimização do impacto visual e olfativo, reduzindo a heterogeneidade dos resíduos (se houver coleta seletiva) e facilitando a realização da etapa de coleta.

- **Coleta e Transporte**

A coleta e transporte dos RSU devem ser realizadas com frequência adequada, de forma a evitar o acúmulo excessivo de resíduos, minimizando os riscos ao meio ambiente e à saúde pública. O transporte deve ser realizado por veículos apropriados selecionados de acordo com a quantidade e o tipo de resíduo a ser transportado, das características topográficas e malha viária da região a ser atendida, como sugerido por Rutkowski e Rutkowski (2015). Além disso, os horários e itinerários precisam ser selecionados de modo a minimizar o incômodo à população pelo ruído, os riscos decorrentes do excesso de tráfego em certas vias e os riscos de acidentes.

Conforme Vilhena (2010), a responsabilidade pela coleta e transporte dos RSU é do poder público. Para esses serviços, podem ser usados recursos próprios da prefeitura, de empresas sob contrato de terceirização ou sistemas mistos, como o aluguel de veículos e a utilização de mão-de-obra da prefeitura. Os custos destes serviços, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) (IBGE,2008), exerce um forte impacto no orçamento das administrações municipais, podem atingir 20% dos gastos do município.

Nesta etapa, também deve haver o envolvimento da população, de forma a dispor os resíduos somente nos dias e horários definidos, evitando o espalhamento nas vias públicas (PEREIRA,2007).

Philippi Jr. e Aguiar (2005) ainda ressaltam que a coleta e o transporte, quando não realizados de forma planejada, elevam os custos a níveis insuportáveis para os municípios.

Geralmente, os municípios utilizam para coleta dos RSU dois tipos de veículos: os compactadores de carregamento traseiro ou lateral e os sem compactação, com fechamento na carroceria por meio de portas corrediças (VILHENA, 2010; CHIARADIA, 2013).

A coleta dos RSU pode correr de forma convencional, quando os resíduos são coletados todos misturados ou de forma seletiva, quando são coletados de acordo com o tipo de material (plástico, vidro, metal, papel, matéria orgânica e outros) (GONÇALVES, 2007).

A coleta seletiva pode ser realizada de duas maneiras: porta a porta ou por meio de Pontos de Entrega Voluntária (PEV), também chamados de Ecopontos (PAPINI e LIMA, 2015). Segundo o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE) (2016) 54% dos municípios brasileiros realizam a coleta seletiva por meio de PEVs e cooperativas/associações, enfatizando que a modalidade porta a porta precisa de maior atenção dos gestores municipais.

Os municípios podem ter mais de um agente executor da coleta seletiva, podendo ser realizada pelas prefeituras, empresas particulares ou por cooperativas (CEMPRE, 2016).

De acordo com a ABRELPE (2016), 69,6% dos municípios brasileiros apresentam alguma iniciativa de coleta seletiva, no entanto, em alguns não há abrangência total da área urbana.

- **Tratamento e Destinação Final**

A PNRS (BRASIL, 2010a) define destinação final da seguinte forma:

destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010a, art 3º, inciso VII e VIII).

A destinação final dos RSU envolve um conjunto de atividades e processos com o objetivo de promover a reciclagem de alguns de seus componentes, como o plástico, o papelão, os metais e os vidros, além da transformação da matéria orgânica em composto, para ser utilizado como fertilizante e condicionador do solo ou ainda, em polpa ou briquete para a utilização como combustível, para somente então se proceder com a disposição final ambientalmente adequada, normalmente associada a aterros sanitários.

No contexto do gerenciamento de resíduos, conforme as prioridades estabelecidas pela PNRS (BRASIL, 2010a) outras formas de destinação final dos resíduos devem ser consideradas quando já se esgotaram todas as possibilidades de minimização, reutilização e reciclagem.

A minimização é obtida através da redução na fonte, que consiste em diminuir os resíduos a partir da sua não geração. Essa redução se faz por meio de alterações de hábitos, processos e/ou materiais, ou ainda, pelas opções de consumidor na aquisição de produtos.

A reutilização consiste no aproveitamento de certos materiais após o uso original. É o caso das embalagens, sobretudo de comestíveis, que, após vazias, passam a servir de recipientes para fins diversos.

A reciclagem significa trazer de volta ao ciclo produtivo, de forma artesanal ou industrial, materiais que foram descartados, empregando-os na fabricação de novos objetos, possibilitando que materiais considerados resíduos para o gerador passem a ser matérias-primas secundárias para outros indivíduos e para a sociedade como um todo.

O processo de reciclagem, como supracitado, pode ser realizado de forma artesanal ou industrial. A forma artesanal é utilizada em pequenas quantidades de materiais para fins educativos e artísticos. Já a reciclagem de grandes quantidades de materiais, normalmente, é realizada em instalações industriais.

Os materiais considerados potencialmente recicláveis são, principalmente, metal, vidro, papel/papelão e plástico. Para a reciclagem de cada um deles, há processos tecnológicos específicos.

Após a separação dos materiais recicláveis dos resíduos sólidos domésticos e comerciais, resta, essencialmente, material orgânico, que pode ser processado para se tornar um composto orgânico, por meio da compostagem.

A compostagem é um processo microbiológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal, sob condições adequadas, de forma a obter um composto orgânico que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem causar danos ao meio ambiente (D'ALMEIDA e VILHENA, 2000), podendo ser considerado como um processo de reciclagem da matéria orgânica.

Outra forma de tratamento dos resíduos bastante utilizada em alguns países é a incineração. Ela consiste em promover a combustão controlada dos RSU através de equipamentos projetados especificamente para este fim. Os incineradores empregam o ar como agente oxidante e operam a temperaturas superiores a 800°C. Nos países da Europa, Estados Unidos e Japão, há também plantas de incineração com aproveitamento energético.

Segundo Coelho (2011), a seleção da melhor tecnologia de tratamento a ser adotada a determinada situação deve considerar as características dos resíduos e dos produtos desse tratamento, além dos aspectos ambientais, econômicos e sociais relacionados a cada uma das tecnologias.

Uma gestão inadequada dos RSU em termos de formas de tratamento resulta em perdas econômicas e representa ameaças à saúde pública e aos recursos naturais (ABDULI, TAVAKOLLI e AZARI, 2013). Zhang, Tan e Gersberg (2010) afirmam que qualquer atividade de tratamento dos RSU não só diminui o total de resíduos gerados como também os custos com a disposição final dos mesmos.

O tratamento dos RSU nunca constitui um sistema de destinação final completo ou definitivo, pois sempre há um remanescente inaproveitável denominado de rejeito. Entretanto, as vantagens decorrentes dessas ações são de ordem ambiental, social e econômica. Entre os principais fatores favoráveis à sua adoção pode-se destacar a escassez de áreas adequadas para a disposição final e disputa das remanescentes com a população de menor renda, valorização dos componentes do RSU como forma de renda e conservação de recursos naturais e de energia e a diminuição do impacto ambiental associado à disposição inadequada.

- **Disposição Final**

Os RSU que não puderem ser recuperados ou tratados e os rejeitos resultantes dos diversos processos de tratamento devem ser encaminhados para a disposição final, sendo a forma mais usualmente indicada o aterro sanitário.

Conforme a PNRS (BRASIL,2010a) disposição final é definida da seguinte forma:

a disposição final ambientalmente adequada consiste na distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública, à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010a, art. 3º, inciso VII).

A operação do aterro sanitário consiste em compactar os rejeitos dispostos em camadas, sendo, ao final do dia, encerrada com uma camada fina de solo. Toda a base do aterro sanitário é impermeabilizada com argila ou manta plástica de alta durabilidade e recebe os drenos de percolados e de gases que serão formados pela decomposição anaeróbica do material orgânico presente nos resíduos depositados. O efluente líquido (chorume) é encaminhado para tratamento e o efluente gasoso (biogás) é queimado na saída do tubo de drenagem mitigando o grande potencial de efeito estufa em virtude do gás metano.

Segundo a ABRELPE (2016), do total de RSU coletados diariamente, 195.452 t/dia, a disposição final adotada pelos municípios em 2016 foi respectivamente de 58,4% (114.189 t/dia) em aterro sanitário, 24,2% (47.315 t/dia) em aterro controlado e 17,4% (33.948 t/dia) em lixão.

As unidades de disposição no solo para a destinação final dos resíduos ainda continuam sendo a técnica mais popular e mais praticada no gerenciamento de RSU no Brasil.

Por consistir ainda, na alternativa mais barata de disposição final, é a forma predominante em diversos países, porém, naqueles menos desenvolvidos, os locais de aterro se apresentam predominantemente na forma de lixões ou de aterros controlados.

## **2.4.2. Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil**

A geração de RCC tem aumentado muito nas últimas décadas, como consequência do desenvolvimento econômico em alguns países, incluindo o Brasil, na qual o aumento do crédito à população proporcionou o acréscimo na indústria da construção civil. A gestão eficiente destes resíduos durante a execução de uma obra é de fundamental importância para minimização da geração de tais resíduos, além de possibilitar melhor a sua utilização na reciclagem (BARROS, 2012).

Segundo Shamne e Nagalli (2016), no Brasil, 67% dos RSU gerados são compostos por RCC. E na União Europeia, 25 a 30% de todos os resíduos gerados são provenientes do setor de construção civil (MORAES, LIMA e LIMA, 2017).

A PNRS, em seu art. 13 (BRASIL, 2010a, art. 13, inciso I, alínea h) define os RCC como sendo: “os resíduos gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultados da preparação e escavação de terrenos para obras civis”.

Segundo a NBR 10.004 – Resíduos Sólidos: classificação (ABNT, 2004), os RCC são classificados como inertes, ou sejam, são quaisquer resíduos que

Quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme a ABNT NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor conforme o anexo G. (ABNT,2004, p.5).

Apesar de serem classificados como inertes pela norma da ABNT, estes resíduos podem apresentar contaminantes em sua composição e resultam em graves impactos ambientais, caso sejam dispostos de forma inadequada (MELO, CASTRO e REGIS, 2008).

No Brasil, a gestão dos RCC está regulamentada desde 2002, pela Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL,2002), que trata especificamente das questões dos RCC, estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos a serem adotadas pelos municípios e Distrito Federal na gestão local destes resíduos.

Posteriormente, a Resolução CONAMA nº 307/2002 (BRASIL, 2002) foi alterada pelas Resoluções nº 348/2004 (BRASIL, 2004) e nº 431/2011 (BRASIL, 2011) em relação à classificação dos RCC; pela Resolução nº 448/2012 (BRASIL, 2012) que modificou

definições e estabeleceu novos prazos para elaboração e implementação do Plano Municipal de Gestão de RCC (PMGRCC) contemplando os pequenos geradores; e, mais recentemente, pela Resolução CONAMA nº 469/2015 (BRASIL, 2015), que altera novamente a classificação dos RCC.

Os municípios e o Distrito Federal, a partir da Resolução CONAMA nº 448/2012, como instrumento de implementação da gestão dos RCC, deverão elaborar o PMGRCC em consonância com o PMGIRS. Nele deverão constar as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local. E também as diretrizes para os grandes geradores elaborarem os seus Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) (BRASIL, 2012). Logo, entende-se que a solução para a destinação dos RCC produzidos pelos pequenos gerados é de competência municipal.

Já os grandes geradores serão responsáveis por elaborar e implementarem o PGRCC em conformidade com o PMGRCC. Sendo que aqueles empreendimentos não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental deverão apresentar o PGRCC juntamente com o projeto do empreendimento para aprovação do poder público municipal (BRASIL, 2012).

- **Composição, Classificação e Caracterização**

A composição dos RCC depende das características específicas de cada localidade, tais como geologia, morfologia, disponibilidade dos materiais de construção, desenvolvimento tecnológico, entre outras, existindo uma grande heterogeneidade nos resíduos que são gerados em uma obra (LIMA e LIMA, 2009). Para seu gerenciamento, conforme consta no Quadro 2.3, a Resolução CONAMA nº 307/2002 classifica os RCC em quatro categorias e apresenta as formas de destinação de acordo com sua classificação e característica (BRASIL, 2002).

Na caracterização, o gerador deverá identificar os resíduos gerados, conforme sua classificação e quantificar tais resíduos (BRASIL, 2002) durante as diferentes etapas da obra. Esta fase é de suma importância para que haja o planejamento qualitativo e quantitativo da redução, reutilização, reciclagem e destinação final destes resíduos (LIMA e LIMA, 2009).

Quadro 2.3 – Classificação dos RCC

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO	EXEMPLOS
<b>Classe A</b>	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	Resíduos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; Resíduos de componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; Resíduos oriundos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios fios etc.).
<b>Classe B</b>	São os resíduos recicláveis para outras destinações.	Plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.
<b>Classe C</b>	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.	Lixas, massa corrida, massa de vidro, entre outros.
<b>Classe D</b>	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção.	Tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: BRASIL (2002,2004,2011,2015)

- **Triagem e Segregação**

Nesta etapa os resíduos são triados entre as diferentes classes apresentadas no Quadro 2.3. Segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002 (BRASIL, 2002) e Lima e Lima (2009), a triagem dos RCC, deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada em áreas de destinação licenciadas para essa finalidade.

A segregação facilita as etapas subsequentes, uma vez que o trabalho é realizado diretamente na fonte de geração, evitando a necessidade de uma segregação posterior, possivelmente mais onerosa, havendo também, um ganho de tempo no envio dos resíduos para o tratamento e destinação final dos rejeitos (SILVA et al., 2015).

- **Acondicionamento e Armazenamento**

O gerador é responsável por acondicionar os resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem (BRASIL, 2002).

Após o processo de segregação, os RCC devem ser acondicionados em recipientes distribuídos de forma estratégica no local da obra. Estes devem ser compatíveis com o tipo e quantidade de resíduos, de forma a evitar acidentes, a proliferação de vetores, minimização de odores e o impacto visual negativo (IBAM, 2001).

Os RCC são geralmente acondicionados, conforme Philippi Jr. e Aguiar (2005) e Lima (2012) em bombonas, bags, baias, caçambas estacionárias ou lixeiras comuns. Estes recipientes devem estar devidamente sinalizados informando o tipo de resíduos que cada um acondiciona visando a organização da obra e preservação da qualidade dos RCC.

- **Coleta e Transporte**

A coleta e transporte usualmente são realizados por empresas contratadas pelos geradores, devendo sempre seguir as normas técnicas vigentes. Já o transporte interno dos RCC na obra, geralmente, é feito pelos próprios operadores utilizando carrinhos de mão, condutor de entulhos, elevador de carga, sacos ou bags.

Silva et al. (2015) destaca a importância de implantar uma logística de transporte para remoção dos resíduos do local de geração para o tratamento ou destinação final, provendo acessos adequados, horários e controle de entrada e saída dos veículos, de maneira a combater o acúmulo excessivo dos resíduos, melhorando a organização local. Além disso, ressalta que as empresas transportadoras devem possuir licença ambiental para esta atividade específica, a ser emitida pelo órgão competente.

- **Tratamento e Disposição final**

Os RCC não poderão ser dispostos em aterros de RSU, em área de “bota fora”, em encostas, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei (BRASIL, 2012).

No Quadro 2.4 são apresentados os tratamentos e as disposições finais dos RCC por classe, conforme a Resolução CONAMA nº 307/2002 (BRASIL, 2002) e nº 448/2012 (BRASIL, 2012).

Quadro 2.4 – Tratamento e Disposição Final por classe de RCC

CLASSIFICAÇÃO	TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL
<b>Classe A</b>	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados, ou encaminhados às áreas de aterro de RCC (aterros classe A).
<b>Classe B</b>	Reutilização/reciclagem ou encaminhamento às áreas de armazenamento temporário.
<b>Classe C</b>	Armazenamento, transporte e destinação final conforme normas técnicas específicas.
<b>Classe D</b>	Armazenamento, transporte, e destinação final conforme normas técnicas específicas.

Fonte: BRASIL (2002, 2012)

### 2.4.3. Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde

Os RSS por muito tempo foram conhecidos como resíduos hospitalares, porém, com a nova terminologia, passou a englobar todos os serviços de saúde na definição, tais como os resíduos gerados nos hospitais, clínicas veterinárias, clínicas em geral, laboratórios de análises clínicas, ambulatórios entre outros, gerando uma grande diversidade (BARROS, 2012).

Em decorrência desta diversidade e por englobar resíduos com características de periculosidade e patogeneicidade, é imprescindível que haja o correto gerenciamento destes resíduos, principalmente no interior das unidades, de forma a minimizar os resíduos e os impactos que o mau gerenciamento pode ocasionar tanto ao meio ambiente quanto à saúde pública, além de reduzir os custos econômicos associados à sua gestão (VENTURA, REIS e TAKAYANAGUI, 2010; XIN, 2015).

A PNRS, em seu art. 13 (BRASIL, 2010a, art. 13, inciso I, alínea g) define os RSS como sendo: “os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS”.

É importante destacar que, do total de RSU gerados diariamente nos municípios brasileiros, os RSS representam de 1 a 3% (BARTHOLOMEU e CAIXETA-FILHO, 2011).

O gerenciamento dos RSS, conforme a Resolução CONAMA nº 358/2005 (BRASIL, 2005) e a RDC ANVISA nº 222/2018 (BRASIL, 2018), é de responsabilidade dos geradores, desde de sua geração até a sua disposição final.

Os estabelecimentos geradores, independentemente de seu porte ou de seu caráter, isto é, se privados ou públicos, precisam planejar e executar de forma adequada todas as etapas que garantam a eficiência do gerenciamento dos RSS (FERREIRA, 2014).

Os geradores devem elaborar e implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), em conformidade com as legislações e normas vigentes (BRASIL, 2005). No entanto, segundo BRASIL (2006), para que o gerenciamento dos RSS - dentro e fora dos estabelecimentos geradores - seja eficaz é fundamental que o poder público se envolva, estabelecendo legislações e regulamentos sobre a gestão dos RSS, assumindo o seu papel de gestor local.

O PGRSS, de acordo com a Resolução RDC ANVISA nº 222/2018 (BRASIL, 2018) deverá descrever todas as ações relativas ao manejo dos RSS, observadas suas características e riscos, no âmbito dos estabelecimentos, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final.

- **Composição, Classificação e Caracterização**

Os RSS possuem uma composição variada conforme suas características biológicas, físicas e químicas, sendo fundamental que seu gerenciamento seja realizado de maneira diferenciada e com cuidados especiais (FERREIRA, 2014). Portanto, segundo Teixeira (2004), a etapa de classificação dos RSS é de extrema importância para se conhecer as características considerando sua origem, natureza física, química ou biológica e o potencial de risco, de forma a promover a gestão eficiente destes resíduos, evitando danos à saúde pública e ao meio ambiente.

Os RSS são geralmente classificados como infectantes, especiais e comuns. Os infectantes, por suas características de origem, contêm microrganismos patogênicos. Os resíduos especiais podem apresentar outras características de periculosidade, como radioatividade e toxicidade. E os comuns, são aqueles com características compatíveis aos resíduos domésticos (PHILIPPI Jr. e AGUIAR, 2005).

A Resolução CONAMA nº 358/2005 (BRASIL, 2005) e a RDC ANVISA nº 222/2018 (BRASIL, 2018) classifica os RSS em grupos:

- ✓ **Grupo A:** resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção;
- ✓ **Grupo B:** resíduos contendo produtos químicos que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade;
- ✓ **Grupo C:** rejeitos radioativos;
- ✓ **Grupo D:** resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares;
- ✓ **Grupo E:** resíduos perfurocortantes ou escarificantes.

- **Triagem e Segregação**

De acordo com a Resolução RDC nº 222/2018 (BRASIL, 2018), a segregação consiste na separação dos RSS no local de geração, segundo suas características físicas, químicas, biológicas, o seu estado físico e os riscos envolvidos, seguindo a classificação dos grupos apresentados acima. Esta etapa é de fundamental importância para reduzir o volume de resíduos perigosos e a incidência de acidentes ocupacionais, dentre outros benefícios à saúde pública e ao meio ambiente.

- **Acondicionamento e Armazenamento**

O acondicionamento e o armazenamento dos RSS deverão ser realizados conforme suas características físicas e em recipientes que os suportem física e quimicamente e é de responsabilidade dos estabelecimentos geradores.

A Resolução RDC ANVISA nº 222/2018 (BRASIL, 2018), estabelece que o acondicionamento de ser realizado em sacos constituídos de material resistente à ruptura e vazamento, impermeável, respeitados os limites de peso de cada saco, sendo proibido o seu esvaziamento ou reaproveitamento.

As duas formas de acondicionamento para os RSS usualmente utilizadas conforme Ferreira (2014) são em sacos plásticos com cores específicas para cada grupo de resíduos e as caixas próprias para materiais perfurocortantes.

Todos os recipientes utilizados para acondicionar os RSS devem ser identificados, de forma a permitir o reconhecimento do tipo de resíduos contidos neles. A identificação deve seguir o estabelecido na Resolução RDC ANVISA nº 222/2018.

Os estabelecimentos, segundo a Resolução CONAMA nº 358/2005 (BRASIL, 2005) e a Resolução RDC ANVISA nº 222/2018 (BRASIL, 2018) deverá armazenar temporariamente os recipientes contendo os resíduos já acondicionados, em locais próximos a geração, de forma a facilitar a coleta interna e otimizar o deslocamento entre os pontos gerados e o local da coleta externa. Já o armazenamento externo deverá ser em ambiente exclusivo até a realização da coleta externa, com acesso facilitado para os veículos coletores. Tanto os locais de armazenamento temporário quanto as áreas externas devem ser construídos conforme as normas e legislações vigentes.

- **Coleta e Transporte**

No gerenciamento dos RSS, há duas etapas de coleta e transporte (BRASIL, 2006):

- ✓ **Interna** – que consiste no traslado dos resíduos do ponto de geração até o local de armazenamento temporário;
- ✓ **Externa** – que consiste na remoção dos resíduos do local de armazenamento temporário até a unidade de tratamento ou disposição final.

A coleta interna dos RSS deve ser planejada considerando os seguintes fatores: tipo de RSS, volume gerado, roteiros, dimensionamento dos abrigos, regularidade, frequência de horários da coleta externa, números de funcionários e equipamentos disponíveis (BRASIL,2005,2018a).

Os equipamentos para transporte interno (carros de coleta) devem ser constituídos de material rígido, lavável, impermeável e providos de tampa articulada ao próprio corpo do equipamento, cantos e bordas arredondados. Também devem ser identificados com o símbolo correspondente a cada tipo de resíduo (BRASIL,2005,2018a).

A operacionalização da coleta externa dos RSS deve considerar os seguintes fatores: roteiro, frequência e horários; características dos meios de transporte; carga e descarga; manutenção e desinfecção de equipamentos e utensílios; medidas de segurança; capacitação do pessoal envolvido e exigências legais tais como licenciamento de transporte, responsabilidade técnica e etc. (BRASIL, 2002b).

Para o transporte externo dos RSS deverão ser utilizados veículos apropriados de pequeno e grande porte de acordo com as especificações técnicas do município. Geralmente são utilizados dois tipos de carrocerias montadas sobre chassi de veículos e do tipo furgão, ambas sem ou com baixa compactação para evitar que os sacos se rompam (BRASIL, 2006).

- **Tratamento e Disposição Final**

Segundo Diaz, Savage e Eggerth (2005) as técnicas de tratamento e disposição final, após a classificação da periculosidade do resíduo e obtenção de licenciamento para tal, geralmente residem no uso de autoclave, micro-ondas, aterro sanitário, incineração e demais formas de tratamento térmico para desinfecção química.

O tratamento e a disposição final específicos para cada tipo de resíduo estão descritos nas Resoluções CONAMA nº 358/2005 (BRASIL, 2005) e RDC ANVISA nº 222/2018 (BRASIL,2018a).

É importante ressaltar ainda que, conforme a Resolução CONAMA nº 358/2005 (BRASIL, 2005), os RSS classificados no Grupo A não podem ser reciclados, reutilizados ou reaproveitados, até mesmo para alimentação animal. E as características dos RSS pertencentes ao Grupo B são contidas na Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ).

A reciclagem, recomendada para alguns tipos de resíduos, somente será possível, se for realizada uma segregação rigorosa de acordo com as áreas de origem e a circulação nos estabelecimentos. Os resíduos provenientes dos refeitórios e escritórios administrativos podem ser reciclados, desde que não tenham contato com os resíduos de salas de cirurgia (PHILIPPI Jr. e AGUIAR, 2005).

## 2.5. Panorama Brasileiro e os Desafios dos Resíduos Sólidos

O processo de urbanização promove o desenvolvimento e ampliação dos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos (NAGASHIMA et al., 2011). No Brasil, a gestão dos resíduos sólidos é um grande desafio a ser enfrentado pelo poder público, setor privado e pela população, pois por ser tratar de um país ainda em desenvolvimento, as cidades estão em processo de urbanização e apresentam *déficits* na questão financeira e administrativa para promover a infraestrutura e os serviços básicos essenciais como: água, esgoto, coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos, de forma a assegurar o controle da qualidade ambiental para a população (JACOBI e BESEN, 2011).

Segundo Meystre (2016), no Brasil assim como em outros países, os dados referentes aos resíduos sólidos são escassos e conflitantes. Além da extensão do território brasileiro, a quantidade de municípios, mais de 5.500, também é um dos fatores que contribuem para o aumento da dificuldade no levantamento de dados e na elaboração de estudos mais aprofundados que detalham a real situação da gestão dos resíduos no país.

Os países em desenvolvimento vêm vivenciando uma rápida urbanização nas últimas três décadas (WANG et al., 2016). Este processo tem como consequência um desenvolvimento significativo da geração de RSU. As principais razões da magnitude de geração dos RSU são o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), industrialização, crescimento populacional (LINZNER e SALHOFER, 2014), urbanização e aumento do padrão de qualidade de vida do país (BATOOL et al., 2008).

De acordo com ABRELPE (2017), a geração total de RSU no Brasil, no ano de 2017, foi de 78,4 milhões de toneladas, o que representa um aumento em cerca de 1% em relação a 2016. No período de 2016 a 2017 a população brasileira registrou um aumento de 0,75%, enquanto que a geração per capita de RSU apresentou aumento de 0,48%, sendo a média de 1,035 kg/hab/dia. Este valor é menor que a média de 2,2 kg/hab/dia registrado para Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012), compreendida em sua maioria por países desenvolvidos. A quantidade e composição dos resíduos revelam hábitos de consumo e descarte dos moradores que ainda não refletiram medidas implementadas para reduzir a geração.

Do total de RSU gerados no ano de 2017, foram coletados 71,6 milhões de toneladas, registrando um índice de cobertura de coleta de 91,2% para o país (ABRELPE, 2017). No entanto, estes dados revelam que 6,9 milhões de toneladas de resíduos gerados no país não

foram coletados, sendo portanto destinados de forma inadequada e, conseqüentemente, causando problemas ambientais e de saúde pública.

O estudo realizado pela ABRELPE (2017) mostrou também que 3.923 municípios apresentam iniciativa de coleta seletiva, no entanto, na maioria destes municípios, esta coleta não abrange toda área urbana.

Já em relação ao índice de disposição final de RSU, segundo a ABRELPE (2017), não houve avanço em relação ao ano anterior, mantendo praticamente a mesma proporção. Do montante de RSU coletados 59,1 % são destinados a aterros sanitários e 40,9% para locais inadequados (lixões ou aterros controlados). Analisando, estes dados, podemos observar que apesar da PNRS (BRASIL, 2010) obrigar os municípios brasileiros a erradicar os lixões, estes ainda estão presentes, juntamente com os aterros controlados, em todas as regiões do país, trazendo diversos impactos negativos para o meio ambiente e saúde da população.

O relatório anual intitulado “Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos 2017” realizado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) é elaborado com base nas informações prestadas pelos órgãos gestores, em 2017, obteve uma participação 3.441 municípios correspondendo a um percentual de 62,5% dos municípios brasileiros. Para esse ano, foi estimado que a despesa total média com o manejo de resíduos sólidos em relação à população urbana, é de R\$ 121,62 por habitante, partindo de um patamar médio de R\$ 91,84 para municípios de 30 a 100 mil habitantes e chegando ao R\$ 229,63 no caso das duas maiores metrópoles brasileiras, Rio de Janeiro e São Paulo (BRASIL, 2019).

Estes valores, quando comparados com estudos elaborados pelo PwC (PWC/SELUR/ABLP, 2010), mostram que o valor médio anual gasto com o gerenciamento dos RSU nos municípios brasileiros é significativamente menor do que o valor médio anual gasto nas cidades internacionais, que é de R\$ 480,17. Outra comparação importante que o estudo mostrou foi que as cidades internacionais produzem aproximadamente 20% a mais de RSU por habitante e investem cerca de cinco vezes mais em limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos em comparação com as cidades brasileiras. O trabalho cita, a exemplo de comparação, a cidade de Tóquio, que gera cerca de 400 kg/hab/ano, bem próximo dos 350 kg/hab/ano gerados em São Paulo, porém com um custo público por habitante com a limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de 13 vezes maior.

Além dos RSU, os municípios também acabam sendo responsáveis pelos RCC e RSS. Contudo, deveriam gerenciar somente os gerados pelas prefeituras e pelos pequenos geradores, mas na realidade acabam por responsabilizar-se pelos que seriam legalmente obrigação dos

geradores, desde da coleta até a disposição final, conforme dispõe a legislação e as normas vigentes.

Conforme dados da ABRELPE (2017), 4.518 municípios brasileiros prestaram os serviços de coleta, tratamento e disposição final de 256.941 toneladas de RSS, o equivalente a 1,2 kg por habitante/ano, que representa cerca de 0,3% do total de RSU coletados no mesmo período.

A legislação aplicável aos RSS exige que os geradores deem tratamento específico previamente à sua disposição final para determinadas classes de RSS gerados, porém, cerca de 27,6% dos resíduos gerados nos municípios brasileiros em 2017, foram destinados sem tratamento prévio, representando risco direto aos trabalhadores, à saúde pública e ao meio ambiente. Do restante dos RSS coletados 47,6 % foram destinados para incineração, 2,7% para tratamento por micro-ondas e 22,1% para autoclave. (ABRELPE, 2017).

Em relação aos RCC, os municípios no ano de 2017, coletaram cerca de 45 milhões de toneladas, ou seja, 123.421 toneladas por dia, o que representa 0,594 kg/hab/dia, registrando uma queda de 0,1% em relação a 2016. Esta situação é preocupante, exigindo maior atenção dos gestores municipais, uma vez que a quantidade gerada destes resíduos é maior do que a coleta, pois os municípios, via de regra, só coletam os resíduos abandonados nos logradouros públicos (ABRELPE, 2017).

## **2.6. Panorama Mundial dos Resíduos Sólidos**

A questão dos resíduos sólidos constitui um desafio para a gestão das cidades que buscam a sustentabilidade, pois sem a gestão e o gerenciamento adequados dos resíduos não há desenvolvimento sustentável.

Os gestores públicos de todo o mundo, tem-se preocupado com a gestão dos resíduos sólidos, nas últimas décadas, buscando soluções que visem diminuir os impactos gerados pelo de resíduos. O total de resíduos gerados pela população urbana do mundo é de 1,3 bilhões de toneladas por ano, representando 1,2 kg/hab./dia (SARTORI,2016). E, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), este valor irá aumentar para 2,2 bilhões de toneladas até o ano de 2025.

Uma pesquisa realizada pela *PricewaterhouseCoopers* (PwC) (PWC/SELUR/ABLP, 2010) levantou as gerações per capita de importantes cidades internacionais e comparadas com algumas capitais dos estados brasileiros, observando-se que a geração per capita nacional, que produz em média 350 kg/hab/ano de RSU, fica abaixo da média mundial, 550

kg/hab/ano. O estudo ainda avaliou que as diferenças de produção per capita encontradas estão associadas aos diferentes níveis de consumo e poder aquisitivo da população inserida nas regiões geográficas.

Segundo Simmons et al. (2006), os Estados Unidos são o país que mais gera resíduos, sendo estes gerados por apenas cerca de 5% da população mundial. O manejo dos resíduos sólidos no país envolve operações unitárias, como afirma Kollikkathara e Stern (2008). Esse fato significa que o processo é dividido em fases, de maneira que os investimentos e os impactos são avaliados separadamente. Essas fases são principalmente: controles de geração de resíduos, programa de coleta, transporte, processamento (incluindo a reciclagem), incineração e aterros sanitários.

Conforme Sartori (2016), os Estados Unidos geram em média 624 mil toneladas por dia, que representa 2,5 kg/hab/dia, seguido da Noruega, que produz no mesmo nível. A Itália gera em média 2,23 kg/hab./dia. A previsão é que esta geração de resíduos aumente nestes países, com destaque para China, que deve aumentar em três vezes sua quantidade atual de 520 milhões de toneladas.

A Alemanha é referência na gestão municipal dos resíduos sólidos, sendo líder mundial em reciclagem e reaproveitamento, reciclando 63% de todos RSU (46% por reciclagem e 17% por compostagem), contra uma média continental de 25%. O país quer alcançar até o final da década, a recuperação completa e de alta qualidade dos resíduos sólidos urbanos, zerando a necessidade de disposição final em aterros sanitários. Ressalta-se ainda, que os recursos aplicados na gestão, desde século XIX, são provenientes das taxas municipais de coleta de resíduos pagas pela população, que nesta época já dispunham de recipientes apropriados para acondicionamento dos resíduos gerados (EIGENHEER, 2009; WESTMORELAND, 2014 e SARTORI, 2016).

De acordo com Westmoreland (2014), o Japão também pode ser considerado um exemplo na gestão dos resíduos sólidos. A GRS é dotada de um sistema moderno, baseado nos conceitos de reduzir, reciclar e reaproveitar.

Na Suécia, devido à alta geração de resíduos, em média de 1,6 kg/hab./dia, a gestão de resíduos sólidos tem sido uma prioridade para os gestores municipais. Uma das mais inovadoras iniciativas foi a instalação de coleta a vácuo subterrânea na cidade de Estocolmo no ano de 1961. Com este sistema, o país tem uma economia de 30% a 40% nos gastos municipais com o serviço de coleta (WESTMORELAND, 2014).

Em relação aos RCC, a sua gestão possui um fluxo prioritário na União Europeia (UE), com elevado potencial de reciclagem e reutilização. Conforme os relatórios UE, as

tecnologias para a separação e recuperação de RCC são acessíveis e baratas na Europa. Considerando todos os países pertencentes à União Europeia, são gerados mais de 800 milhões de toneladas de RCC por ano. De acordo com as regras da UE, os Estados-Membros devem tomar as medidas necessárias para que até 2020 haja uma redução de 70% do total de RCC por eles produzidos (UE, 2016).

No Canadá há iniciativas voluntárias da indústria da construção para realizar a gestão dos RCC, como a *Construction Resources Initiative Council*, que determinou que até 2030 estes resíduos não poderão ser encaminhados para aterros (CCME, 2014).

Segundo ABRELPE (2010), em relação aos RSS há uma grande preocupação mundial devido aos riscos impostos ao meio ambiente e à saúde pública. Tradicionalmente os países utilizam a incineração, no entanto, devido aos problemas de emissões de gases por este tipo de tratamento e o custo elevado, os países desenvolvidos têm buscado outras alternativas para o tratamento destes resíduos (projetos utilizando calor, produtos químicos, micro-ondas, entre outros). Entretanto, os países em desenvolvimento, como África e Ásia, estão aumentando o número de incineradores instalados, normalmente com controle inadequado ou sem controle nenhum da poluição atmosférica.

A questão dos resíduos não é um assunto que deve ser tratado de forma linear. É importante frisar que sua gestão será realizada de diferentes formas, dependendo das tecnologias disponíveis, dos recursos, do contexto histórico, entre outros fatores.

É imprescindível o investimento em novos estudos e na utilização de tecnologias. Considerando que muitos países no mundo, incentivados por doenças ou pela quantidade reduzida de espaço, fizeram grandes avanços, destinando grande parte de seu orçamento em ações que priorizem o saneamento básico e saúde pública, desenvolvendo novas tecnologias, que com cautela e adaptações a realidade local, podem ser aplicadas em diferentes localidades do mundo.

### **3. ÍNDICE E INDICADORES**

Neste capítulo são apresentados os conceitos de Índices e Indicadores, e dos Indicadores para Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

#### **3.1. Definição de Índices e Indicadores**

A Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2005) define indicador geralmente como uma medida quantitativa que pode ser utilizada para ilustrar e comunicar fenômenos complexos de maneira simplificada ao longo do tempo, fornecendo uma pista para uma questão de maior relevância ou tornando perceptível uma tendência ou fenômeno não imediatamente identificado.

Em outras palavras, Malheiros, Coutinho e Philippi Jr. (2013) definem os indicadores como uma medida que resume informações importantes sobre determinado fenômeno, ou seja, aquilo que está sendo efetivamente medido possui um significado maior do que simplesmente o valor associado a essa medição, sempre dentro da proposta do uso do indicador na tomada de decisão.

A principal função de um indicador, segundo Donnelly et al. (2007) é reduzir o volume e a complexidade das informações requeridas pelos tomadores de decisão. Eles ajudam a enxergar as ligações entre os diferentes aspectos do desenvolvimento dentro dos vários níveis em que eles coexistem e entender a interação entre eles (OECD, 2006).

Philippi Jr., Malheiros e Aguiar (2005) acrescentam ainda que os indicadores devem fornecer informações que não necessitam de maiores interpretações, enquanto os índices representam a agregação de indicadores.

Já os índices são definidos como sendo o resultado de uma formulação matemática a partir de um conjunto de indicadores, que propiciam uma visão geral de fenômenos que dependem de um grande número de variáveis (USEPA, 2001).

##### **3.1.1. Indicadores para a GIRS**

A GIRS envolve diversos aspectos e os problemas associados não se restringem às questões de minimização de resíduos, conservação de recursos ou a aplicação da melhor técnica de tratamento, englobando também os aspectos sociais e políticos (HSU, 2006; JOOS et al., 1999).

Os municípios, como citado anteriormente, são responsáveis pela GIRS gerados em seus respectivos territórios, devendo obedecer às diretrizes estabelecidas nas legislações

vigentes. E como forma de auxiliá-los no diagnóstico das condições de GIRS, avaliando e monitorando as ações implantadas, os índices e os indicadores se configuram como excelentes ferramentas.

Os indicadores têm sido utilizados também como forma de melhorar a base de informações sobre o meio ambiente, auxiliar a elaboração de políticas públicas, simplificar estudos e relatórios e assegurar a comparabilidade entre diferentes regiões (IBGE, 2015; MILANEZ e TEIXEIRA, 2003). A adoção de um sistema de indicadores, adaptado às especificidades da gestão municipal integrada dos resíduos sólidos, pode auxiliar os administradores municipais na definição das prioridades, direcionando os investimentos públicos, que são limitados, para a implementação de ações prioritárias (POLAZ e TEIXEIRA, 2009).

Dentre os indicadores mais utilizados no Brasil e no mundo relacionados à gestão integrada de resíduos sólidos, pode-se citar, segundo Polaz e Teixeira (2009), o que mede a quantidade gerada de resíduos/habitante/tempo. Outro indicador, também muito utilizado, de acordo com Xarxa (2000) se refere à recuperação de resíduos municipais, percebido como o conjunto de operações (reciclagem, reutilização e/ou compostagem) que permite o aproveitamento total ou parcial dos resíduos. Seu cálculo percentual é feito a partir da razão entre o total anual de resíduos municipais recuperados e o total anual de resíduos municipais gerados.

Polaz e Teixeira (2009) ainda ressaltam que no setor de saneamento ambiental, especialmente para os municípios de pequeno e médio porte, é premente a necessidade de intensificar a participação do poder público, em diferentes esferas, quanto à implementação de programas com vistas a aperfeiçoar as condições e as ferramentas de gestão dos seus resíduos sólidos.

Na literatura foram identificados estudos sobre a construção e levantamento de indicadores de gestão de RSU, RCC e RSS. A seguir serão descritos alguns trabalhos encontrados.

Santiago e Dias (2012) identificaram 42 indicadores aplicáveis a GRSU. Estes indicadores foram englobados em seis dimensões: política, tecnológica, econômica/financeira, ambiental/ecológica, conhecimento (educação ambiental e mobilização social) e inclusão social. Os indicadores foram organizados em uma matriz preliminar, a qual passou por um processo de validação externa, com especialistas, por meio do método Delphi.

Parekh et al. (2014) em seu estudo, por meio de entrevistas com especialistas da área de gestão de resíduos, identificaram 44 indicadores sobre RSM, para avaliar o desempenho da

gestão na Índia. Estes indicadores foram classificados em oito principais áreas da gestão de resíduos sólidos: cobertura (área de abrangência); transporte; disposição; reclamação do consumidor; unidade de custo; resultados; segregação/recuperação/reciclagem; e aspectos ambientais.

Yuan (2013) identificou 30 indicadores que afetavam o desempenho da gestão dos RCC sob uma perspectiva holística. Os indicadores foram classificados em quatro grupos: geração de RCC; performance econômico; performance ambiental e performance social.

Ventura, Reis e Takayanagui (2010) realizaram um estudo propondo um modelo de avaliação do gerenciamento de RSS em estabelecimento de saúde utilizando indicadores de desempenho qualitativos, que passaram por uma avaliação de especialistas que os classificaram em ordem de importância, com o uso da matriz de avaliação do método AHP.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), com o intuito de monitorar a qualidade ambiental referente aos resíduos sólidos nos municípios do estado de São Paulo desenvolveu um Índice de Qualidade de Resíduos (IQR). Este índice expressa as condições ambientais dos locais de destinação e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, de saúde e de construção civil, por meio dos Índices de Qualidade do Aterro de Resíduos (IQR), Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos em Valas (IQR –Valas) e Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem (IQC) (CETESB, 2018).

De acordo com inventários elaborados pela CETESB (2018), a aplicação destes índices tem contribuído para melhorar a qualidade ambiental nos municípios, no que se refere ao tratamento e/ou disposição dos resíduos, fornecendo orientações técnicas, elaborando e/ou revisando normas técnicas e resoluções, bem como contribuído na elaboração de legislações ambientais específicas e adequações dos sistemas de resíduos.

## 4. ABORDAGEM MULTICRITÉRIO

Neste capítulo são apresentados os conceitos e os métodos multicritérios de apoio à decisão, bem como a aplicação dos mesmos na área ambiental, com destaque para o método AHP.

### 4.1. Definição e Métodos de Multicritérios de Apoio à Decisão

A decisão é um processo de análise e escolha entre várias alternativas disponíveis do curso de ação (estratégias), que a pessoa deverá seguir. Toda decisão envolve os seguintes elementos: tomador de decisão, objetivo, preferências, estratégias, situação e resultado (FREITAS, MARINS e SOUZA, 2006).

Segundo Gomes e Gomes (2014) a decisão precisa ser tomada sempre que se está diante de um problema que possui mais de uma alternativa para sua solução, cabendo ao tomador da decisão avaliar a situação em que está inserido, identificando um problema ou oportunidade e selecionando uma linha de ação para direcionar corretamente todo o processo, buscando atingir seus objetivos por meio da adoção de algumas estratégias. As principais características da abordagem multicritério são: processos decisórios complexos e neles existem vários atores envolvidos que definem os aspectos relevantes do processo de decisão; cada ator tem sua subjetividade (juízo de valores); reconhece os limites da objetividade e considera as subjetividades dos atores; tem como pressuposto que o problema não está claramente definido nem bem estruturado.

O processo de decisão requer a existência de um conjunto de alternativas factíveis para sua composição, em que cada decisão tem associado um ganho e uma perda (GOMES e GOMES, 2014). Uma proposta de Oliveira e Martins (2015) é dividir este processo em duas fases: a análise do sistema em estudo e a avaliação do sistema.

- **Análise do sistema em estudo:** identifica, caracteriza e hierarquiza os principais atores intervenientes, explicando as alternativas de decisão potenciais que se pretende comparar entre si em termos dos seus méritos e desvantagens em face de um conjunto de critérios de avaliação, definidos de acordo com os pontos de vista dos atores envolvidos;
- **Avaliação do sistema:** tem por finalidade esclarecer a escolha, recorrendo à aplicação de métodos de múltiplos critérios para embasar a modelagem para o apoio à decisão, mostrando quais os parâmetros de maior influência.

A racionalidade está inerente neste processo de escolha da melhor estratégica para tomada de decisão, a fim de obter os melhores resultados. Desta forma, as decisões de ordem estratégica e de planejamento a longo prazo normalmente envolvem métodos multicritérios como ferramenta.

As técnicas de avaliação por multicritérios no campo de pesquisa operacional começaram a surgir na década de 70, como métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD). Estes métodos utilizam abordagens quantitativas e qualitativas diferenciada para os problemas complexos com vários decisores envolvidos na definição dos aspectos relevantes, passando a atuar sob a forma de auxílio à decisão, incorporando os valores do decisor nos modelos de avaliação (GUARNIERI et al., 2015; GOMES e GOMES, 2014; FREITAS, MARINS e SOUZA, 2006).

Conforme Gomes e Gomes (2014), a abordagem do problema de decisão, sob o enfoque do Apoio Multicritério à decisão, não visa apresentar ao decisor ou aos decisores uma solução ótima, mais sim apoiar o processo decisório, pelas recomendações de ações ou cursos de ações a quem vai tomar a decisão.

A aplicação da metodologia multicritério é complexa e desafiadora, envolve vários tomadores de decisão, múltiplos critérios de seleção, incerteza e imprecisão. Em alguns casos são desenvolvidos algoritmos alternativos, utilizados para resolver os problemas associados (WIBOWO e DENG, 2013). O desenvolvimento de técnicas multicritérios é multidisciplinar, envolvendo diversas áreas como: ciências comportamentais, economia, estatística e informática (SISKOS, MATSATSINIS e BAOURAKIS, 2001).

De acordo com Marins, Souza e Barros (2009) os métodos multicritérios agregam valor na tomada de decisão, não só pelo fato de permitirem a abordagem de problemas considerados complexos, mas também por conferirem ao processo de tomada de decisão uma clareza e transparência não disponíveis quando outros procedimentos ou métodos de natureza monocritérios são utilizados.

Para Malczewski (1999), em geral, problemas de tomada de decisão multicriterial envolve seis componentes: objetivo; decisor (es); conjunto de critérios de avaliação; conjunto de alternativas; conjunto de estados da natureza; e conjunto de resultados ou consequências das decisões.

Os métodos apoio à decisão multicritério derivam de duas correntes principais, a americana, denominada *Multicriteria Decision Making* (MCDM) e a francesa ou europeia *Multicriteria Decision Analysis* (MCDA) (LIMA, 2007).

De acordo com Barbieri, Inácio e Lima (2016), a utilização de técnicas multicritério pode ser de natureza simples ou combinada, além de constar na literatura uma diversidade de metodologias que propõem o uso destas técnicas combinado com diferentes abordagens. Em relação aos modelos simples, eles geralmente são divididos em três grupos (ZABEO et al., 2011; GUARNIERI et al., 2015):

- **Teoria da utilidade multiatributo**: provém da escola americana. Os tomadores de decisões preferem/optam por uma alternativa particular, quando avaliam um conjunto de critérios ou indicadores que são agregados em um único valor de utilidade e são realizados de maneira aditiva (com trade-offs), geram uma pontuação para cada alternativa com base em critérios de desempenho e, portanto, as melhores alternativas avaliadas são aquelas que obtêm a melhor pontuação. Alguns métodos desta abordagem podem ser citados: MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*), SMART (*Simple Multiattribute Rating Technique*), TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) e AHP (*Analytic Hierarchy Process*).
- **Métodos de priorização**: provém da escola francesa ou européia. O seu principal objetivo é construir relações binárias que representam a preferências dos tomadores de decisão baseada na informação disponível entre os critérios (sem trade-offs). Usando uma comparação pareada, há uma alternativa que é superior em todos os critérios, estabelecendo uma relação de superação no confronto entre duas alternativas. Os principais métodos desta abordagem são da família ELECTRE (*Elimination and Choice Translating Algorithm*) e PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*).
- **Métodos interativos**: Estes métodos são desenvolvidos principalmente através da MOLP (Programação linear multiobjetivo), que são caracterizados por etapas computacionais que, por serem interativas, permitem trade-offs. Os métodos procuram uma alternativa que seja claramente superior em todos os objetivos estabelecidos (dominante), o que resulta na agregação de preferências dos tomadores de decisão após cálculos matemáticos, avaliação interativa e sucessiva dessas soluções e, uma possível mudança na estrutura de preferências, considerando a nova informação disponível. Alguns métodos desta abordagem podem ser citados: STEM (*Step Method*), ICW (*Interval Criterion Weights*), PARETO RACE e TRIMAP (métodos de aprendizagem em programação linear tricritério).

Segundo Zabeo et al. (2011) os métodos de apoio à decisão multicritério podem ser classificados ainda, com relação ao número de alternativas em: MADM (*Multiple Attribute Decision Making*) para casos finitos e MODM (*Multiple Objective Decision Making*) para o caso infinito. A abordagem MADM propicia soluções mais factíveis e passíveis de implementação, já a MODM é um processo complexo que em muitos casos é impossível de implementar a solução na prática (LIMA Jr., OSIRO e CARPINETTI, 2013).

Os métodos de apoio à decisão multicritério diferem na forma como as preferências em relação aos vários atributos são especificados e na maneira como as alternativas são ordenadas (CAFISO et al., 2002). A escolha do método, segundo Lima, Ramos e Júnior (2009), faz parte da estruturação do problema e os tomadores de decisão precisam estar plenamente de acordo com o método escolhido.

O apoio a decisão caracteriza-se por ser um processo desenvolvido por etapas. Quando este processo apresenta um grande número de decisores com posições divergentes este passa a ser um processo de negociação, exigindo um certo formalismo a fim de manter a estrutura do processo (LUPATINI, 2002). Deve-se estabelecer uma relação de preferências (subjetivas) entre as alternativas que estão sendo avaliadas/priorizadas/ordenadas sob a influência de vários critérios, no processo de decisão (GOMES e GOMES, 2014). As principais etapas para o desenvolvimento deste processo basicamente são: definição de critérios de avaliação ou indicadores; normalização dos valores dos critérios; definição dos pesos de cada critério; e combinação dos critérios para avaliação dos cenários (MACHADO, 2010).

## **4.2. Aplicação dos Métodos de Multicritérios de Apoio à Decisão na Área Ambiental**

A análise multicritério tem sido um ferramenta frequentemente utilizada na solução de problemas ambientais, uma vez que, a gestão ambiental pode ser entendida como um processo de tomada de decisões que devem repercutir positivamente sobre a variável ambiental. Esta análise é capaz de integrar as diferentes perspectivas dos atores envolvidos. É útil, ainda, para avaliar diferentes opções ou alternativas, considerando diferentes critérios muitas vezes conflitantes (DORSAL, VIGURI e ANDRES, 2013).

Há características na análise multicritério que a tornam adequada na gestão ambiental e de resíduos, como: sua eficácia em análises complexas, a flexibilidade no trabalho com dados qualitativos e quantitativos, e sua capacidade de considerar várias partes interessadas (MENDOZA e MARTINS, 2006). Milutinović et al. (2014) acrescentam ainda que pelo fato

da questão da gestão ambiental e de resíduos envolver critérios ambientais, econômicos e sociais, que são parcialmente ou completamente conflitantes, de natureza diversas e expressos em unidades diferentes, a análise de decisão multicritério se apresenta como o método mais adequado, permitindo o uso de de critérios qualitativos e quantitativos e a participação de diferentes grupos de tomadores de decisão com objetivos distintos na tomada de decisão.

Costa (2008) utilizou a análise multicritério de apoio à decisão para criar um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), sendo que este apresenta escalas de avaliação para cada indicador, permitindo verificar o desempenho em relação as metas pré-estabelecidas e realizar análises comparativas em diferentes regiões geográficas. Ao aplicar o IMUS na cidade de São Carlos/SP o autor verificou que foi possível identificar fatores críticos e fatores de maior impacto para a melhoria de aspectos globais e setoriais relacionados à mobilidade urbana sustentável.

A ferramenta de análise multicritério, também, tem sido muito utilizada, de forma mais específica em estudos para a tomada de decisão na área de gestão de resíduos. No Reino Unido, por exemplo, foi elaborado, por Lopez (2010), um estudo na cidade Reading, utilizando o análise multicriterial para analisar o aproveitamento energético a partir dos resíduos, considerando os aspectos técnicos, econômicos, ambientais e a opinião da população local. O autor observou que a população teve dificuldade no entendimento dos aspectos ambientais, sendo suas opiniões influenciadas mais pela parte econômica. Portanto, o autor, sugere que aplicação da técnica de análise multicriterio precisa envolver primeiramente a disseminação de informações e educação aos participantes, ou buscar especialistas, de forma a garantir melhores resultados.

Kontos, Komilis e Halvadakis (2005) utilizaram a técnica multicritério combinada com a técnica de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para selecionar um local para implantar um aterro sanitário em uma região na Grécia. Os autores justificaram o uso de análise multicritério no gerenciamento de resíduos pelo fato de decisões neste aspecto englobarem aspectos políticos e técnicos e estar fortemente ligada a opinião pública. Foram analisados quatro conjunto de critérios: técnico/econômico, hidrologico, ambiental e social. É importante, frisar, que os autores não envolveram no processo pessoas leigas no assunto, o que garante julgamentos mais realistas gerando melhores resultados ao processo.

Kapepula et al. (2007) realizaram um estudo sobre resíduos sólidos domiciliares na cidade de Dakar na Índia. Os autores utilizaram o método PROMETHEE e um software para analisar os critérios selecionados, que foram agrupados em três famílias: geração de resíduos, coleta e tratamento. Houve dificuldades em obter informações confiáveis e relevantes. No

entanto, conclusões puderam ser feitas de maneira a sugerir ações de melhorias aos governantes.

Hanan, Burnley e Cooke (2013) em seu estudo utilizaram um processo simples de análise multicritério, onde um grupo de moradores locais, avaliaram as opções de gerenciamento dos resíduos de papel de uma ilha no sul da costa da Inglaterra, considerando os aspectos sociais, ambientais e financeiros dos processos de beneficiamento (recuperação, reciclagem, processo térmico, entre outros) destes materiais. Os autores concluíram que o uso limitado de critérios aliado a um modelo simples de apoio a decisão multicriterial pode ser facilmente entendido por pessoas não especialistas no assunto, sendo eficaz na avaliação da visão das partes interessadas ou envolvidas no processo de gerenciamento dos resíduos e uma ferramenta útil para autoridades locais no planejamento da gestão destes resíduos. Além disso, este método permite combinar e avaliar fatores objetivos (financeiro), semi objetivos (análise do ciclo de vida) e subjetivos (social).

Milutinović et al. (2014) realizaram um estudo em que desenvolveram um modelo para avaliar a sustentabilidade do gerenciamento de resíduos com recuperação de energia, com auxílio de tomadores de decisão na seleção de cenários de tratamento de resíduos baseando-se em indicadores de desenvolvimento sustentável, ambiental, econômico e social. Este modelo foi desenvolvido baseado na análise multicritério utilizando o método AHP, sendo aplicado na cidade de Nis, localizada no sul da Sérvia. A avaliação da sustentabilidade dos cenários de tratamento de resíduos foi realizada em várias etapas, verificando que o melhor cenário que envolve a recuperação de energia é a compostagem orgânica e reciclagem de resíduos inorgânicos.

Du et al. (2011) estudaram qual a melhor alternativa para disposição dos resíduos sólidos na área de desenvolvimento de Dalian na China, considerando alguns critérios. Os autores avaliam o gerenciamento de resíduos sólidos municipais como uma decisão estratégica, e para auxiliar esse processo de decisão utilizam o método AHP combinado com avaliação abrangente *Fuzzy Comprehensive Evaluation* (FCE). Segundo os autores, é interessante e indicada a utilização de modelos computadorizados, aliados a ponderação entre alternativas, o que torna o desempenho mais preciso, com a utilização de multicritérios e dimensões mais completas.

Ohri e Singh (2013) realizaram um estudo na Índia para seleção de um local para construção de um aterro sanitário municipal na cidade de Varanasi, desenvolvendo um software de apoio de decisão baseado em Sistema de Informação Geográfica (SIG) para o gerenciamento de resíduos sólidos sob condições socioeconômicas e regulatórias indianas.

Para selecionarem o local apropriado para construção do aterro, os autores escolherem 13 critérios, e utilizaram o processo hierárquico analítico (AHP), que calcula estatisticamente a relevância dos critérios considerados e verifica a consistência da classificação, por meio da avaliação de especialistas. Os critérios foram agregados e um índice de adequação foi gerado utilizando uma técnica de combinação linear ponderada no ambiente SIG. Os autores afirmam que como a escolha desses locais é multidisciplinar, envolvendo alguns fatores, a análise de decisão multicritério baseada em SIG pode ser uma técnica útil principalmente no rastreio inicial. O produto final desse estudo, utilizando as técnicas citadas são mapas que classificam as áreas como: excluídas, menos preferíveis e mais adequada, de acordo com o índice de adequação gerado, resultando em ferramenta útil para os gestores de resíduos sólidos. Como limitação, deste estudo, os autores consideram o fato do grau de importância de cada critério ter sido baseado somente na opinião de 03 (três) especialistas, podendo envolver uma certa subjetividade, a agregação de pontos de vistas de mais especialistas poderia refinar melhor os resultados.

Devkar e Kalidindi (2013) discutiram o desenvolvimento de uma ferramenta na avaliação de projetos de parcerias público-privadas, utilizando AHP aliada a avaliação de competências dos órgãos locais, de forma a elaborar o perfil de competências (individuais e organizacional) dos municípios que auxiliam nas decisões políticas. Esta ferramenta foi aplicada no setor de gerenciamento de resíduos sólidos municipais. O estudo Indiano permitiu a orientação na modelagem e avaliação de competências dos órgãos locais, servindo como uma ferramenta para os gestores identificarem as lacunas existentes nas competências em projetos público-privadas, buscando por exemplo atuar no desenvolvimento de um plano de recursos humanos interno e identificar áreas prioritárias para implementação do projeto. Os autores ressaltam, ainda que, a ferramenta desenvolvida considera aspectos políticos da Índia, podendo sofrer alterações ao longo do tempo.

Parekh et al. (2014), como citado anteriormente, com o objetivo de avaliar o desempenho dos Resíduos Sólidos Municipais (RSM) na Índia, considerando os aspectos sociais, econômicos e as regulamentações existentes no país, selecionaram 44 indicadores envolvendo as etapas de coleta, armazenagem, transporte, tratamento e disposição final, focando mais nos resíduos domiciliares e de limpeza urbana. Os indicadores foram selecionados por meio de reuniões com especialistas da área. Para definir o grau de importância de cada um destes indicadores na gestão de resíduos sólidos municipais os autores utilizaram a AHP, com o desenvolvimento de um questionário. Os autores concluíram que o sistema de gerenciamento de resíduos é uma atividade multidimensional que envolve o

uso de máquinas, mão de obra e a participação da população. Além disso, através do estudo os autores puderem perceber que o desempenho de alguns indicadores é influenciado por outros.

Ak e Braida (2015) desenvolveram um modelo, aplicado na cidade de Istambul na Turquia, bastante simples, para avaliação de práticas de gerenciamento de resíduos sólidos municipais usando AHP, utilizando diferentes indicadores de sustentabilidade considerando os aspectos ambientais do ciclo de vida dos RSM juntamente com os aspectos técnicos, sociais e econômicos. Neste estudo os RSM mencionados se referem aos resíduos gerados em residências, estabelecimento comerciais e instituições, não incluindo os resíduos de construção civil e resíduos de serviço de saúde.

Assis et al. (2017) realizaram um estudo para identificar os indicadores de desempenho da GRSS nas Unidades de Saúde Básica (USB) da cidade de São Mateus no Estado do Espírito Santo, a fim de avaliar a situação, indicar melhorias e auxiliar na eficiência do processo de gerenciamento de RSS nestas unidades. A pesquisa foi dividida em três fases: elaboração do questionário, aplicação nas USB e avaliação dos indicadores por meio de especialistas, utilizando o método AHP. Os resultados mostraram que o indicador de desempenho “estratégia de treinamento desenvolvidas com os funcionários” tem maior potencial para auxiliar as melhorias da GRSS, seguido pelo indicador “conhecimento dos regulamentos sobre GRSS e segurança, associados aos procedimentos realizados pelos funcionários”.

Aleisa e Al-Jarallah (2018) realizaram um estudo criando seis cenários de RSM, avaliando-os sob a abordagem do tripé da sustentabilidade, que incorpora as bases social, financeira e ambiental, no Kuwait. Para integrar o tripé da sustentabilidade, usou-se o método AHP. Os pesos relativos obtidos foram multiplicados de maneira cruzada com os indicadores para cada base, calculando o Índice de Sustentabilidade Composto para cada cenário de RSM. Os resultados mostraram que o melhor cenário na parte ambiental são a compostagem, reciclagem e incineração, na parte financeira o aterro sanitário e na perspectiva de aceitação social a incineração teve a melhor pontuação.

Kharat et al. (2019) utilizaram análise decisão multicritério “Fuzzy” para desenvolverem um método de avaliação, para auxiliar os tomadores de decisão na seleção da tecnologia mais apropriada para o tratamento e disposição final dos RSU com base nos critérios adotados. O estudo consistiu em três etapas: a primeira utilizou o método “Fuzzy Delphi” para obter os fatores críticos para a avaliação das alternativas tecnológicas; na segunda etapa o método “Fuzzy Analytic Hierarchy Process” foi aplicado para obter o grau de importância de cada critério selecionado; e por fim na última etapa foi utilizada a técnica

“*Fuzzy TOPSIS*” para selecionar as alternativas mais adequadas para o tratamento e disposição final dos RSU. Os resultados mostraram que o modelo desenvolvido pode auxiliar os tomadores de decisão a determinar a sequência prioritária dos cenários de tratamento e disposição final de RSU, levando em consideração o interesse das partes interessadas.

Sebastian, Kumar e Alappat (2019) realizaram um estudo para quantificar o processo de incineração dos RSU, objetivando avaliar a viabilidade de incinerar os RSU e garantir a sustentabilidade no gerenciamento dos resíduos. Para isso, os autores desenvolveram um índice incorporando o conceito de 3-E (potencial do impacto ambiental, recuperação de energia e sustentabilidade econômica), utilizando o método AHP, para determinar o grau de importância de cada critério selecionado. Os autores analisaram a incineração em três países, Estados Unidos, China e Índia, sendo constatado por eles que a incineração dos RSU varia de acordo com sua composição e a economia de cada país.

É possível concluir após a leitura dos trabalhos citados, encontrados nas bases de dados, que o presente trabalho apresenta um diferencial ao desenvolver um índice de gestão integrada de resíduos sólidos para cidades brasileiras, englobando os indicadores da gestão de RSU, RCC e dos RSS, considerando os aspectos operacionais, ambientais, político-econômicos e sociais, sob a ótica da PNRS (BRASIL, 2010a), utilizando a análise multicritério de decisão (método AHP).

Existem vários métodos multicritério para apoio à tomada de decisão, como citado anteriormente. Estas técnicas tem como base os pesos dos critérios, utilizados para avaliar o nível de preferência de uma série de alternativas para as quais os critérios selecionados possuem influência. Os métodos AHP e ANP (*Analytic Network Process*) possuem uma forma mais elaborada para determinação dos pesos dos critérios pelo tomador de decisões (comparações pareadas), enquanto que nos outros métodos os pesos são determinados previamente, de forma direta, pelo tomador de decisões e, então, a preferência das alternativas é determinada (SAATY, 1987; SAATY, 1999). Assim, para este estudo será utilizado o método AHP, em função da praticidade e eficiência da determinação dos pesos, uma vez que objetivo é determinar os pesos dos indicadores/critérios selecionados que irão compor o Índice. Além disso, segundo Parekh et al. (2014), este método permite a apresentação clara dos critérios de avaliação, contribuindo para melhorar o planejamento da gestão dos resíduos sólidos. A seguir é apresentada a descrição detalhada do método AHP.

### 4.2.1. Analytic Hierarchy Process (AHP)

O método AHP foi desenvolvido por Thomas Saaty no início da década de 70. Trata-se de um método multicritério mais amplamente utilizado e conhecido na ação de tomar decisão em todo o mundo (GOMES e GOMES, 2014; OLIVEIRA e MARTINS, 2015). Muitos trabalhos de destaque tem sido publicados baseados na AHP nas áreas de planejamento, distribuição de recursos, soluções de conflitos, seleção de alternativas, otimização, entre outros (VAIDYA e KUMAR, 2006).

O método AHP incorpora medidas de avaliação objetivas e subjetivas que permite testar a sua consistência, decompondo o problema de decisão, geralmente, em níveis hierárquicos, facilitando sua compreensão e avaliação (GOMES e GOMES, 2014).

O AHP mensura a dominância ou preferência de elementos em relação ao objetivo geral, por meio de comparações pareadas. Essas comparações podem ser realizadas por meio de medidas reais ou de uma escala fundamental que reflete a importância relativa das preferências e percepções. Esta metodologia pode ser utilizada para colocar em escala elementos de uma mesma estrutura hierárquica, com elementos independentes entre si em cada nível (SAATY, 1994; SAATY, 1987). Uma das utilidades da estrutura hierárquica é que ela permite efetuar julgamentos focados separadamente em cada uma das diversas variáveis e a forma mais efetiva para isso é julgar pares de elementos em relação a uma única propriedade, sem preocupação com outras propriedades ou elementos, sendo portanto, útil para mensurar a preferência de alternativas em relação a um objetivo (SAATY, 1990).

Segundo Costa (2002) o método AHP fundamenta-se em três princípios de análise lógica:

- **Construção hierárquica:** o problema é estruturado em níveis hierárquicos. Esta é uma etapa fundamental do processo de raciocínio humano. No exercício desta atividade identificam-se os elementos-chaves para a tomada de decisão, agrupando-os em conjuntos afins, os quais são alocados em camadas específicas.
- **Definição de prioridades:** o ajuste das prioridades no AHP fundamenta-se na habilidade do ser humano de perceber o relacionamento entre objetos e situações observadas, comparando pares à luz de um determinado foco ou critério (julgamentos paritários).
- **Consistência lógica:** neste método é possível avaliar o modelo de priorização construído quanto a sua consistência.

O método consiste, basicamente, no desenvolvimento das seguintes etapas para solução de um problema (COSTA, 2002; OLIVEIRA e MARTINS, 2015): Estrutura hierárquica: identificando o objetivo principal, critérios, subcritérios e alternativas; Aquisição de dados ou coleta de julgamentos de valor emitidos por especialistas; Síntese dos dados dos julgamentos, calculando a prioridade de cada alternativa em relação ao objetivo principal; e Análise da consistência dos julgamentos.

#### 4.2.1.1. Estrutura hierárquica

A estrutura hierárquica é uma forma de decompor o problema de grande complexidade, representado em um sistema sequencial, formando uma cadeia linear e decrescente, possibilitando ao decisor um visão global do sistema e seus componentes, bem como as interações destes componentes e os impactos que os mesmos exercem sobre o sistema (OLIVEIRA e MARTINS, 2015).

Para aplicação do AHP é necessário que tanto os critérios quanto as alternativas sejam estruturadas de forma hierárquica, sendo que no primeiro nível da hierarquia corresponde ao propósito geral do problema (objetivo geral ou foco), o segundo aos critérios (ou indicadores) e o terceiro as alternativas (ou subcritérios) (SAATY, 1994; SAATY, 1987) (Figura 4.1).

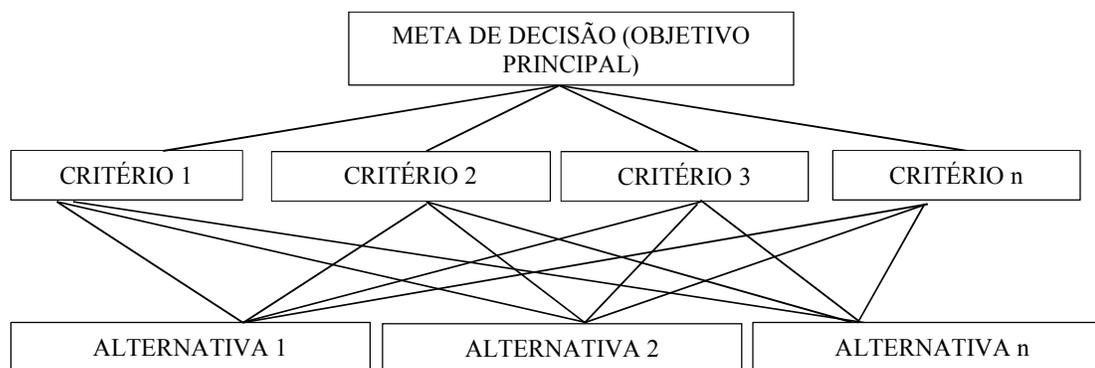


Figura 4.1 – Modelo de Estrutura Hierárquica

Fonte: Adaptado de Saaty (1990)

#### 4.2.1.2. Julgamentos e Comparação par a par

Após a estruturação hierárquica do problema, deve-se estabelecer as prioridades, ou determinar a importância relativa (pesos) dos critérios em cada nível da hierarquia.

Os atores escolhidos para a avaliação das matrizes devem ser conhecedores do assunto ou terem, de alguma forma, vivenciado o problema, para evitar ao máximo a subjetividade dos resultados, para obtenção de um julgamento o mais realista possível.

Ao avaliar a relevância de cada um dos critérios, o método AHP utiliza de comparações par a par, dispostas numa matriz quadrada ‘n x n’, na qual as linhas e as colunas correspondem aos ‘n’ critérios analisados para o problema em questão, como mostrado a seguir.

$$\mathbf{A} = [\alpha_{i,j}]_{n \times n} \quad (1)$$

Na Equação 1, cada linha  $i \in N$  mostra as razões entre o peso do critério de índice  $i$  quando comparado a  $j \in N$ , sendo  $N = \{1, 2, \dots, n\}$ . Desta forma,  $\alpha_{i,j}$  corresponde ao peso ou valor dado por um especialista, quando compara o critério da linha  $i \in N$  com um dos critérios nas colunas  $j \in N$  da matriz  $\mathbf{A}$ . A matriz  $\mathbf{A}$ , é tal que  $\alpha_{i,j} = 1/\alpha_{j,i}$ , sendo  $\alpha_{i,i} = 1$ , quando  $i = j$  e  $j \in N$  (QUADROS e NASSI, 2015).

Os julgamentos são baseados em uma escala de importância (Tabela 4.1), que segundo Saaty (1990), sua eficácia foi validada por meio de aplicações com um grande número de pessoas e através de comparações teóricas com outras escalas.

Tabela 4.1 – Escala de Julgamento de Importância do Método AHP

IMPORTÂNCIA	DEFINIÇÃO
1	Igual importância: Dois fatores contribuem igualmente ao objetivo.
3	Importância moderada: Experiência e julgamento indicam fator ligeiramente favorecido em relação ao outro.
5	Forte importância: Experiência e julgamento indicam fator ligeiramente favorecido em relação ao outro.
7	Importância muito forte: Critério é fortemente favorecido, e sua dominância é demonstrada na prática.
9	Extrema importância: A evidência que favorece um critério sobre outro tem a maior validade possível.
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários

Fonte: Saaty (1980)

A partir da matriz  $\mathbf{A}$  é possível obter o peso normalizado ( $v_{ij}$ ) para todo  $i, j \in N$ , basta dividir um elemento da matriz pelo somatório dos valores presentes na respectiva coluna (VARGAS, 2010). Conforme mostrado nas Equações 2.

$$v_{ij} = \frac{\alpha_{i,j}}{\sum \alpha_{i,j}}, \text{ sendo } \sum v_{ij} = 1, \forall j \in N \quad (2)$$

Desta forma encontra-se a seguinte matriz (Equação 3):

$$\bar{\mathbf{A}} = [v_{ij}]_{n \times n} \quad (3)$$

### 4.2.1.3. Análise da Consistência

É importante no método AHP analisar a consistência dos pesos obtidos na matriz de comparação pareada. A partir dos pesos encontrados para cada critério:  $w_1; w_2; \dots; w_n$ , pode-se assumir então que  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ , e a matriz de comparação pareada é denominada matriz consistente, expressa como (Equação 4):

$$\mathbf{W} = \begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & 1 \end{pmatrix}, \quad (4)$$

Note que  $\forall i, j, k: w_{ij} = \frac{1}{w_{ji}}$  e  $w_{ij} = \frac{w_i}{w_j} = \frac{w_i w_k}{w_k w_j} = w_{i,k} w_{k,j}$

No entanto, na utilização do AHP é normal ocorrer inconsistências, por se comparar critérios para os quais não existe uma escala ou medida estabelecida, uma vez que os critérios estão envolvidos em mais de uma comparação e os valores são atribuídos com base em julgamentos (SAATY, 1987). Neste sentido, em julgamentos humanos, a condição  $w_{ij} = w_{i,k} w_{k,j}$  não é satisfeita e o autovalor encontrado não é igual a ordem da matriz ( $n$ ). O índice de inconsistência de uma matriz pareada é utilizado para mostrar o quanto o autovalor ( $\lambda_{\max}$ ) da matriz está afastado do valor esperado ( $n$ ). O valor teórico do autovalor é  $n$  (número de critérios definidos) e o desvio pode ser calculado pela diferença entre o autovalor e  $n$  ( $\lambda_{\max} - n$ ) (QUADROS e NASSI, 2015).

O cálculo do índice de inconsistência (IC) é mostrado na Equação 5. A razão de inconsistência (RC) é determinada pela razão entre IC e o índice de consistência aleatória (IR), que tem seu valor tabelado (Tabela 4.2). Assim, quanto maior for o RC, maior é a inconsistência. Uma matriz é considerada normalmente consistente se a razão encontrada é menor que 0,1, caso contrário a avaliação deve ser revista (SAATY, 1987).

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (5)$$

Tabela 4.2 – Índices Médios de Consistência Aleatória

Número de Critérios (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57

Fonte: Adaptado de Quadros e Nassi (2015) e Adamcsek (2008)

## 5. METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentado o método de pesquisa utilizado, bem como a descrição de todas as etapas realizadas para o desenvolvimento deste estudo.

### 5.1. Método de Pesquisa

A fim de classificar a presente pesquisa e definir o método mais apropriado, utilizou-se a divisão classificatória proposta por Miguel et al. (2010), apresentada na Figura 5.1.

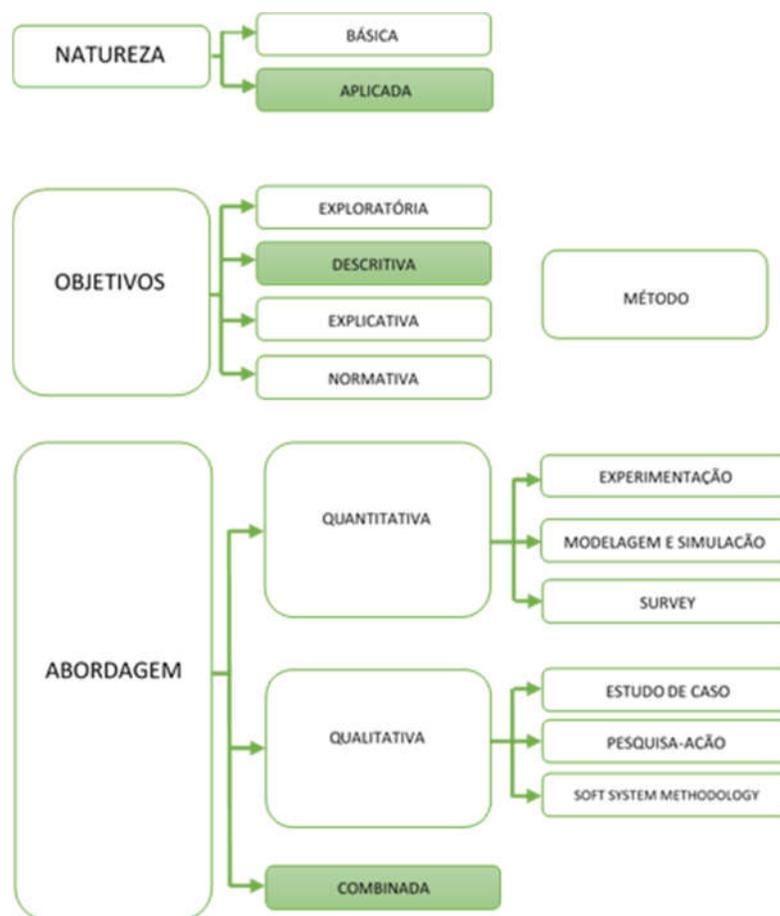


Figura 5.1 – Classificação da Pesquisa Científica em Engenharia de Produção

Fonte: Miguel et al. (2010)

Primeiramente, a classificação é dada quanto à natureza da pesquisa. Segundo Appolinário (2006) a pesquisa básica ou fundamental estaria mais relacionada ao incremento do conhecimento científico sem quaisquer objetivos comerciais, ao passo que a pesquisa aplicada seria suscitada por objetivos comerciais através do desenvolvimento de novos

processos ou produtos, com o intuito de produzir conhecimentos para resolver problemas reais.

Portanto, no presente estudo, a natureza da pesquisa é aplicada, pois envolve interesse prático e a finalidade de propor ações que possam solucionar os problemas que ocorrem na realidade. A pesquisa buscará desenvolver um índice, que servirá de ferramenta, para que os municípios possam avaliar e monitorar sua GIRS sob a ótica da legislação brasileira, propondo ações de melhorias e indicando as prioridades de investimentos dos recursos públicos.

Quanto aos objetivos, as pesquisas podem ser classificadas em exploratória, descritiva, explicativa e normativa.

Segundo Gil (2007), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema tornando-o mais explícito, envolvendo levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas; a pesquisa descritiva busca-se descrever as características de determinada população ou fenômeno ou, então o estabelecimento de relações entre variáveis, com a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados. E a pesquisa explicativa visa identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos, aprofundando o conhecimento da realidade porque explica a razão, o porquê das coisas.

Já a pesquisa normativa, conforme Bertrand e Fransoo (2002) está relacionada ao desenvolvimento de políticas, estratégias e ações para aperfeiçoar os resultados disponíveis na literatura existente, buscando uma solução ótima para novas definições de problemas ou para comparar várias estratégias relativas a um problema específico.

Logo, a presente pesquisa tem caráter descritiva, pois envolve a descrição das características do fenômeno estudo, estabelecendo a relação entre as variáveis e na forma como elas influenciam o modelo, por meio de visitas técnicas aos municípios para coleta de dados.

Em relação a abordagem do problema o estudo utilizará a pesquisa combinada entre as abordagens qualitativas e quantitativas, que conforme Creswell e Plano Clark (2007), Sampieri, Collado e Lucio (2013) envolvem pressupostos filosóficos que direcionam a coleta e análise dos dados e a combinação das abordagens em um único estudo ou em uma série de estudos, permitindo um melhor entendimento do problema de pesquisa. Martins (2010), ainda, enfatiza que a combinação das abordagens proporciona uma visão mais ampla e completa da pesquisa.

Dentro do objetivo proposto no presente estudo será adotado a modelagem para elaboração do índice utilizando a técnica de Análise Multicritério de Apoio a Decisão com o uso da AHP, que permite a combinação de critérios qualitativos e quantitativos. E por fim será realizado estudos de casos múltiplos, com aplicação deste índice em alguns municípios brasileiros, de forma a verificar o comportamento das variáveis do modelo em relação aos dados reais.

## 5.2. Etapas da Pesquisa

A presente pesquisa foi desenvolvida com base nas etapas esquematizadas na Figura 5.2, que foram adaptadas do processo de tomada de decisão e da avaliação multicritério.

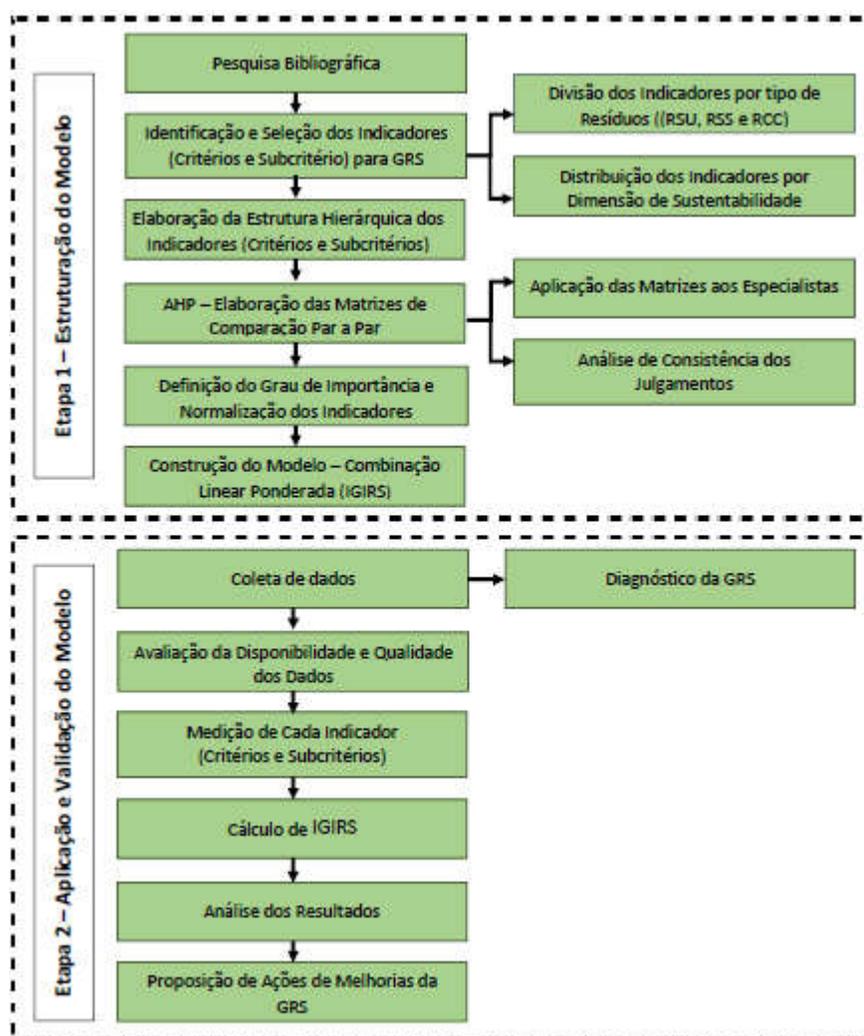


Figura 5.2 – Fluxograma das Etapas da Pesquisa

A primeira etapa iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica, abordando os principais temas relacionados à gestão dos RSU, RSS, RCC e ao método adotado, para o entendimento do problema de pesquisa. Na sequência foram identificados e selecionados os indicadores, que neste estudo foram denominados de critérios e divididos em subcritérios, relevantes para avaliação da GRS nos municípios e agrupados em RSU, RSS e RCC. Posteriormente, de acordo com tipo de resíduo, os mesmos foram divididos em cinco dimensões: operacional, ambiental, político-econômico, educacional e social, e na sequência estruturados de maneira hierárquica.

Em seguida, foram elaboradas as matrizes de comparação par a par (método AHP) e aplicadas a um grupo de avaliadores, especialistas na área de resíduos sólidos, para o cálculo do grau de importância de cada indicador (critério) por meio da média ponderada. As matrizes referentes aos grupos de RSU e RSS foram aplicadas para 19 (dezenove) especialistas da área, e as matrizes de RCC a 17 (dezesete). Os especialistas foram selecionados buscando pessoas com qualificação técnica na área de resíduos sólidos. A consulta aos especialistas foi realizada por correio eletrônico e entrevistas. Nas próprias matrizes desenvolvidas já foram inseridos os cálculos para analisar a consistência dos julgamentos dos especialistas.

Para finalizar a etapa 1, os valores dos indicadores foram normalizados, permitindo a agregação dos mesmos por meio de um modelo matemático de combinação linear ponderada *Weighted Linear Combination* (WLC) para a construção do IGIRS.

Na etapa 2 o índice proposto (IGIRS) foi aplicado em quatro municípios para sua validação, por meio de visitas em campo e entrevistas com os gestores municipais. Todos os dados coletados no município e através de documentos foram avaliados quanto a sua disponibilidade e qualidade. Os resultados obtidos do cálculo do IGIRS permitiram a classificação da eficiência da GRS do município e análise da situação atual perante a legislação vigente, propondo melhorias. Além disso, foram simulados cenários, com intuito de mostrar que o índice pode servir como uma ferramenta de auxílio aos gestores municipais na avaliação, priorização, e planejamento de ações, bem como na aplicação dos recursos humanos e financeiros na área de resíduos sólidos.

## 6. CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (IGIRS)

A partir da pesquisa bibliográfica sobre os aspectos relacionados à GIRS, os indicadores (critérios) foram agregados em um modelo para avaliação da gestão integrada dos resíduos sólidos nos municípios, com a proposta de construção de IGIRS. Para isso foi necessário o desenvolvimento de algumas etapas, que serão detalhadas neste capítulo.

### 6.1. Identificação e Seleção dos Indicadores para Gestão de Resíduos Sólidos e Hierarquização dos Critérios

Os indicadores foram construídos e selecionados para avaliar a gestão de resíduos sólidos nos municípios brasileiros, considerando os resíduos urbanos, de serviço de saúde e de construção civil, respeitando os limites da participação do poder público na gestão dos mesmos. A seleção destes indicadores foi realizada por meio de uma pesquisa bibliográfica em periódicos nacionais e internacionais, dissertações e legislações específicas (Política Nacional de Resíduos Sólidos, Política Nacional de Saneamento Básico e Resoluções do CONAMA e da ANVISA). Dentre os estudos, normas e legislações analisadas encontram-se: Milanez (2002); Brasil (2004); United Nations (2005); Brasil (2005); Polaz e Teixeira (2009); Brasil (2010a); Brasil (2010b); Ventura, Reis e Takayanagui (2010); Bringhenti, Zandonade e Gunther (2011); Armijo, Puma e Ojeda (2011); Santiago e Dias (2012); Rocha (2012); Gehrke (2012); Lima (2012); Yuan (2013); Zaman (2014); Parekh et al. (2014); Cifran et al. (2015); Gusca et al. (2015); Yano e Sakai (2016); Moraes et al. (2017); Brasil (2018); Brasil (2019) e Moraes (2018).

Na pesquisa bibliográfica foram encontrados 612 indicadores (ANEXO A). Com o intuito de não tornar a construção da matriz de indicadores extensa e complexa para análise dos especialistas, os indicadores semelhantes foram considerados como apenas um indicador.

Os indicadores selecionados foram divididos em grupos, de acordo com o tipo de resíduo, em: RSU, RSS e RCC. Além disso, atendendo os conceitos de gestão de resíduos sólidos e o que preconiza a PNRS foram hierarquizados os critérios e subcritérios, de forma a permitir ao decisor acrescentar ou eliminar elementos conforme julgar necessário em função das prioridades requeridas para construção do modelo, em cinco dimensões (Figuras 6.1, 6.2 e 6.3).

- **Dimensão Operacional:** etapas do gerenciamento da gestão dos resíduos sólidos;

- **Dimensão Ambiental:** aspectos ambientais da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, incluindo a questão da recuperação e monitoramento dos recursos naturais e práticas sustentáveis;
- **Dimensão Político-Econômico:** aspectos financeiros e estruturação política, incluindo a estrutura administrativa, jurídica e monitoramento das ações de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos;
- **Dimensão Educacional:** aspectos educacionais relacionados à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, como capacitação dos funcionários, sensibilização da população por meio de programas e ações de educação ambiental;
- **Dimensão Social:** aspectos sociais da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, envolvendo a questão da responsabilidade compartilhada pelos resíduos gerados, inclusão social dos catadores no processo e os meios de comunicação.

Nos Quadros 6.1, 6.2 e 6.3 são apresentados os aspectos conceituais e as métricas dos indicadores selecionados por grupo RSU, RSS e RCC, classificados em critérios e subcritérios e distribuídos nas dimensões acima descritas. As métricas adotadas estão justificadas no item 6.3. Ao todo foram selecionados 56 critérios e 143 subcritérios, divididos da seguinte forma: 19 critérios e 51 subcritérios para RSU, 18 critérios e 43 subcritérios para RSS e 19 critérios e 49 subcritérios para RCC.

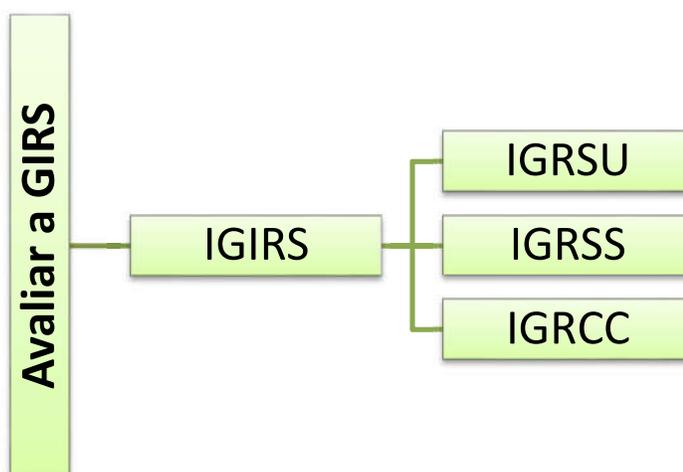


Figura 6.1 – Estrutura Hierárquica do IGIRS

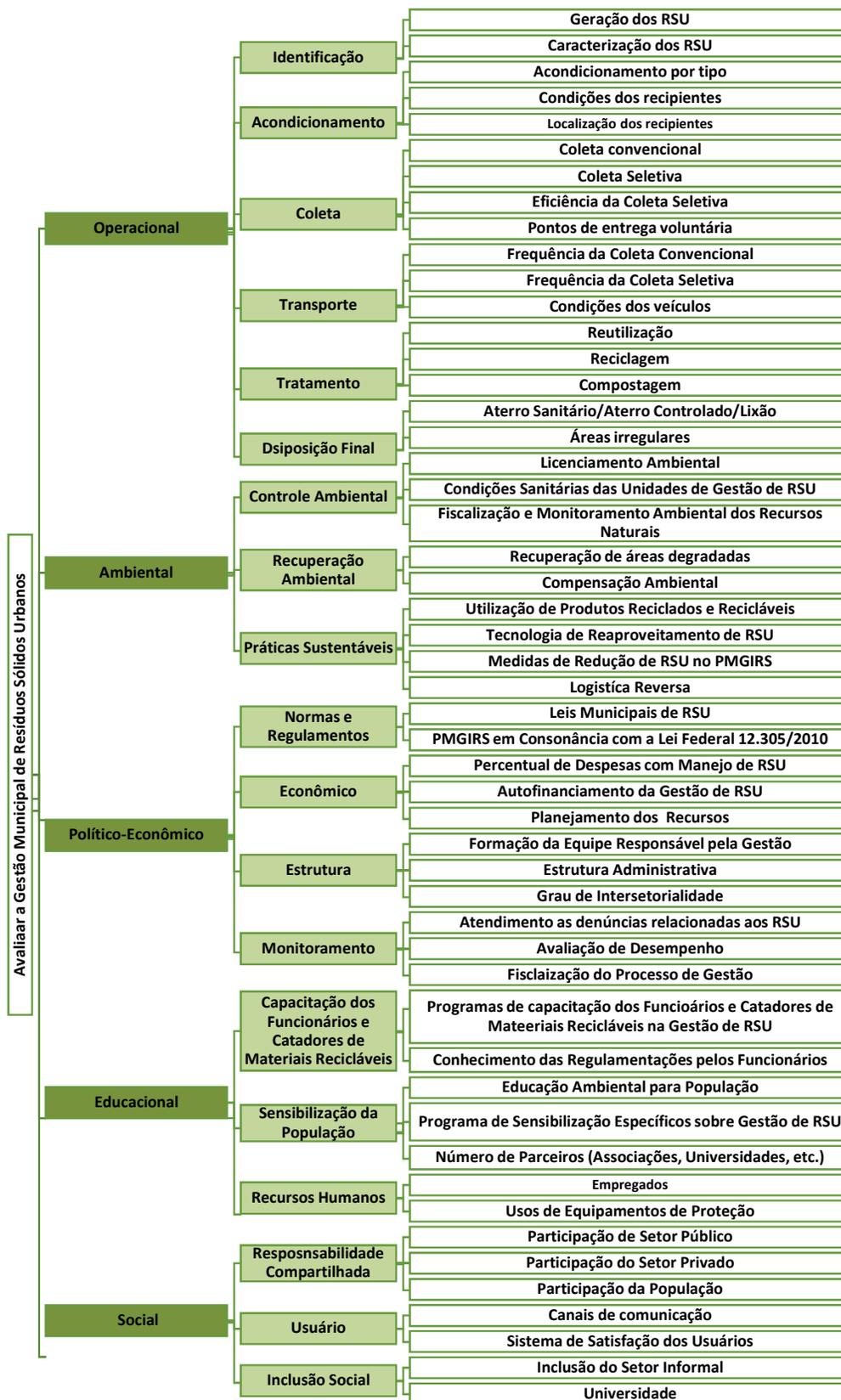


Figura 6.2 – Estrutura Hierárquica do IGRSU

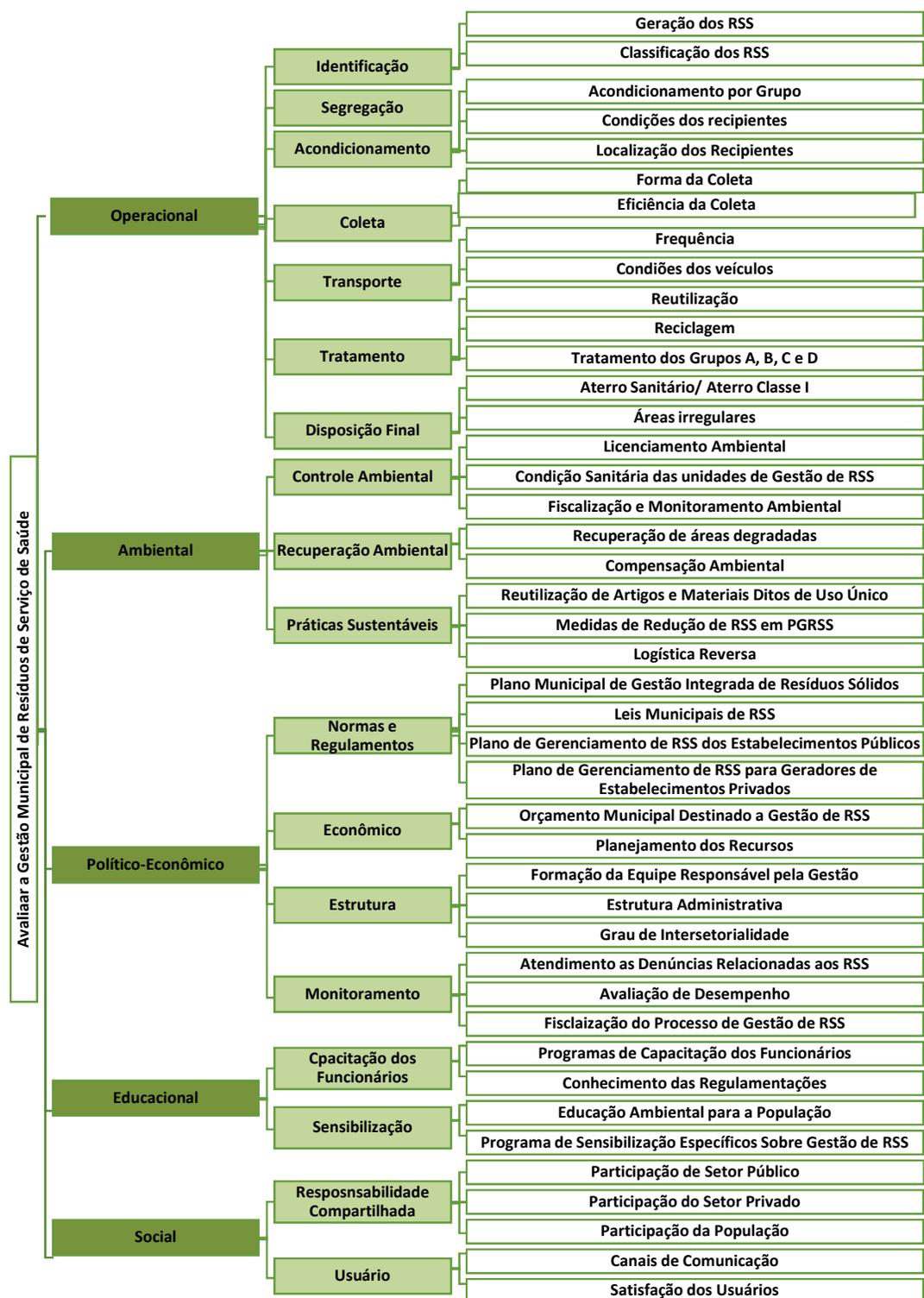


Figura 6.3 – Estrutura Hierárquica do IGRSS

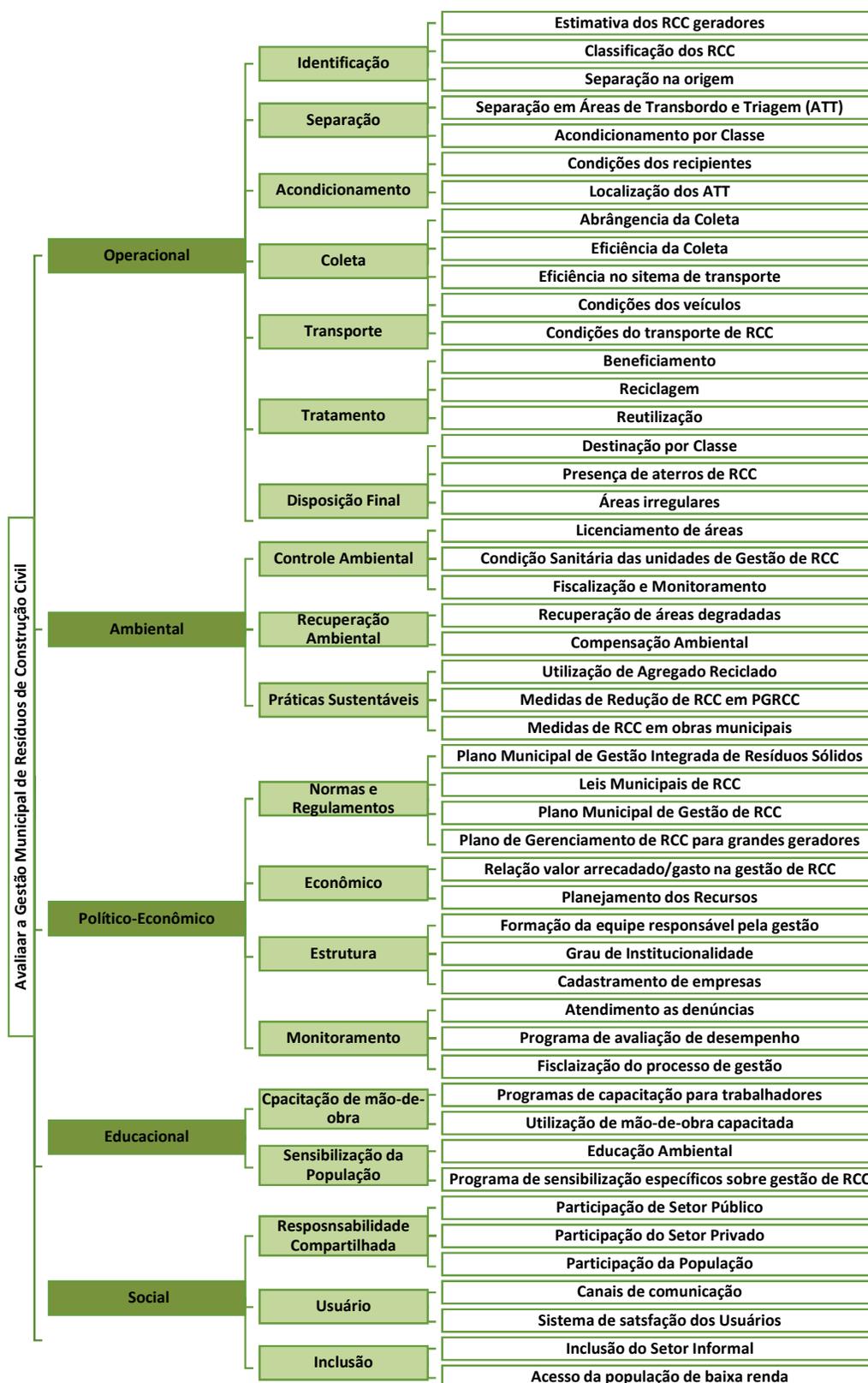


Figura 6.4 – Estrutura Hierárquica do IGRCC

Quadro 6.1 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compôr IGIRS no grupo de RSU

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
OPERACIONAL	IDENTIFICAÇÃO: busca avaliar se o órgão público quantifica e caracteriza os RSU gerados em seu território, para que recebam o gerenciamento adequado.	Geração dos RSU	Objetivo deste subcritério é verificar se o município possui a quantidade de RSU gerados (que são coletados) por habitantes por ano (Geração de RSU per capita).	Quantidade total de RSU coletados no município por ano/ Número de habitantes (kg/hab./ano).
		Caracterização dos RSU	Objetivo deste subcritério é verificar se o município possui a caracterização física dos RSU em matéria orgânica, materiais potencialmente recicláveis (plástico, vidro, papel/papelão, metal), têxteis, madeira, rejeito.	<b>Muito Favorável:</b> Possui a Caracterização dos RSU por classes de resíduos. <b>Favorável:</b> Possui a Caracterização em três ou mais classes dos RSU. <b>Desfavorável:</b> Possui a Caracterização duas classes dos RSU. <b>Muito desfavorável:</b> Não possui a caracterização dos RSU.
	ACONDICIONAMENTO: busca avaliar como o órgão público realiza o acondicionamento dos resíduos gerados até a etapa de transporte.	Acondicionamento por Tipo	Objetivo deste subcritério é identificar se os RSU são acondicionados por tipo de resíduos, como recicláveis e não recicláveis ou material orgânico ou material inorgânico.	<b>Binária:</b> O município realiza o acondicionamento dos resíduos por tipo? Sim ou Não.
		Condições dos Recipientes	Objetivo deste subcritério é verificar se o município possui controle sobre as dimensões (tamanho e volume) dos recipientes de coleta do RSU, verificando se são suficientes para a quantidade de resíduos gerados no município.	<b>Muito Favorável:</b> Recipiente com volume adequado para quantidade de resíduo gerado no município. <b>Favorável:</b> Recipiente com volume a ser ocupado no momento da coleta. <b>Desfavorável:</b> Recipiente com volume completamente vazio. <b>Muito desfavorável:</b> Recipiente com todo o volume transbordando.
		Localização dos Recipientes	Objetivo deste subcritério é identificar se o município distribui os recipientes em locais estratégicos buscando atender toda a população e facilitar a coleta e transporte dos resíduos até a disposição final.	<b>Muito Favorável:</b> Existe recipientes em quantidade e localização suficiente para atender todo o município. <b>Favorável:</b> Existe recipientes em quantidades suficientes para entrega de RSU, porém não estão posicionados estrategicamente para atender todo o município. <b>Desfavorável:</b> Existe recipientes, porém não há quantidade suficiente para atender todo o município, estando posicionados de maneira inadequada. <b>Muito desfavorável:</b> Não existe recipientes para entrega de RSU em nenhum local.
		Coleta Convencional	Objetivo deste subcritério é medir a eficiência e abrangência da coleta convencional. Se o sistema de coleta convencional foi planejado para atender todo o território municipal (zona urbana e rural)	<b>Muito Favorável:</b> Atende entre 91 a 100% <b>Favorável:</b> Atende entre 70 a 90% <b>Desfavorável:</b> Atende entre 31 a 70% <b>Muito desfavorável:</b> Atende menos de 30%
	COLETA: busca avaliar a coleta dos RSU pelo órgão público. E se no município há a coleta convencional e a seletiva (materiais recicláveis).	Coleta Seletiva	Objetivo deste subcritério verificar a abrangência da coleta seletiva no município. Se o sistema de coleta seletiva foi planejado de forma a atender todo o território municipal.	<b>Muito favorável:</b> A coleta seletiva é realizada em todo o município. <b>Favorável:</b> A coleta seletiva é realizada na área urbana e alguns municípios da área rural. <b>Desfavorável:</b> Exclusivamente em alguns bairros da área urbana. <b>Muito desfavorável:</b> Não possui a coleta seletiva.
		Eficiência da Coleta Seletiva	Objetivo deste subcritério é verificar a eficiência da coleta seletiva no município, ou seja, o quanto de RSU gerado é encaminhado para a coleta seletiva.	(Total de resíduos reciclado coletado/ Total gerado RSU) *100%
		Pontos de Entrega Voluntária	Objetivo deste subcritério é verificar se há no município pontos de entrega voluntária dos resíduos segregados pela população.	<b>Muito Favorável:</b> Atende mais 60% da população. <b>Favorável:</b> Atende entre 60 e 50% da população. <b>Desfavorável:</b> Atende menos de 50% da população. <b>Muito desfavorável:</b> não possui pontos de entrega voluntária.

Quadro 6.1 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no grupo de RSU (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
OPERACIONAL	TRANSPORTE: busca avaliar se o órgão público transporta os RSU coletados de maneira e com veículos adequados seguindo as normas vigentes, evitando derramamento nas vias. E também verificar a frequência com que o serviço é prestado à população.	Frequência da Coleta Convencional	Objetivo deste subcritério é verificar a frequência que é realizada a coleta convencional pelo sistema transporte, para não haver acúmulo de resíduos gerados nas residências ou em pontos públicos de armazenamento temporário.	<b>Muito Favorável:</b> > ou igual a 3 vezes por semana <b>Favorável:</b> 2 vezes por semana <b>Desfavorável:</b> 1 vez por semana <b>Muito Desfavorável:</b> Não tem coleta convencional
		Frequência da Coleta Seletiva	Objetivo deste subcritério é verificar a frequência que é realizada a coleta seletiva pelo sistema transporte.	<b>Muito Favorável:</b> > ou igual a 3 vezes por semana <b>Favorável:</b> 2 vezes por semana <b>Desfavorável:</b> 1 vez por semana <b>Muito Desfavorável:</b> Não tem coleta seletiva
		Condições dos Veículos	Objetivo deste subcritério é identificar as condições dos veículos que realizam a coleta de RSU no município.	<b>Muito Favorável:</b> veículos em condições e quantidade adequadas. <b>Favorável:</b> Existe veículos para a gestão de RSU, recebem manutenção e/ou não são insuficientes para a coleta de RSU. <b>Desfavorável:</b> Existe veículos para a gestão de RSU, porém não estão em perfeitas condições de uso e/ou não são suficientes para a coleta de RSU. <b>Muito Desfavorável:</b> não existe veículos para a gestão de RSU.
	TRATAMENTO: busca avaliar as formas de tratamento existentes e aplicadas no município para o tratamento dos RSU.	Reutilização	Objetivo deste subcritério é identificar a porcentagem dos RSU gerados no município que são reutilizáveis.	<b>Muito Favorável:</b> Mais de 80% dos resíduos passíveis de reutilização são reutilizados. <b>Favorável:</b> Entre 50 a 80% dos resíduos passíveis de reutilização são reutilizados. <b>Desfavorável:</b> Menos de 50% dos resíduos passíveis de reutilização são reutilizados. <b>Muito Desfavorável:</b> Não há reutilização dos resíduos.
		Reciclagem	Objetivo deste subcritério é verificar a porcentagem de material reciclável coletado no município que é recuperado.	<b>Muito Favorável:</b> Mais de 80% dos resíduos passíveis de reciclagem são reciclados. <b>Favorável:</b> Entre 50 a 80% dos resíduos passíveis de reciclagem são reciclados. <b>Desfavorável:</b> Menos de 50% dos resíduos passíveis de reciclagem são reciclados. <b>Muito Desfavorável:</b> Não há reciclagem dos resíduos.
		Compostagem	Objetivo deste subcritério é verificar a quantidade de resíduos orgânicos encaminhados para compostagem	<b>Muito favorável:</b> Encaminha mais de 30% de resíduos orgânicos para compostagem. <b>Favorável:</b> Encaminha entre 5 a 30% de resíduos orgânicos para a compostagem. <b>Desfavorável:</b> Encaminha menos do 5% de resíduos orgânicos para a compostagem. <b>Muito Desfavorável:</b> Não há compostagem dos resíduos.
	DISPOSIÇÃO FINAL: busca avaliar as formas de disposição final dos RSU gerados no município de acordo com a norma vigente.	Aterro Sanitário/Aterro Controlado/Lixão	Objetivo deste subcritério é verificar o método de disposição final dos RSU existente no município.	<b>Muito Favorável:</b> o município encaminha seus resíduos para um aterro sanitário licenciado. <b>Favorável:</b> o município encaminha seus resíduos para um aterro sanitários em processo de licenciamento ou sem licença. <b>Desfavorável:</b> o município encaminha seus resíduos para um aterro controlado. <b>Muito Desfavorável:</b> o município encaminha seus resíduos para um para um lixão.
		Áreas Irregulares	Objetivo deste subcritério é verificar se o município tem conhecimento e controle das áreas irregulares de disposição de RSU.	<b>Binária:</b> O município tem conhecimento de áreas irregulares de disposição de RSU? Sim ou Não.

Quadro 6.1 – Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no grupo de RSU (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
AMBIENTAL	<b>CONTROLE AMBIENTAL:</b> busca avaliar se o órgão municipal apresenta medidas de controle (como o licenciamento ambiental) e o monitoramento dos recursos naturais que podem ser degradados pela gestão inadequada dos RSU.	<b>Licenciamento Ambiental</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se as áreas para a gestão de RSU estão licenciadas e se as condicionantes impostas pelos órgãos ambientais estão sendo implementadas.	<b>Muito Favorável:</b> o município realiza o licenciamento ambiental das áreas e cumpri integralmente as condicionantes impostas pelo órgão ambiental (caso necessário). <b>Favorável:</b> o município realiza o licenciamento ambiental das áreas e cumpri parcialmente as condicionantes impostas pelo órgão ambiental (caso necessário). <b>Desfavorável:</b> o município realiza o licenciamento ambiental das áreas, porém não cumpri as condicionantes impostas pelo órgão ambiental (caso necessário). <b>Muito Desfavorável:</b> inexistência de licenciamento ambiental
		<b>Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RSU</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura tem controle sobre as condições sanitárias das unidades de gestão de RSU.	<b>Binária:</b> O município tem controle das condições sanitárias das unidades de gestão de RSU? Sim ou Não.
		<b>Fiscalização e Monitoramento Ambiental dos Recursos Naturais</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta medidas de fiscalização e monitoramento ambiental sobre os recursos naturais.	<b>Binária:</b> O município apresenta medidas de fiscalização e monitoramento ambiental sobre os recursos naturais? Sim ou Não.
	<b>RECUPERAÇÃO AMBIENTAL:</b> busca avaliar se o órgão municipal possui projetos ou medidas de compensação ambiental para as áreas afetadas pela gestão inadequada dos RSU	<b>Recuperação de Áreas Degradadas</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se o município realiza e executa projetos de áreas degradadas em função da disposição irregular de RSU.	<b>Muito Favorável:</b> todas as áreas degradadas no município, devido à gestão inadequada dos RSU, foram devidamente recuperadas. <b>Favorável:</b> todas as áreas degradadas no município, devido à gestão inadequada dos RSU, foram parcialmente recuperadas. <b>Desfavorável:</b> as áreas degradadas no município foram mapeadas, porém não foram recuperadas. <b>Muito Desfavorável:</b> as áreas degradadas não foram mapeadas ou não houve recuperação das áreas identificadas.
		<b>Compensação Ambiental</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta medidas de compensação ambiental para os danos causados pela a gestão irregular de RSU.	<b>Binária:</b> O município tem medidas de compensação ambiental para os danos causados pela gestão inadequada dos RSU? Sim ou Não.
		<b>Utilização de Produtos Recicladoss e Recicláveis</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se o município prioriza em suas aquisições e contratações governamentais produtos reciclados e recicláveis.	<b>Binária:</b> O município prioriza em suas aquisições produtos reciclados e recicláveis? Sim ou Não.
	<b>PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS:</b> busca verificar se órgão municipal dentro do PMGIRS agregou práticas sustentáveis, conforme disposto na PNRS.	<b>Tecnologia de Reaproveitamento de RSU</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se no município existe tecnologias que visem o reaproveitamento dos RSU, com a recuperação e o reaproveitamento energético.	<b>Binária:</b> O município possui tecnologias de reaproveitamento dos RSU, com recuperação e reaproveitamento energético? Sim ou Não.
		<b>Medidas de Redução de RSU no PMGIRS</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se o município prevê em seu PMGIRS medidas de redução de RSU.	<b>Binária:</b> O município tem medidas de redução dos RSU gerados em seu PMGIRS? Sim ou Não.
		<b>Logística reversa</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se o município possui regulamentos, acordos setoriais e termos de compromissos firmados com o setor empresarial para implementação do sistema de logística reversa de embalagens plásticas, metálicas ou de vidro e aos demais produtos e embalagens.	<b>Muito Favorável:</b> o município possui o sistema de logística reversa implantado de todos os resíduos previstos na Lei Federal nº 12.305/2010. <b>Favorável:</b> o município possui o sistema de logística reversa em fase de implementação de todos os resíduos previstos na Lei Federal nº 12.305/2010, ou de alguns dos resíduos previstos na legislação. <b>Desfavorável:</b> o município está negociando para implementar o sistema de logística reversa. <b>Muito Desfavorável:</b> não tem sistema de logística reversa.

Quadro 6.1 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Seleccionados para Compor IGIRS no grupo de RSU (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica	
POLÍTICO-ECONÔMICO	<b>NORMAS E REGULAMENTOS:</b> busca verificar se há no município leis, decretos, normas ou outros requisitos legais específicos da GRSU.	<b>Leis Municipais de RSU</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se existem Leis municipais específicas de gestão dos RSU (coleta, coleta seletiva, transporte, tratamento e disposição final).	<b>Muito Favorável:</b> O município apresenta leis que dão diretrizes e regulamentam a GRSU. <b>Favorável:</b> O município possui algumas leis que dão diretrizes e regulamentam a GRSU. <b>Desfavorável:</b> O município está em processo de elaboração ou aprovação de leis que regulamentam a GRSU. <b>Muito Desfavorável:</b> O município não apresenta e não está em processo de elaboração ou aprovação de leis municipais para a gestão de GRSU.	
		<b>Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) em Consonância com a Lei 12.305/2010</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se o município possui o PMGIRS em conformidade com a Lei 12.305/2010.	<b>Muito Favorável:</b> Se o município já possui PMGIRS já implantado. <b>Favorável:</b> Possui o PMGIRS, mas não está implantado. <b>Desfavorável:</b> O PMGIRS está em fase de implantação ou em elaboração, <b>Muito Desfavorável:</b> Não há o PMGIRS.	
	<b>ECONÔMICO:</b> busca avaliar os recursos financeiros aplicados a GRSU no município, se há um equilíbrio entre as receitas e despesas do setor público na gestão.	<b>Percentual da Despesa com Manejo de RSU</b>	Objetivo deste subcritério é verificar o quanto os municípios gastam com o manejo de RSU em relação as despesas correntes do município.	(Despesas anual com manejo de RSU/ Despesa anual corrente do município) * 100 %  <b>Muito Favorável:</b> Mais que 4% <b>Favorável:</b> Entre 3% e 4% <b>Desfavorável:</b> Entre 1% e 3% <b>Muito Desfavorável:</b> Menos que 1%	
		<b>Autofinanciamento da Gestão de RSU</b>	Objetivo deste subcritério é verificar a existência ou não de sistema de cobrança específica para o serviço de limpeza pública e de manejo de resíduos sólidos para o financiamento da gestão.	<b>Muito Favorável:</b> Os custos da gestão de RSU são completamente financiados por fonte específica ou sistema de cobrança de resíduos. <b>Favorável:</b> Existência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da GRSU, mas cobre parcialmente os custos. <b>Desfavorável:</b> Existência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da GRSU, mas não cobre os custos. <b>Muito Desfavorável:</b> Inexistência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento de gestão de RSU.	
		<b>Planejamento dos Recursos</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura gasta com a gestão de RSU o planejado ou se o valor planejado não é suficiente para cobrir os custos da gestão.	(Custo real da gestão de RSU - Custo orçado estimado de RSU)  <b>Muito Favorável:</b> Se o custo real da gestão de RSU é igual ao custo orçado estimado de RSU. <b>Favorável:</b> Se o custo real da gestão de RSU é menor do que o custo orçado estimado de RSU. <b>Desfavorável:</b> Se o custo real da gestão de RSU é maior do que o custo orçado estimado de RSU. <b>Muito Desfavorável:</b> Não há planejamento dos recursos.	
		<b>Formação de Equipe Responsável pela Gestão</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se os responsáveis pela a gestão de RSU apresentam conhecimento técnico necessário para trabalharem com GRSU.	<b>Muito Favorável:</b> Equipe responsável pela estruturação da GRSU com formação e conhecimento técnico para coordenar a gestão de RSU. <b>Favorável:</b> Equipe responsável pela GRSU com formação e/ou conhecimento específico parcial. <b>Desfavorável:</b> Equipe responsável pela GRSU sem formação. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe equipe específica para a GRSU.	
	<b>ESTRUTURA:</b> busca verificar a estrutura político-administrativa do órgão municipal quanto a GRSU.				

Quadro 6.1 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Seleccionados para Compor IGIRS no grupo de RSU (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
POLÍTICO-ECONÓMICO	ESTRUTURA	Estrutura Administrativa	Objetivo deste subcritério é verificar a estruturação da gestão de RSU na administração municipal.	<b>Muito Favorável:</b> Existência de setor específico para RSU, com treinamento e designação e responsabilidades explícitas aos responsáveis pela GRSU. <b>Favorável:</b> Existência de setor específico para RSU, porém sem treinamento adequado ou sem designação e responsabilidades explícitas aos responsáveis, quanto a GRSU. <b>Desfavorável:</b> Existência de setor específico para RSU, porém sem treinamento adequado e sem designação e responsabilidades explícitas aos responsáveis, quanto a GRSU. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe setor específico para a GRSU.
		Grau de Intersetorialidade	Objetivo deste subcritério é verificar o grau de envolvimento dos setores da administração pública com a gestão de RSU.	<b>Muito Favorável:</b> Mais de 3 secretarias municipais. <b>Favorável:</b> Mínimo 3 secretarias municipais. <b>Desfavorável:</b> 2 secretarias municipais. <b>Muito Desfavorável:</b> 1 secretaria municipal.
	MONITORAMENTO: busca verificar se órgão municipal tem controle das atividades e processos que envolvem a GRSU.	Atendimento as Denúncias Relacionadas aos RSU	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura atende as denúncias relacionadas a gestão irregular de RSU.	(Quantidade mensal de denúncias atendidas relacionadas à RSU/ Quantidade mensal de denúncias relacionadas a RSU) *100%
		Avaliação de Desempenho	Objetivo deste subcritério é identificar se há no município a realização da avaliação do desempenho da gestão de RSU.	<b>Muito Favorável:</b> Realiza semestralmente. <b>Favorável:</b> Realiza anualmente. <b>Desfavorável:</b> Realiza de forma esporádica. <b>Muito Desfavorável:</b> não há.
		Fiscalização do Processo de Gestão	Objetivo deste subcritério é verificar se a prefeitura fiscaliza o processo de gestão de RSU, conforme a legislação vigente.	<b>Muito Favorável:</b> Existência de ações de fiscalização realizadas semestralmente. <b>Favorável:</b> Existência de ações de fiscalização realizadas anualmente. <b>Desfavorável:</b> Ações de fiscalização realizadas a mais de 2 anos. <b>Muito Desfavorável:</b> Inexistência de fiscalização na gestão de RSU.
EDUCACIONAL	CAPACITAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS E CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS: busca avaliar se os agentes envolvidos na GRSU possuem conhecimentos específicos para atuarem efetivamente nas diferentes etapas da gestão.	Programas de Capacitação dos Funcionários e Catadores de Materiais Recicláveis Atuantes na Gestão de RSU	Objetivo deste subcritério é verificar se existe programas de capacitação específica para os funcionários e catadores atuantes na gestão de RSU	<b>Muito Favorável:</b> Todos os funcionários do setor de RSU receberam ou recebem capacitação específica. <b>Favorável:</b> Apenas parte dos funcionários do setor de RSU recebem capacitação específica <b>Desfavorável:</b> Apenas parte dos funcionários do setor de RSU já receberam capacitação específica, atualmente não recebem mais. <b>Muito Desfavorável:</b> Nenhum funcionário do setor de RSU recebeu ou recebe capacitação específica.
		Conhecimentos das Regulamentações pelos Funcionários	Objetivo deste subcritério é verificar os funcionários possuem conhecimentos sobre as regulamentações de RSU.	<b>Binária:</b> Os funcionários do órgão municipal têm conhecimentos sobre as regulamentações de RSU? Sim ou Não.
	SENSIBILIZAÇÃO DA POPULAÇÃO: busca avaliar se o município possui ações de sensibilização da população sobre a GRSU.	Educação Ambiental para População	Objetivo deste subcritério é verificar a efetividade de programas educação ambiental continuada voltados para a população para boas práticas da gestão de RSU	<b>Muito Favorável:</b> Existência de programas educativos ambientais continuados com alto envolvimento da população. <b>Favorável:</b> Existência de programas educativos ambientais continuados, porém com baixo envolvimento da população. <b>Desfavorável:</b> Existência de programas educativos ambientais, somente nas escolas. <b>Muito desfavorável:</b> Inexistência de programas educativos ambientais.
		Programas de Sensibilização Específicos sobre a Gestão de RSU	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta medidas de sensibilização (campanhas, cartazes etc.) para a população.	<b>Binária:</b> O município possui medidas de sensibilização específicas de GRSU para a população? Sim ou Não.

Quadro 6.1 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no grupo de RSU (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica	
EDUCACIONAL	SENSIBILIZAÇÃO	Número de Parceiros (Associações, Universidades, Setor Privado, Movimentos Sociais)	Objetivo deste subcritério é identificar o número de parcerias envolvidos nos programas de educação ambiental voltados para população.	<b>Muito Favorável:</b> Número de parceiros: três ou mais. <b>Favorável:</b> Número de parceiros: entre dois e três. <b>Desfavorável:</b> Número de parceiros: menos de dois. <b>Muito Desfavorável:</b> Não tem parceiros.	
		Empregados	Objetivo deste subcritério é identificar o número de empregados (público/privado) que trabalham com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos.	(Taxa de Número de empregados (público e privado) / população urbana) * 1000	
SOCIAL	RECURSOS HUMANOS: busca avaliar se o número de empregados do município é suficiente para o sistema de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e se é fornecido aos mesmos equipamentos de proteção individual e coletivo.	Uso de Equipamentos de Proteção	Objetivo deste subcritério é identificar o uso de equipamentos de proteção coletiva e individual (EPI) dos empregados e catadores.	<b>Muito Favorável:</b> Todos os empregados e catadores utilizam EPI's. <b>Favorável:</b> Nem todos os empregados e catadores utilizam EPI's. <b>Desfavorável:</b> Somente os empregados utilizam EPI's <b>Muito desfavorável:</b> Não utilizam EPI's.	
		Participação do Setor Público	Objetivo deste subcritério é verificar se a prefeitura é engajada com a gestão de RSU.	<b>Binária:</b> Há participação efetiva do setor público na GRSU? Sim ou Não.	
	RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA: busca avaliar se os setores público, privado e a população participam efetivamente do processo da GRSU, dividindo as responsabilidades sobre os resíduos gerados conforme preconiza a PNRS.	Participação do Setor Privado	Objetivo deste subcritério é verificar se a prefeitura apresenta parcerias com o setor privado.	<b>Binária:</b> Há participação efetiva do setor privado na GRSU? Sim ou Não.	
		Participação da População	Objetivo deste subcritério é identificar se a população participa da gestão de RSU.	<b>Binária:</b> Há participação efetiva da população na GRSU? Sim ou Não.	
		Canais de Comunicação	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta canais de comunicação (telefones, e-mails etc.) para orientar e atender a população sobre a gestão de RSU.	<b>Muito Favorável:</b> mais de dois itens canal de comunicação estão presentes. <b>Favorável:</b> dois itens canal de comunicação estão presentes. <b>Desfavorável:</b> um dos itens - canal de comunicação está presente. <b>Muito Desfavorável:</b> inexistência de canais de comunicação	
	USUÁRIOS: busca analisar se os usuários recebem informações sobre a GRSU e o grau de satisfação destes com os serviços prestados.	Sistema de Satisfação dos Usuários	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta acompanhamento da satisfação dos usuários do sistema de coleta pública (periodicidade/frequência/horário)	<b>Muito Favorável:</b> > 70% <b>Favorável:</b> 31 a 70% <b>Desfavorável:</b> 10 a 30% <b>Muito Desfavorável:</b> < 30%	
		Inclusão do Setor Informal	Objetivo deste subcritério é identificar se o setor informal é parte do sistema de gestão de RSU, conforme estabelecido pela PNRS	<b>Muito Favorável:</b> Existe medidas de inclusão do setor informal devidamente organizado (cooperativas, associações) e fiscalizado. <b>Favorável:</b> Existe medidas de inclusão do setor informal de RSU, porém este não é fiscalizado e organizado <b>Desfavorável:</b> Existe medidas de inclusão do setor informal de RSU sem a participação do setor público. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe medidas de inclusão do setor informal na gestão de RSU.	
	INCLUSÃO SOCIAL: busca avaliar se o sistema municipal de GRSU promove meios de inclusão do setor informal e permite o acesso a toda a população dos serviços prestados nesta área.	Universalidade		Objetivo deste subcritério é identificar se todos têm acesso a prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos.	% População com acesso aos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos

Quadro 6.2- Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no Grupo de RSS

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
OPERACIONAL	<b>IDENTIFICAÇÃO:</b> busca avaliar se o órgão público quantifica e caracteriza os RSS gerados em seu território, para que recebam o gerenciamento adequado.	<b>Geração dos RSS</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se o município possui a quantificação dos RSS coletados em seu território.	(Quantidade total de RSS coletado no município por ano/ Número de habitantes) (kg/hab/ano)
		<b>Classificação dos RSS</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se o município possui a classificação dos RSS de acordo com os Grupos (A – biológicos; B – químicos; C – radioativos; D – comuns; e E – perfurocortantes), seguindo a legislação vigente.	<b>Muito Favorável:</b> Possui a classificação dos RSS em todos os grupos. <b>Favorável:</b> Possui a classificação dos RSS em três ou mais grupos. <b>Desfavorável:</b> Possui a classificação dois grupos dos RSS. <b>Muito Desfavorável:</b> Não possui a classificação dos RSS.
	<b>SEGREGAÇÃO:</b> busca avaliar como o órgão público realiza a segregação dos resíduos gerados.	<b>Não tem Subcritério</b>	Objetivo deste indicador é identificar se há no município segregação por grupos de RSS na fonte de geração (A – biológicos; B – químicos; C – radioativos; D – comuns; e E – perfurocortantes), seguindo a legislação vigente.	<b>Muito Favorável:</b> Realiza a segregação dos RSS em todos os grupos na fonte de geração <b>Favorável:</b> Realiza a segregação em três ou mais grupos. <b>Desfavorável:</b> Realiza a segregação dos RSS em dois grupos. <b>Muito Desfavorável:</b> Não realiza a segregação dos RSS por grupos na fonte de geração.
	<b>ACONDICIONAMENTO:</b> busca avaliar como RSS gerados são acondicionados nos estabelecimentos de saúde até a etapa de transporte.	<b>Acondicionamento por Grupo</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se os RSS são acondicionados por grupo (A – biológicos; B – químicos; C – radioativos; D – comuns; e E – perfurocortantes), seguindo a legislação vigente.	<b>Binária:</b> O município realiza o acondicionamento dos RSS por grupo? Sim ou Não.
		<b>Condições dos Recipientes</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se os recipientes de acondicionamento interno e externo para coleta seguem os padrões de capacidade estabelecidos na legislação vigente.	<b>Binária:</b> Os recipientes de acondicionamento interno e externo para a coleta seguem o estabelecido na legislação? Sim ou Não
		<b>Localização dos Recipientes</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a localização dos recipientes externos de acondicionamento tem acesso facilitado para os veículos coletores, como estabelecido nas legislações vigentes.	<b>Muito Favorável:</b> Existe ambiente exclusivo (abrigo de RSS) e com acesso facilitado para os veículos coletores <b>Favorável:</b> Existe ambiente exclusivo (abrigo de RSS), porém não estão posicionados estrategicamente com acesso facilitado para os veículos coletores. <b>Desfavorável:</b> Existe ambiente exclusivo (abrigo de RSS) em desacordo com a legislação. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe ambiente exclusivo (abrigo de RSS) e posicionado estrategicamente com acesso facilitado para os veículos coletores.
		<b>Formas de Coleta</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se o município realiza a coleta interna e externa conforme previsto na legislação vigente.	<b>Muito Favorável:</b> Ambas as formas de coleta estão de acordo com a Resolução. <b>Favorável:</b> Apenas uma das formas de coleta está de acordo com a Resolução. <b>Desfavorável:</b> Nenhuma das formas de coleta estão de acordo com a Resolução. <b>Muito Desfavorável:</b> Não há coleta separada para os RSS.
	<b>COLETA:</b> busca avaliar a coleta de RSS sob responsabilidade do órgão municipal.	<b>Abrangência da Coleta</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se todos os estabelecimentos públicos que geram RSS são atendidos pelo sistema de coleta do município.	<b>Muito Favorável:</b> Existe o planejamento da coleta, atendendo toda a extensão territorial do município. <b>Favorável:</b> Existe o planejamento da coleta, porém só atende a zona urbana. <b>Desfavorável:</b> Existe o planejamento e a coleta de RSS em parte do município, porém esta não atende áreas mais afastadas. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe um sistema de coleta municipal de RSS.

Quadro 6.2 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no Grupo de RSS (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
OPERACIONAL	<b>TRANSPORTE:</b> busca avaliar se o órgão público transporta os RSS coletados de maneira e com veículos adequados seguindo as normas vigentes, evitando derramamento nas vias. E também verificar a frequência com que o serviço é prestado aos estabelecimentos públicos gerados de RSS.	<b>Frequência</b>	Objetivo deste subcritério é mostrar a frequência que o veículo municipal ou terceirizado realiza a coleta de RSS.	<b>Muito Favorável:</b> > ou igual 1 vez por semana. <b>Favorável:</b> 1 vez a cada 15 dias <b>Desfavorável:</b> 1 vez por mês <b>Muito Desfavorável:</b> Realizada somente quando solicitado.
		<b>Condições dos Veículos</b>	Objetivo deste subcritério é identificar as condições dos veículos que realizam a coleta de RSS no município, utilizando-se técnicas que garantam a preservação das condições de acondicionamento e a integridade dos trabalhadores, da população e do meio ambiente, de acordo com as orientações dos órgãos de limpeza urbana.	<b>Muito Favorável:</b> Veículos em condições e quantidades adequadas <b>Favorável:</b> Existe veículos para a gestão de RSS, porém não são suficientes. <b>Desfavorável:</b> Existe veículos para a gestão de RSS, porém estes não receberam a manutenção adequada e/ou não estão em perfeitas condições de uso. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe veículos para a gestão de RSS.
		<b>Reutilização</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se o município encaminha os RSS do Grupo B, que não apresentam características de periculosidade, e do Grupo D gerados nos estabelecimentos para a reutilização.	<b>Binária:</b> O município encaminha os resíduos do Grupo B e D para reutilização? Sim ou Não.
		<b>Reciclagem</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se o município encaminha os RSS do Grupo B, que não apresentam características de periculosidade, e do Grupo D gerados nos estabelecimentos para a reciclagem.	<b>Binária:</b> O município encaminha os resíduos do Grupo B e D para reciclagem? Sim ou Não.
	<b>TRATAMENTO:</b> busca avaliar as formas de tratamento existentes e aplicadas no município para o tratamento dos RSU, de acordo com as normas específicas vigentes.	<b>Tratamento dos Resíduos dos Grupos A, B, C e E</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se os resíduos dos Grupos A, B, C e E são submetidos a tratamentos específicos conforme indicado nas legislações vigentes.	<b>Binária:</b> O município submete os resíduos do Grupo A, B, C e E a tratamentos específicos? Sim ou Não.
		<b>DISPOSIÇÃO FINAL:</b> busca avaliar as formas de disposição final dos RSS gerados no município de acordo com a norma vigente.	<b>Aterro Sanitário/Aterro Classe I</b>	Objetivo deste subcritério é verificar o método de disposição final dos RSS (Grupos A, B, C, D e E) existente no município, está respeitando as diretrizes estabelecidas nas legislações vigentes
	<b>Áreas Irregulares</b>		Objetivo deste subcritério é verificar se o município tem conhecimento e controle das áreas irregulares (lixões, vazadouros, etc.) de disposição ilegal de RSS.	<b>Binária:</b> O município tem conhecimento de áreas irregulares de disposição de RSS? Sim ou Não.
	AMBIENTAL	<b>CONTROLE AMBIENTAL:</b> busca avaliar se o órgão municipal apresenta medidas de controle (como o licenciamento ambiental) e o monitoramento dos recursos naturais que podem ser degradados pela gestão inadequada dos RSS.	<b>Licenciamento Ambiental</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se as áreas para a gestão de RSS estão licenciadas e se as condicionantes impostas pelos órgãos ambientais estão sendo implementadas.
<b>Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RSS</b>			Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura tem controle sobre as condições sanitárias das unidades de gestão de RSS.	<b>Binária:</b> O município tem controle das condições sanitárias das unidades de gestão de RSS? Sim ou Não.
<b>Fiscalização e Monitoramento Ambiental dos Recursos Naturais</b>			Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta medidas de fiscalização e monitoramento ambiental sobre os recursos naturais.	<b>Binária:</b> O município apresenta medidas de fiscalização e monitoramento ambiental sobre os recursos naturais? Sim ou Não.

Quadro 6.2 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Seleccionados para Compor IGIRS no Grupo de RSS (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
AMBIENTAL	<b>RECUPERAÇÃO AMBIENTAL:</b> busca avaliar se o órgão municipal possui projetos ou medidas de compensação ambiental para as áreas afetadas pela gestão inadequada dos RSS.	<b>Recuperação de Áreas Degradadas</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se o município realiza e executa projetos de recuperação de áreas degradadas em função da disposição irregular de RSS.	<b>Muito Favorável:</b> todas as áreas degradadas no município, devido à gestão inadequada dos RSS, foram devidamente recuperadas. <b>Favorável:</b> todas as áreas degradadas no município, devido à gestão inadequada dos RSS, foram parcialmente recuperadas. <b>Desfavorável:</b> as áreas degradadas no município foram mapeadas, porém não foram recuperadas. <b>Muito Desfavorável:</b> as áreas degradadas não foram mapeadas ou não houve recuperação das áreas identificadas.
		<b>Compensação Ambiental</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta medidas de compensação ambiental para os danos causados pela a gestão irregular de RSS.	<b>Binária:</b> O município tem medidas de compensação ambiental para os danos causados pela gestão inadequada dos RSS? Sim ou Não.
	<b>PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS:</b> busca verificar se órgão municipal dentro do PMGIRS agregou práticas sustentáveis, conforme disposto na PNRS.	<b>Reutilização de Artigos e Materiais Ditos de Uso Único</b>	Objetivo deste subcritério é identificar a existência de políticas de reutilização de materiais de "uso único" (Ex: instrumentos laparoscópicos, transdutores, cateteres de eletrofisiologia etc.) nos estabelecimentos geradores de RSS do município.	<b>Binária:</b> O município possui políticas de reutilização de materiais ditos de uso único? Sim ou Não.
		<b>Medidas de Redução de RSS no PGRSS</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se há de medidas de redução de RSS nos PGRSS dos estabelecimentos públicos.	<b>Binária:</b> O município tem medidas de redução dos RSS gerados em seu PGRSS? Sim ou Não.
		<b>Logística Reversa</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se o município possui regulamentos, acordos setoriais e termos de compromissos firmados com o setor empresarial para implementação do sistema de logística reversa de medicamentos.	<b>Muito favorável:</b> o município possui o sistema de logística reversa implantado. <b>Favorável:</b> o município possui o sistema de logística reversa em fase de implementação. <b>Desfavorável:</b> o município está negociando para implementar o sistema de logística reversa. <b>Muito desfavorável:</b> não tem sistema de logística reversa.
POLÍTICO-ECONÔMICO	<b>NORMAS REGULAMENTOS:</b> E busca verificar se há no município leis, decretos, normas ou outros requisitos legais específicos da RSS.	<b>Leis Municipais de RSS</b>	Objetivo deste subcritério é identificar a existência de leis municipais para a gestão de RSS.	<b>Binária:</b> O município leis específicas para a gestão de RSS? Sim ou Não.
		<b>Plano de Gerenciamento de RSS dos estabelecimentos públicos</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se existe no município o Plano de Gerenciamento de RSS para os estabelecimentos sob gestão municipal.	<b>Muito Favorável:</b> Existe o PGRSS no município para os estabelecimentos públicos já implantado. <b>Favorável:</b> Possui o PMGIRS, mas não está implantado. <b>Desfavorável:</b> Está em fase de elaboração o PGRSS para os estabelecimentos públicos. <b>Muito desfavorável:</b> Não existe o PGRSS para os estabelecimentos públicos.
	<b>Plano de Gerenciamento de RSS para os gerados de estabelecimentos privados</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se o município apresenta diretrizes para elaboração do Plano de Gerenciamento de RSS para os geradores, como estabelecidos nas legislações vigentes.	<b>Binária:</b> Há orientações municipais para elaboração do PGRSS para os geradores privados? Sim ou Não.	
	<b>ECONÔMICO:</b> busca avaliar os recursos financeiros aplicados a GRSU no município, se há um equilíbrio entre as receitas e despesas do setor público na gestão.	<b>Orçamento Municipal Destinado a Gestão de RSS</b>	Objetivo deste subcritério é identificar a existência de um orçamento específico destinado à gestão de RSS.	<b>Binária:</b> O município possui orçamento específico para gestão de RSS? Sim ou Não.

Quadro 6.2 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Seleccionados para Compor IGIRS no Grupo de RSS (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
POLÍTICO-ECONÔMICO	ECONÔMICO:	Planejamento dos Recursos	Objetivo deste subcritério é identificar se o gasto da prefeitura com a gestão de RSS respeita o orçamento planejado ou se o planejamento não é suficiente para cobrir os custos da gestão. (Custo real da gestão de RSS - Custo orçado estimado de RSS)	<b>Muito Favorável:</b> Se o custo real da gestão de RSS é igual ao custo orçado estimado de RSS. <b>Favorável:</b> Se o custo real da gestão de RSS é menor do que o custo orçado estimado de RSS. <b>Desfavorável:</b> Se o custo real da gestão de RSS é maior do que o custo orçado estimado de RSS. <b>Muito Desfavorável:</b> Não há planejamento dos recursos.
		Formação da Equipe Responsável pela Gestão	Objetivo deste subcritério é identificar se os responsáveis pela a gestão de RSS, apresentam conhecimento técnico necessário para trabalharem com gestão de RSS.	<b>Muito Favorável:</b> Equipe responsável pela estruturação da GRSS com formação e conhecimento técnico. <b>Favorável:</b> Equipe responsável pela GRSS com formação e/ou conhecimento específico parcial. <b>Desfavorável:</b> Equipe responsável pela GRSS sem formação. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe equipe específica para a GRSS.
		Estrutura Administrativa	Objetivo deste subcritério é identificar o grau de estruturação da gestão de RSS na administração pública municipal.	<b>Muito Favorável:</b> Existência de setor específico para RSS, com treinamento e designação e responsabilidades explícitas aos responsáveis pela GRSS. <b>Favorável:</b> Existência de setor específico para RSS, porém sem treinamento adequado ou sem designação e responsabilidades explícitas aos responsáveis, quanto a GRSS. <b>Desfavorável:</b> Existência de setor específico para RSS, porém sem treinamento adequado e sem designação e responsabilidades explícitas aos responsáveis, quanto a GRSS. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe setor específico para a GRSS.
		Grau de Intersetorialidade	Objetivo deste subcritério é verificar o grau de envolvimento dos setores da administração pública com a gestão de RSS.	<b>Muito Favorável:</b> Mais de 3 secretarias municipais. <b>Favorável:</b> Mínimo 3 secretarias municipais. <b>Desfavorável:</b> 2 secretarias municipais. <b>Muito Desfavorável:</b> 1 secretaria municipal.
		Cadastramento de Estabelecimentos Geradoras de RS	Objetivo deste subcritério é identificar a existência de um cadastro das empresas que geram RSS no município.	<b>Binário:</b> Há no município cadastro das empresas que geram RSS? Sim ou Não.
	MONITORAMENTO:	Atendimento as Denúncias relacionadas aos RSS	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura atende as denúncias relacionadas a gestão irregular de RSS.	(Quantidade mensal de denúncias atendidas relacionadas à RSS/ Quantidade mensal de denúncias relacionadas a RSS) *100%
		Avaliação de Desempenho	Objetivo deste subcritério é identificar se há no município a realização da avaliação do desempenho da gestão de RSS.	<b>Muito Favorável:</b> Realiza semestralmente. <b>Favorável:</b> Realiza anualmente. <b>Desfavorável:</b> Realiza de forma esporádica. <b>Muito Desfavorável:</b> não há.
		Fiscalização do Processo de Gestão de RSS	Objetivo deste subcritério é de identificar a existência de fiscalização do processo de gestão de RSS pela prefeitura nos estabelecimentos geradores de RSS.	<b>Muito Favorável:</b> Ações de fiscalização realizadas semestralmente. <b>Favorável:</b> Ações de fiscalização realizadas anualmente. <b>Desfavorável:</b> Ações de fiscalização realizadas a mais de 2 anos. <b>Muito Desfavorável:</b> Inexistência de fiscalização.
	CAPACITAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS:	Programas de Capacitação para os Funcionários	Objetivo deste subcritério é verificar a existência de programas municipais para a capacitação dos funcionários da gestão municipal de RSS.	<b>Muito Favorável:</b> Todos os funcionários do setor de RSS receberam ou recebem capacitação específica. <b>Favorável:</b> Apenas parte dos funcionários do setor de RSS recebem capacitação específica <b>Desfavorável:</b> Apenas parte dos funcionários do setor de RSS já receberam capacitação específica, atualmente não recebem mais. <b>Muito Desfavorável:</b> Nenhum funcionário do setor de RSS recebeu ou recebe capacitação específica.

Quadro 6.2 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no Grupo de RSS (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
POLÍTICO-ECONÔMICO	<b>CAPACITAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS</b>	<b>Conhecimento das Regulamentações</b>	Objetivo deste sub indicador é identificar o conhecimento dos funcionários quanto as regulamentações (em gestão dos RSS e segurança do trabalho) associadas aos procedimentos.	<b>Binária:</b> Os funcionários do órgão municipal têm conhecimentos sobre as regulamentações de RSS? Sim ou Não.
	<b>SENSIBILIZAÇÃO DA POPULAÇÃO:</b> busca avaliar se o município possui ações de sensibilização da população sobre a gestão de RSS.	<b>Educação Ambiental para População</b>	Objetivo deste subcritério é verificar a efetividade de programas educação ambiental continuada voltados para a população para boas práticas da gestão de RSS.	<b>Muito Favorável:</b> Existência de programas educativos ambientais continuados com alto envolvimento da população. <b>Favorável:</b> Existência de programas educativos ambientais continuados, porém com baixo envolvimento da população. <b>Desfavorável:</b> Existência de programas educativos ambientais, somente nas escolas. <b>Muito Desfavorável:</b> Inexistência de programas educativos ambientais.
		<b>Programas de Sensibilização Específicos sobre a Gestão de RSU</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta medidas de sensibilização (campanhas, cartazes etc.) para a população.	<b>Binária:</b> O município possui medidas de sensibilização específicas de gestão de RSS para a população? Sim ou Não.
SOCIAL	<b>RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA:</b> busca avaliar se os setores público, privado e a população participam efetivamente do processo da gestão de RSS, dividindo as responsabilidades sobre os resíduos gerados conforme preconiza a PNRS.	<b>Participação do Setor Público</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se a prefeitura é engajada com a gestão de RSS, estando em conformidade as legislações vigentes.	<b>Binário:</b> Há participação efetiva do setor público na gestão de RSS? Sim ou Não.
		<b>Participação do Setor Privado</b>	Objetivo deste subcritério é verificar o envolvimento do setor privado na gestão de RSS, em conformidade as legislações vigentes.	<b>Binário:</b> Há participação efetiva do setor privado na gestão de RSS? Sim ou Não.
		<b>Participação da População</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se a população está em conformidade com as legislações vigentes.	<b>Binário:</b> Há participação efetiva da população na gestão de RSS? Sim ou Não.
	<b>USUÁRIOS:</b> busca analisar se os usuários recebem informações sobre a gestão de RSS e o grau de satisfação destes com os serviços prestados.	<b>Canais de Comunicação</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta canais de comunicação (telefones, e-mails etc.) para orientar e atender a população sobre a gestão de RSS.	<b>Muito Favorável:</b> mais de dois itens canal de comunicação estão presentes. <b>Favorável:</b> dois itens canal de comunicação estão presentes. <b>Desfavorável:</b> um dos itens - canal de comunicação está presente. <b>Muito Desfavorável:</b> inexistência de canais de comunicação.
<b>Sistema de Satisfação dos Usuários</b>		Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta um acompanhamento do grau de satisfação dos usuários do sistema de gestão de RSS.	<b>Muito Favorável:</b> > 70% <b>Favorável:</b> 31 a 70% <b>Desfavorável:</b> 10 a 30% <b>Muito Desfavorável:</b> < 30%	

Quadro 6.3 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no Grupo de RCC

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
OPERACIONAL	IDENTIFICAÇÃO: busca avaliar como a prefeitura identifica os RCC gerados no município, se há quantificação total de RCC gerados e se estes são classificados de modo que os resíduos pertencentes a cada grupo recebam o gerenciamento adequado.	Estimativa dos RCC gerados	Objetivo deste subcritério é avaliar se existe a quantificação do total de RCC gerados no município. Ou seja, se o município faz a estimativa do total de RCC gerados de acordo com o sugerido pelo Ministério de Meio Ambiente (MMA) (estimar com base na somatória da quantidade de resíduos oriundos de edificações novas construídas no município com a quantidade de resíduos provenientes de reformas, ampliações e demolições e quantidade de resíduos removidos de deposições irregulares, em um determinado período de tempo).	<b>Binária:</b> O município apresenta quantificação dos RCC gerados conforme sugerido pelo MMA? Sim ou Não.
		Classificação dos RCC	Objetivo deste subcritério é avaliar se o município tem conhecimento da composição dos RCC gerados em seu município conforme as Resoluções vigentes.	<b>Muito Favorável:</b> Classificação dos RCC por classes de resíduos. <b>Favorável:</b> Possui a Classificação em três ou mais classes dos RCC. <b>Desfavorável:</b> Existe a classificação dos RCC, porém os resíduos são classificados em reutilizáveis/recicláveis e não reutilizável/reaproveitável. <b>Muito Desfavorável:</b> Não possui a classificação dos RCC.
	SEPARAÇÃO: busca verificar como o município organiza o processo de separação (triagem) de seus resíduos. Esta separação pode acontecer diretamente na fonte geradora do resíduo (canteiros de obras, áreas de demolição etc.) ou em Áreas de Transbordo e Triagem (ATT).	Separação na origem	Objetivo deste subcritério identificar os geradores fazem a separação dos resíduos diretamente na fonte. Ou seja, se os resíduos são separados por classe (Classe A, B, C e D) diretamente na área de geração.	<b>Muito Favorável:</b> Realiza a segregação dos RSS em todos os grupos na fonte de geração, de acordo com as classes propostas pelo CONAMA. <b>Favorável:</b> Realiza a segregação em três ou mais grupos. <b>Desfavorável:</b> Os resíduos são separados, na fonte geradora, em dois grupos: recicláveis e não recicláveis. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe a separação de RCC na fonte geradora.
		Separação em Áreas de Transbordo e Triagem (ATT)	Objetivo deste subcritério identificar se os resíduos que chegam em áreas de ATT (Áreas de Transbordo e Triagem), são separados por classe (Classe A, B, C e D) e se tais áreas são licenciadas.	<b>Muito Favorável:</b> Os resíduos gerados são separados de acordo com as classes propostas pela CONAMA em ATT licenciadas, quando não separados no local de geração. <b>Favorável:</b> Os resíduos gerados são separados de acordo com as classes propostas pela CONAMA em ATT não licenciadas, quando não separados no local de geração. <b>Desfavorável:</b> Os resíduos são separados em dois grupos: recicláveis e não recicláveis, esta separação é feita em áreas de ATT licenciadas. Ou os resíduos são separados conforme a Resolução Conama, mas as ATTs não são licenciadas. <b>Muito desfavorável:</b> Não existe a separação de resíduos em ATT licenciadas.
	ACONDICIONAMENTO	Acondicionamento por Classe	Objetivo deste subcritério é identificar se o acondicionamento dos RCC sob responsabilidade da prefeitura está acondicionado de acordo com a classe que pertence.	<b>Binário:</b> Os RCC estão acondicionados de acordo com a classe que pertence, seguindo as diretrizes legais? Sim ou não.
		Condições dos Recipientes	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura tem controle sobre as condições dos recipientes de armazenamento de RCC, ou seja, se eles apresentam condições satisfatórias de uso.	<b>Muito Favorável:</b> Recipiente possuem condições favoráveis para o armazenamento de RCC. <b>Favorável:</b> Existência de recipientes em condições não satisfatórias. <b>Desfavorável:</b> Recipientes sem condições de uso. <b>Muito desfavorável:</b> Não existem recipientes específicos para o acondicionamento dos RCC.

Quadro 6.3 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no Grupo de RCC (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
OPERACIONAL	<b>ACONDICIONAMENTO:</b> busca avaliar como os RCC gerados no município são acondicionados até a etapa de transporte. O acondicionamento dos RCC ocorre em duas etapas, no início e no final. O inicial deve ocorrer o mais próximo da geração, e o final é armazenamento dos resíduos até seu transporte para destinação final ou tratamento conforme sua classe. A localização das áreas de acondicionamento deve ser estratégica para facilitar o transporte, além disso, o acondicionamento deverá ser realizado em recipientes adequados para cada classe de RCC.	<b>Localização das Áreas de Transbordo e Triagem</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a localização das áreas de armazenamento final (Áreas de Transbordo e Triagem - ATT) foram estrategicamente identificadas de modo a atender todo o município para facilitar o transporte de RCC até tais locais. E se o armazenamento dos recipientes dentro de tais áreas é realizado por classe e em recipientes adequados.	<b>Muito Favorável:</b> Existem ATTs, estas são bem localizadas de modo a atender todo o território, e o acondicionamento é realizado em recipientes corretos de acordo com a classe do RCC. <b>Favorável:</b> Existem ATTs, estas são bem localizadas de modo a atender todo o território, porém o acondicionamento não é realizado em recipientes corretos de acordo com a classe do RCC. <b>Desfavorável:</b> Existem ATTs, porém, estas não são licenciadas e não apresentam acondicionamento por classes, em recipientes adequados ou não são estrategicamente localizadas. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe ATT com recipientes em quantidade e localização suficiente para atender todo o território.
		<b>Abrangência da Coleta</b>	Objetivo deste subcritério é avaliar se o sistema de coleta foi planejado de modo a abranger todo o território municipal.	<b>Muito Favorável:</b> Existe o planejamento da coleta, atendendo toda a extensão territorial do município. <b>Favorável:</b> Existe o planejamento da coleta, porém só atende a zonar urbana. <b>Desfavorável:</b> Existe o planejamento e a coleta em parte do município, porém esta não atende áreas mais afastadas. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe um sistema de coleta municipal de RCC.
		<b>Eficiência da Coleta</b>	Objetivo deste subcritério é avaliar se a coleta é planejada de modo a manter a qualidade ambiental e visual do município, ao mesmo tempo que seu dimensionamento busca ser otimizado.	<b>Muito Favorável:</b> Recipiente com volume adequado para quantidade de resíduo gerado no município. <b>Favorável:</b> Recipiente com volume a ser ocupado no momento da coleta. <b>Desfavorável:</b> Recipiente com volume completamente vazio. <b>Muito desfavorável:</b> Recipiente com todo o volume transbordando.
		<b>Eficiência do Sistema de Transporte</b>	Objetivo deste subcritério é verificar a eficiência do planejamento das viagens programadas para a coleta de RCC.	Número de viagens programadas/número de viagens executadas.
		<b>Condições dos Veículos</b>	Objetivo deste subcritério é identificar as condições dos veículos que fazem a coleta dos RCC, e se estes estão em quantidade suficiente para o transporte dos resíduos gerados.	<b>Muito Favorável:</b> veículos em condições e quantidade adequadas. <b>Favorável:</b> Existe veículos para a gestão de RCC, recebem manutenção e/ou não são insuficientes para a coleta de RSU. <b>Desfavorável:</b> Existe veículos para a gestão de RCC, porém não estão em perfeitas condições de uso e/ou não são suficientes para a coleta de RSU. <b>Muito desfavorável:</b> não existe veículos para a gestão de RCC.
	<b>TRANSPORTE:</b> busca analisar se os RCC coletados são transportados de maneira adequada e segura com veículos adequados seguindo as normas vigentes, evitando derramamento nas vias.	<b>Condição do Transporte de RCC</b>	Este subcritério busca avaliar se os resíduos estão sendo transportados de acordo com as exigências da ABNT NBR 13221/94.	<b>Binário:</b> Os resíduos estão sendo transportados de acordo as exigências da ABNT NBR 13221/94? Sim ou Não.

Quadro 6.3 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no Grupo de RCC (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
OPERACIONAL	<b>TRATAMENTO:</b> busca avaliar as formas de tratamento existentes e aplicadas no município para o tratamento dos resíduos. A Resolução CONAMA nº 307/2002 prevê três formas de tratamento para os RCC: Beneficiamento, Reutilização e Reciclagem.	<b>Beneficiamento</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se os RCC gerados dentro do município, passíveis de beneficiamento, são beneficiados.	<b>Muito Favorável:</b> Mais de 80% dos resíduos passíveis de beneficiamento são beneficiados. <b>Favorável:</b> Entre 50 a 80% dos resíduos passíveis de beneficiamento são beneficiados. <b>Desfavorável:</b> Menos de 50% dos resíduos passíveis de beneficiamento são beneficiados. <b>Muito Desfavorável:</b> Não há de beneficiamento dos resíduos.
		<b>Reutilização</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se RCC gerados dentro do município que são reutilizáveis.	<b>Muito Favorável:</b> Mais de 80% dos resíduos passíveis de reutilização são reutilizados. <b>Favorável:</b> Entre 50 a 80% dos resíduos passíveis de reutilização são reutilizados. <b>Desfavorável:</b> Menos de 50% dos resíduos passíveis de reutilização são reutilizados. <b>Muito Desfavorável:</b> Não há reutilização dos resíduos.
		<b>Reciclagem</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se os RCC gerados dentro do município, passíveis de reciclagem, são reciclados.	<b>Muito Favorável:</b> Mais de 80% dos resíduos passíveis de reciclagem são reciclados. <b>Favorável:</b> Entre 50 a 80% dos resíduos passíveis de reciclagem são reciclados. <b>Desfavorável:</b> Menos de 50% dos resíduos passíveis de reciclagem são reciclados. <b>Muito Desfavorável:</b> Não há reciclagem dos resíduos.
	<b>DISPOSIÇÃO FINAL:</b> busca avaliar as formas de disposição final dos RCC gerados no município, conforme as normas específicas vigentes.	<b>Destinação por Classe</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se os RCC gerados no município são destinados corretamente de acordo com sua classe.	<b>Muito Favorável:</b> existência de destinação correta para todas as classes de resíduos. <b>Favorável:</b> existência de destinação correta somente para três ou mais classes de resíduos. <b>Desfavorável:</b> destinação correta duas classes dos resíduos. <b>Muito Desfavorável:</b> inexistência de destinação por classe.
		<b>Presença de aterros de RCC</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se o município apresenta aterro de RCC ou pertence a consórcios municipais para utilização de aterros de RCC.	<b>Muito Favorável:</b> existência de aterro de RCC e ou parcerias, com capacidade suficiente para comportar os resíduos de classe A. <b>Favorável:</b> existência de aterro de RCC e ou parcerias, com capacidade insuficiente para comportar os resíduos de classe A. <b>Desfavorável:</b> Aterro de RCC não licenciado e não comporta todo o resíduo de classe A gerado pelo município. <b>Muito desfavorável:</b> inexistência de aterro de RCC e/ou parcerias.
		<b>Áreas Irregulares</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se existem áreas irregulares de disposição ilegal e/ou irregulares de RCC.	<b>Binário:</b> Existem áreas de disposição irregulares de RCC? Sim ou Não.
		<b>Licenciamento de Áreas</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se as áreas para a gestão de RCC estão licenciadas conforme as diretrizes vigentes.	<b>Muito Favorável:</b> As áreas para Gestão de RCC são licenciadas conforme as diretrizes legais. <b>Favorável:</b> As áreas para a Gestão de RCC estão em processo de licenciamento <b>Desfavorável:</b> Parte das áreas de GRCC são licenciadas. <b>Muito desfavorável:</b> Nenhuma área é licenciada.
	<b>CONTROLE AMBIENTAL:</b> busca avaliar se o órgão municipal apresenta medidas de controle (como o licenciamento ambiental) e o monitoramento dos recursos naturais que podem ser degradados pela gestão inadequada dos RCC.	<b>Condição Sanitária das Unidades de Gestão de RCC</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura tem controle sobre as condições sanitárias das unidades de gestão de RCC.	Quantidade de unidades de gerenciamento de RCC utilizadas, em condições sanitárias adequadas/Quantidade total de unidades de gerenciamento de RCC.

OPERACIONAL

AMBIENTAL

Quadro 6.3 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no Grupo de RCC (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
AMBIENTAL	<b>CONTROLE AMBIENTAL</b>	<b>Fiscalização e Monitoramento</b>	Objetivo é identificar se a prefeitura apresenta medidas de fiscalização e monitoramento ambiental.	<b>Binário:</b> O município apresenta medidas de fiscalização e/monitoramento dos recursos ambientais? Sim ou Não. <b>Muito Favorável:</b> Todas as áreas degradadas do município estão sendo ou foram recuperadas.
	<b>RECUPERAÇÃO AMBIENTAL:</b> busca analisar se as áreas afetadas pela disposição irregular de RCC, ou pelo sistema de gestão de RCC estão sendo recuperadas ou compensadas pelo município.	<b>Recuperação de Áreas Degradadas</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta medidas de recuperação de áreas degradadas pela disposição irregular de RCC.	<b>Favorável:</b> Parte das áreas degradadas por RCC foram recuperadas. <b>Desfavorável:</b> Parte das áreas degradadas por RCC estão sendo recuperadas. <b>Muito desfavorável:</b> Não existe medidas de recuperação das áreas degradadas no município por RCC.
		<b>Compensação Ambiental</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta medidas de compensação ambiental para os danos causados por empreendimentos de gestão de RCC.	<b>Binário:</b> O município apresenta medidas de compensação ambiental? Sim ou Não.
		<b>Utilização de Agregado Reciclado</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se as obras que ocorrem dentro do município (tanto obras públicas quanto obras privadas) utilizam agregado reciclado.	<b>Muito Favorável:</b> Existe a utilização de agregados reciclados no município, tanto em obras públicas quanto em obras privadas <b>Favorável:</b> Existe a utilização de agregados reciclados somente em obras públicas. <b>Desfavorável:</b> Existe a utilização de agregados reciclados somente ou somente em obras privadas. <b>Muito desfavorável:</b> Não existe a utilização de agregado reciclado
	<b>PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS:</b> busca verificar se na elaboração do Sistema de Gestão de RCC o município agregou práticas sustentáveis, visando a não geração dos resíduos, a redução, reutilização e a reciclagem dos RCC.	<b>Medidas de Redução de RCC em PGRCC</b>	Objetivo deste subcritério é identificar a quantidade de PGRCC que apresentam medidas de redução de RCC.	Quantidade PGRCC com medidas de redução de RCC/Quantidade total PGRCC.
		<b>Medidas de Redução de RCC em obras municipais</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se as obras públicas apresentam medidas de redução de RCC.	Quantidade PGRCC com medidas de redução de RCC/Quantidade total PGRCC.
POLÍTICO- ECONÔMICO	<b>NORMAS E REGULAMENTOS:</b> busca verificar se há no município leis, decretos, normas ou outros requisitos legais específicos da RCC.	<b>Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se o município apresenta o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.	<b>Binário:</b> O município apresenta o Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos? Sim ou não. <b>Muito Favorável:</b> O município apresenta leis. <b>Favorável:</b> O município possui algumas leis. <b>Desfavorável:</b> O município está em processo de elaboração ou aprovação de leis que regulamentam a GRCC. <b>Muito Desfavorável:</b> O município não apresenta e não está em processo de elaboração ou aprovação de leis municipais para a gestão de GRCC.
		<b>Leis Municipais de RCC</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se existem Leis municipais para a gestão de RCC que complementam as diretrizes dadas em nível federal.	<b>Muito Favorável:</b> Se o município já possui PMGRCC já implantado. <b>Favorável:</b> Possui o PMGRCC, mas não está implantado. <b>Desfavorável:</b> O PMGRCC está em fase de implantação ou elaboração. <b>Muito Desfavorável:</b> Não há o PMGRCC.
		<b>Plano Municipal de Gestão de RCC</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se existe no município o Plano Municipal de Gestão de RCC.	<b>Binária:</b> Há orientações municipais para elaboração do PGRCC para os geradores privados? Sim ou Não.
		<b>Plano de Gerenciamento de RCC para os grandes geradores</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se o município apresenta diretrizes para elaboração do Plano de Gerenciamento de RCC para grandes geradores.	
		<b>Relação valor arrecadado/gasto na gestão de RCC</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se os recursos arrecadados pela Gestão de RCC cobre a despesa anual do município com esta gestão.	Valor anual arrecadado pela cobrança de RCC/ Despesa anual do setor público com o gerenciamento de RCC.

Quadro 6.3 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no Grupo de RCC (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica	
POLÍTICO-ECONÔMICO	ECONÔMICO	Planejamento dos Recursos	Objetivo deste subcritério é avaliar o planejamento dos recursos gastos com a gestão de RCC.	<p><b>Muito Favorável:</b> Se o custo real da gestão de RCC é igual ao custo orçado estimado de RCC.</p> <p><b>Favorável:</b> Se o custo real da gestão de RCC é menor do que o custo orçado estimado de RSS.</p> <p><b>Desfavorável:</b> Se o custo real da gestão de RCC é maior do que o custo orçado estimado de RCC.</p> <p><b>Muito Desfavorável:</b> Não há planejamento dos recursos.</p>	
		Formação da equipe responsável pela gestão	Objetivo deste subcritério é identificar se os responsáveis pela gestão apresentam conhecimento técnico necessário para trabalharem com RCC.	<p><b>Muito Favorável:</b> Equipe responsável pela estruturação da GRCC com formação e conhecimento técnico.</p> <p><b>Favorável:</b> Equipe responsável pela GRCC com formação e/ou conhecimento específico parcial.</p> <p><b>Desfavorável:</b> Equipe responsável pela GRCC sem formação.</p> <p><b>Muito Desfavorável:</b> Não existe equipe específica para a GRSS.</p>	
	ESTRUTURA: busca verificar a estrutura político-administrativa do órgão municipal quanto a gestão de RCC.	Grau de Institucionalidade	Objetivo deste subcritério é identificar como a gestão de RCC é vista dentro da prefeitura.	<p><b>Muito Favorável:</b> Existência de setor específico para RCC, com treinamento e designação e responsabilidades explícitas aos responsáveis pela GRCC.</p> <p><b>Favorável:</b> Existência de setor específico para RCC, porém sem treinamento adequado ou sem designação e responsabilidades explícitas aos responsáveis, quanto a GRCC.</p> <p><b>Desfavorável:</b> Existência de setor específico para RCC, porém sem treinamento adequado e sem designação e responsabilidades explícitas aos responsáveis, quanto a GRCC.</p> <p><b>Muito Desfavorável:</b> Não existe setor específico para a GRCC.</p>	
		Cadastramento de empresas	Objetivo deste subcritério é identificar se as empresas que trabalham com gestão de RCC são cadastradas pelo município	<b>Binário:</b> Há no município cadastro das empresas que geram RCC? Sim ou Não.	
		Atendimento as denúncias	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura atende as denúncias relacionadas a gestão irregular de RCC.	(Quantidade mensal de denúncias atendidas relacionadas à RCC/ Quantidade mensal de denúncias relacionadas a RCC) *100%	
	MONITORAMENTO: busca verificar se órgão municipal tem controle das atividades e processos que envolvem a gestão de RCC.	Programas de Avaliação de desempenho	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta avaliação sobre o funcionamento da gestão de RCC.	<b>Binário:</b> O município apresenta programas de avaliação do desempenho do Sistema de Gestão de RCC? Sim ou Não.	
		Fiscalização do processo de gestão	Objetivo deste subcritério é de identificar a existência de fiscalização do processo de gestão de RCC pela prefeitura.	<p><b>Muito Favorável:</b> Ações de fiscalização realizadas semestralmente.</p> <p><b>Favorável:</b> Ações de fiscalização realizadas anualmente.</p> <p><b>Desfavorável:</b> Ações de fiscalização realizadas a mais de 2 anos.</p> <p><b>Muito Desfavorável:</b> Inexistência de fiscalização</p>	
		Programas de Capacitação para os trabalhadores	Objetivo deste subcritério é identificar se existem programas municipais para a capacitação de trabalhadores do setor da construção civil para a Gestão de Resíduos de Construção Civil (GRCC).	<p><b>Muito Favorável:</b> Todos os funcionários do setor de RCC receberam ou recebem capacitação específica.</p> <p><b>Favorável:</b> Apenas parte dos funcionários do setor de RCC recebem capacitação específica</p> <p><b>Desfavorável:</b> Apenas parte dos funcionários do setor de RCC já receberam capacitação específica, atualmente não recebem mais.</p> <p><b>Muito Desfavorável:</b> Nenhum funcionário do setor de RCC recebeu ou recebe capacitação específica.</p>	
	EDUCACIONAL	CAPACITAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA: busca avaliar se a mão-de-obra utilizada na construção civil ou no processo de gestão possuem conhecimentos necessários para que possam atuar efetivamente nas diferentes etapas da gestão de RCC.			

Quadro 6.3 - Indicadores (Critérios e Subcritérios) Selecionados para Compor IGIRS no Grupo de RCC (Continuação)

Dimensão	Critério	Subcritério	Descrição	Métrica
EDUCACIONAL	<b>CAPACITAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA</b>	<b>Utilização de mão-de-obra capacitada</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se o município exige do setor de construção civil a utilização de trabalhadores capacitados em relação a gestão de RCC.	<b>Binário:</b> O município exige do setor de construção civil a utilização de mão-de-obra capacitada para a gestão de RCC? Sim ou não.
	<b>SENSIBILIZAÇÃO DA POPULAÇÃO:</b> busca verificar se o município apresenta medidas voltadas a sensibilização da população sobre a gestão de RCC.	<b>Educação Ambiental</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta programas de educação ambiental para a população.	<b>Binário:</b> O município proporciona Educação Ambiental para a população? Sim ou Não.
		<b>Programas de Sensibilização Específicos sobre a gestão de RCC</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta medidas de sensibilização (campanhas, cartazes etc.) para a população.	<b>Binário:</b> O município apresenta programas de sensibilização da população sobre a gestão de RCC? Sim ou Não.
	<b>RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA:</b> busca avaliar se os setores que participam efetivamente do processo da gestão de RCC, dividindo as responsabilidades.	<b>Participação do Setor Público</b>	Objetivo deste subcritério é verificar se o setor público está engajado com a gestão de RCC.	<b>Binário:</b> O setor público participa ativamente da gestão de RCC? Sim ou Não.
<b>Participação do Setor Privado</b>		Objetivo deste subcritério é verificar se o setor privado está engajado com a gestão de RCC.	<b>Binário:</b> O setor privado participa ativamente da gestão de RCC? Sim ou Não.	
<b>Participação da População</b>		Objetivo deste subcritério é identificar se a população participa da gestão de RCC.	<b>Binário:</b> A população participa da gestão de RCC? Sim ou Não.	
SOCIAL	<b>USUÁRIOS:</b> busca analisar se os usuários recebem informações sobre a gestão de RCC e o grau de satisfação destes com os serviços prestados.	<b>Canais de Comunicação</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta canais de comunicação (telefones, e-mails etc.) para orientar e atender a população sobre a gestão de RCC.	<b>Muito Favorável:</b> mais de dois itens canal de comunicação estão presentes. <b>Favorável:</b> dois itens canal de comunicação estão presentes. <b>Desfavorável:</b> um dos itens - canal de comunicação está presente. <b>Muito Desfavorável:</b> inexistência de canais de comunicação.
		<b>Sistema de Satisfação dos Usuários</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se a prefeitura apresenta um acompanhamento do grau de satisfação dos usuários do sistema de gestão de RCC.	<b>Binário:</b> Existe o monitoramento da satisfação dos usuários do Sistema de Gestão de RCC? Sim ou não.
	<b>INCLUSÃO:</b> busca verificar se o sistema de gestão municipal promove a inclusão do setor informal, bem como o acesso de famílias de baixa renda ao sistema de gestão de RCC.	<b>Inclusão do Setor Informal</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se o setor informal é parte do sistema de gestão de RCC, conforme o estabelecido pela PNRS.	<b>Muito Favorável:</b> Existe medidas de inclusão do setor informal devidamente organizado e fiscalizado. <b>Favorável:</b> Existe medidas de inclusão do setor informal de RCC, porém este não é fiscalizado e organizado <b>Desfavorável:</b> Existe medidas de inclusão do setor informal de RCC sem a participação do setor público. <b>Muito Desfavorável:</b> Não existe medidas de inclusão do setor informal na gestão de RCC.
		<b>Acesso da população de baixa renda</b>	Objetivo deste subcritério é identificar se existe o atendimento das famílias de baixa renda em relação a coleta, transporte, educação relacionado a gestão de RCC.	<b>Muito Favorável:</b> Toda a população de baixa renda é atendida pelo sistema de Gestão de RCC. <b>Favorável:</b> Mais de 50% da população de baixa renda é atendida pelo sistema de gestão de RCC. <b>Devorável:</b> Menos de 50% da população de baixa renda é atendida pelo sistema de gestão de RCC. <b>Muito desfavorável:</b> Não existe o acesso das famílias de baixa renda ao sistema de coleta e gestão de RCC.

## 6.2. Grau de Importância dos Critérios

O método para obter o grau de importância relativa dos critérios (pesos) pode ser obtido por meio de diferentes abordagens, incluindo a realização de painéis de especialistas, consulta popular via internet ou telefone, consulta a técnicos e gestores públicos, *workshops* com segmentos da sociedade, ou, a utilização de métodos como os baseados no ordenamento de critérios, em escalas de pontos, na distribuição de pontos, e em comparações pareadas (RAMOS, 2000; COSTA, 2008).

No presente estudo o método utilizado para a definição do grau de importância relativa para os critérios que compõem o IGIRS é o método de comparação pareada, baseado no AHP. Primeiramente foram elaboradas matrizes de comparação em planilhas do Excel. Logo após, selecionou-se os avaliadores, para os quais seriam aplicadas as planilhas. A seleção dos especialistas foi feita com base em sua experiência prévia e trabalhos desenvolvidos na área de resíduos sólidos, principalmente relacionados à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, de saúde e de construção civil, buscando um grupo diversificado com visões abrangentes sobre o tema, formado por especialistas da área pública, privada e acadêmica, de maneira a minimizar possíveis viesamentos ideológicos na avaliação por parte dos mesmos. Ao todo foram consultados 31 avaliadores (especialistas). A consulta aos especialistas foi realizada por meio do correio eletrônico e entrevistas. A relação dos especialistas encontra-se no APÊNDICE A.

As planilhas foram elaboradas de modo que abordassem todas as informações e instruções, referente ao método utilizado e aos itens de avaliação, para que os especialistas pudessem respondê-las adequadamente. Além disso, buscou-se organizar o processo de avaliação de forma que os especialistas não digitassem nenhum valor, tornando o processo mais simples e rápido.

Os critérios de um mesmo nível foram avaliados por especialistas, baseados em uma escala de importância de nove níveis de SAATY (1980), apresentada no item 4.2.1, visando o objetivo do modelo, que é a avaliação da GIRS a nível municipal, considerando os RSU, RSS e RCC. Todos os critérios selecionados foram agrupados e avaliados dos níveis mais baixos da hierarquia até os níveis mais altos.

Como já ressaltado em itens anteriores, é de extrema importância no método AHP analisar a consistência dos pesos obtidos na matriz de comparação pareada. Portanto, foi inserido nas planilhas o cálculo do índice de inconsistência, explicado no item 4.2.1. Os

especialistas ao responderem as matrizes com seus julgamentos automaticamente recebiam a mensagem “Julgamentos Consistentes”, e caso os resultados estivessem inconsistentes, aparecia “Revise seus Julgamento”.

Por ser tratar de um grupo de decisores, compostos por especialistas com diferentes visões, valores, objetivos e preferências; e pelo fato da avaliação ter sido realizada de forma individual, os resultados foram agregados usando a média geométrica, que nestes casos, segundo Costa e Belderrain (2009) é a maneira mais consistente com o significado intrínseco aos julgamentos e prioridades no método AHP, dado que os mesmos são dados em uma escala de magnitudes.

O grau de importância relativa (peso) de cada grupo, dimensão e critério, se somados, resultam no valor igual a 1,00. Já em relação aos subcritérios, os mesmos não foram avaliados pelos especialistas, uma vez que a quantidade, 143 subcritérios, iria gerar mais 56 matrizes de tamanhos diversos, o que iria aumentar a complexidade do modelo proposto, limitando o número de especialistas participantes no processo, além de causar confusão no julgamento dos avaliadores, prejudicando os critérios de nível superior.

Desta maneira, o peso total do critério (igual a 1,00) foi dividido igualmente pelo seu número subcritérios. Este procedimento já foi adotado em outros trabalhos, como o de Costa (2008) na elaboração do IMUS. Além disso, atribuir o mesmo grau de importância aos subcritérios permite que substituições ou acréscimos sejam feitos para avaliação do IGIRS, ou que o mesmo seja adaptado em função da disponibilidade dos dados, sem a necessidade de nova consulta aos especialistas, havendo somente a redistribuição dos pesos de forma que o somatório continue a ser 1,00.

As Tabelas 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4 apresentam a estrutura completa do IGIRS com suas dimensões, critérios e subcritérios, bem como os respectivos pesos, para cada grupo que compõe o Índice. Os desvios padrão apresentados nas tabelas se referem aos pesos atribuídos pelos especialistas.

Tabela 6.1 – Grau de Importância dos Grupos do IGIRS

<b>Grupos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>RSU</b>	0,39	0,17
<b>RSS</b>	0,41	0,17
<b>RCC</b>	0,20	0,17

Tabela 6.2 –Critérios do Grupo de RSU do IGIRS e respectivos Graus de Importância

Dimensão	Crítérios	Peso	Desvio Padrão	Subcritérios	Peso
OPERACIONAL (0,22) Desvio Padrão (0,13)	Identificação	0,12	0,09	Geração dos RSU	0,50
				Caracterização dos RSU	0,50
	Acondicionamento	0,11	0,07	Acondicionamento por tipo	0,33
				Condições dos Recipientes	0,33
				Localização dos Recipientes	0,33
	Coleta	0,17	0,04	Coleta Convencional	0,25
				Coleta Seletiva	0,25
				Eficiência da Coleta Seletiva	0,25
				Pontos de Entrega Voluntária	0,25
	Transporte	0,10	0,04	Frequência Coleta Convencional	0,33
				Frequência da Coleta Seletiva	0,33
				Condições dos Veículos	0,33
	Tratamento	0,25	0,08	Reutilização	0,33
Reciclagem				0,33	
Compostagem				0,33	
Disposição Final	0,27	0,10	Aterro Sanitário/Aterro Controlado/Lixão	0,50	
			Áreas Irregulares	0,50	
AMBIENTAL (0,26) Desvio Padrão (0,13)	Controle Ambiental	0,40	0,17	Licenciamento Ambiental	0,33
				Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RSU	0,33
				Fiscalização e Monitoramento Ambiental dos Recursos Naturais	0,33
	Recuperação Ambiental	0,30	0,16	Recuperação de Áreas Degradadas	0,50
				Compensação Ambiental	0,50
	Práticas Sustentáveis	0,30	0,18	Utilização de Produtos Reciclados e Recicláveis	0,25
Tecnologia de Reaproveitamento de RSU				0,25	
Medidas de Redução de RSU no PMGIRS				0,25	
POLÍTICO-ECONÔMICO (0,21) Desvio Padrão (0,12)	Normas e Regulamentos	0,29	0,13	Leis Municipais de RSU	0,50
				PMGIRS em Consonância com a Lei Federal 12.305/2010	0,50
	Econômico	0,30	0,16	Percentual da Despesa com Manejo de RSU	0,33
				Autofinanciamento da gestão de RSU	0,33
				Planejamento dos Recursos	0,33
	Estrutura	0,23	0,13	Formação de Equipe Responsável pela Gestão	0,33
				Estrutura Administrativa	0,33
				Grau de Intersetorialidade	0,33
	Monitoramento	0,18	0,12	Atendimentos as Denúncias relacionadas aos RSU	0,33
				Avaliação de Desempenho	0,33
Fiscalização do Processo de Gestão				0,33	
EDUCACIONAL (0,15) Desvio Padrão (0,10)	Capacitação dos Funcionários e Catadores de Materiais Recicláveis	0,42	0,20	Programas de Capacitação dos Funcionários e Catadores de Materiais Recicláveis atuantes na Gestão de RSU	0,50
				Conhecimentos das Regulamentações pelos Funcionários	0,50
	Sensibilização da População	0,58	0,20	Educação Ambiental para População	0,33
				Programas de Sensibilização específicos sobre a Gestão de RSU	0,33
SOCIAL (0,16) Desvio Padrão (0,08)	Recursos Humanos	0,23	0,13	Empregados	0,50
				Uso de Equipamentos de Proteção	0,50
	Responsabilidade Compartilhada	0,30	0,16	Participação do Setor Público	0,33
				Participação do Setor Privado	0,33
				Participação da População	0,33
	Usuários	0,18	0,08	Canais de Comunicação	0,50
				Sistemas de Satisfação dos Usuários	0,50
Inclusão Social	0,28	0,11	Inclusão do Setor Informal	0,50	
			Universalidade	0,50	

Tabela 6.3 - Critérios do Grupo de RSS do IGIRS e respectivos Graus de Importância

Dimensão	Critérios	Peso	Desvio Padrão	Subcritérios	Peso
OPERACIONAL (0,25) Desvio Padrão (0,10)	Identificação	0,11	0,08	Geração dos RSS	0,50
				Classificação dos RSS	0,50
	Segregação	0,11	0,05	-	-
	Acondicionamento	0,12	0,05	Acondicionamento por grupo	0,33
				Condições dos Recipientes	0,33
				Localização dos Recipientes	0,33
	Coleta	0,11	0,04	Forma de Coleta	0,50
				Eficiência da Coleta	0,50
	Transporte	0,08	0,04	Frequência	0,50
				Condições dos Veículos	0,50
Tratamento	0,24	0,07	Reutilização	0,33	
			Reciclagem	0,33	
			Tratamento dos Resíduos dos Grupos A, B, C e E	0,33	
Disposição Final	0,23	0,08	Aterro Sanitário/Aterro Classe I	0,50	
			Áreas Irregulares	0,50	
AMBIENTAL (0,28) Desvio Padrão (0,11)	Controle Ambiental	0,46	0,15	Licenciamento Ambiental	0,33
				Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RSS	0,33
				Fiscalização e Monitoramento Ambiental	0,33
	Recuperação Ambiental	0,22	0,12	Recuperação de Áreas Degradadas	0,50
				Compensação Ambiental	0,50
Práticas Sustentáveis	0,32	0,15	Reutilização de Artigos e Materiais Ditos de Uso Único	0,33	
			Medidas de Redução de RSS no PGRSS	0,33	
			Logística Reversa	0,33	
POLÍTICO-ECONÔMICO (0,19) Desvio Padrão (0,11)	Normas e Regulamentos	0,29	0,14	Leis Municipais de RSS	0,33
				Plano de Gerenciamento de RSS dos Estabelecimentos Públicos	0,33
				Plano de Gerenciamento de RSS para Geradores de Estabelecimentos Privados	0,33
	Econômico	0,26	0,14	Orçamento Municipal Destinado a Gestão de RSS	0,50
				Planejamento dos Recursos	0,50
	Estrutura	0,22	0,11	Formação de Equipe Responsável pela Gestão	0,25
				Estrutura Administrativa	0,25
				Grau de Intersetorialidade	0,25
Monitoramento	0,23	0,14	Cadastramento de Estabelecimentos Geradores de RSS	0,25	
			Atendimentos as Denúncias relacionadas aos RSS	0,33	
			Avaliação de Desempenho	0,33	
			Fiscalização do Processo de Gestão de RSS	0,33	
EDUCACIONAL (0,15) Desvio Padrão (0,10)	Capacitação dos Funcionários	0,51	0,23	Programas de Capacitação dos Funcionários	0,50
				Conhecimentos das Regulamentações	0,50
	Sensibilização	0,49	0,23	Educação Ambiental para População	0,50
SOCIAL (0,13) Desvio Padrão (0,08)	Responsabilidade Compartilhada	0,64	0,20	Participação do Setor Público	0,33
				Participação do Setor Privado	0,33
				Participação da População	0,33
	Usuários	0,36	0,20	Canais de Comunicação	0,50
				Satisfação dos Usuários	0,50

Tabela 6.4 - Critérios do Grupo de RCC do IGIRS e respectivos Graus de Importância

Dimensão	Critérios	Peso	Desvio Padrão	Subcritérios	Peso
OPERACIONAL (0,24) 4 Desvio Padrão (0,14)	Identificação dos RCC	0,15	0,14	Estimativa dos RCC gerados	0,50
				Classificação dos RCC	0,50
	Separação	0,16	0,06	Separação na origem	0,50
				Separação em áreas de Transbordo e Triagem	0,50
	Acondicionamento	0,10	0,05	Acondicionamento por Classe	0,33
				Condições dos Recipientes	0,33
				Localização das ATT	0,33
	Coleta	0,12	0,07	Abrangência da Coleta	0,50
				Eficiência da Coleta	0,50
	Transporte	0,09	0,07	Eficiência do Sistema de Transporte	0,33
				Condições dos Veículos	0,33
				Condição do Transporte de RCC	0,33
	Tratamento	0,19	0,1	Beneficiamento	0,33
Reciclagem				0,33	
Reutilização				0,33	
Disposição Final	0,19	0,08	Destinação por Classe	0,33	
			Presença de Aterros de RCC	0,33	
			Áreas Irregulares	0,33	
AMBIENTAL (0,21) Desvio Padrão (0,12)	Controle Ambiental	0,35	0,15	Licenciamento de Áreas	0,33
				Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RCC	0,33
				Fiscalização e Monitoramento	0,33
	Recuperação Ambiental	0,26	0,18	Recuperação de Áreas Degradadas	0,50
				Compensação Ambiental	0,50
Práticas Sustentáveis	0,39	0,18	Utilização de Agregado Reciclado	0,33	
			Medidas de Redução de RCC no PGRCC	0,33	
			Medidas de Redução de RCC em obras municipais	0,33	
POLÍTICO-ECONÔMICO (0,26) Desvio Padrão (0,12)	Normas e Regulamentos	0,23	0,12	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	0,25
				Leis Municipais de RCC	0,25
				Plano Municipal de Gestão de RCC	0,25
				Plano de Gerenciamento de RCC para os grandes geradores	0,25
	Econômico	0,25	0,19	Relação valor arrecadado/gasto na gestão de RCC	0,50
				Planejamento dos Recursos	0,50
	Estrutura	0,26	0,15	Formação de Equipe Responsável pela Gestão	0,33
				Grau de Institucionalidade	0,33
Monitoramento	0,25	0,16	Cadastramento de Empresas	0,33	
			Atendimentos as Denúncias	0,33	
EDUCACIONAL (0,16) Desvio Padrão (0,12)	Capacitação de mão-de-obra	0,46	0,26	Programas de Capacitação para os Trabalhadores	0,50
				Utilização de mão-de-obra capacitada	0,50
	Sensibilização da População	0,54	0,26	Educação Ambiental para População	0,50
				Programas de Sensibilização específicos sobre a Gestão de RCC	0,50
SOCIAL (0,13) Desvio Padrão (0,08)	Responsabilidade Compartilhada	0,43	0,20	Participação do Setor Público	0,33
				Participação do Setor Privado	0,33
				Participação da População	0,33
	Inclusão Social	0,28	0,16	Inclusão do Setor Informal	0,50
Acesso da População de baixa renda				0,50	
Usuários	0,29	0,15	Canais de Comunicação	0,50	
			Satisfação dos Usuários	0,50	

Na Tabela 6.1 são apresentados os resultados dos avaliadores (grau de importância) por grupos que compõem o IGIRS. Pode-se observar que o grupo que os especialistas atribuíram maior relevância é o RSS quando comparado ao grupo de RSU e RCC. Analisando o grupo de especialistas, observa-se que os mesmos não são específicos da área da saúde, logo o fato de termos escolhido um grupo heterogêneo para avaliação dos critérios, evitou possíveis influências nos resultados obtidos.

O grupo de RSU obteve o grau de importância pouco abaixo do RSS, no entanto, na visão dos especialistas consultados o grupo que menos tem relevância para a avaliação da GRS à nível municipal é o RCC. Observa-se, portanto, diante deste resultado, que segundo os especialistas, dentro da GIRS à nível municipal o grupo que deve se dar maior atenção são RSS e RSU, certamente pela maior geração dos mesmos e alto potencial de contaminação tanto do meio ambiente quanto da saúde pública, se gerenciados de forma inadequada. Isso não quer dizer que os RCC não sejam significativos, pelo contrário, a sua gestão adequada hoje é um dos grandes desafios dos municípios brasileiros. No entanto, certamente considerando os recursos escassos e falta de estrutura técnica e legais nos municípios relacionados a GIRS, os especialistas consideraram o RSS e RSU como sendo prioritários, como apontado também pelos autores Valença (2008) e Lima (2012).

Em relação à comparação das dimensões (Figura 6.5) do grupo de RSU, a “Ambiental” recebeu o maior grau de importância, seguida das dimensões “Operacional”, “Político-econômico”, “Social” e “Educativa”. Do grupo de RSS, a dimensão “Ambiental” (0,28) também obteve o maior grau de importância, seguida da “Operacional” (0,25), “Político-econômico” (0,19), “Educativa” (0,15) e “Social” (0,13). Do grupo de RCC, a dimensão político-econômico (0,26) foi que recebeu o maior grau de importância, seguida da operacional (0,24), ambiental (0,21), educacional (0,16) e social (0,13). Pode-se verificar que os especialistas atribuíram maior grau de importância, nos grupos RSU e RSS, a dimensão ambiental, operacional e político-econômico, isso mostra a preocupação com os impactos ambientais gerados pela falta de gestão destes resíduos, alertando para que haja nos municípios políticas públicas e recursos financeiros e administrativos para operação adequada da GRS. Já no grupo de RCC a dimensão político-econômico recebeu maior grau de importância, seguida da operacional e ambiental, refletindo o pensamento dos especialistas, para que os gestores municipais elaborem e implementem políticas e regulamentações, estabelecendo diretrizes locais para a gestão destes resíduos, garantindo que as etapas de seu gerenciamento sejam executadas de forma correta tanto pelos municípios quanto pelos geradores privados, uma vez que a PNRS prevê a responsabilidade compartilhada entre os

setores público, privado e sociedade. Estes aspectos foram considerados também como relevantes para bom funcionamento da GRS nos estudos realizados por Elizar, Wibowo e Koestalam (2015) e Tot et al. (2017).

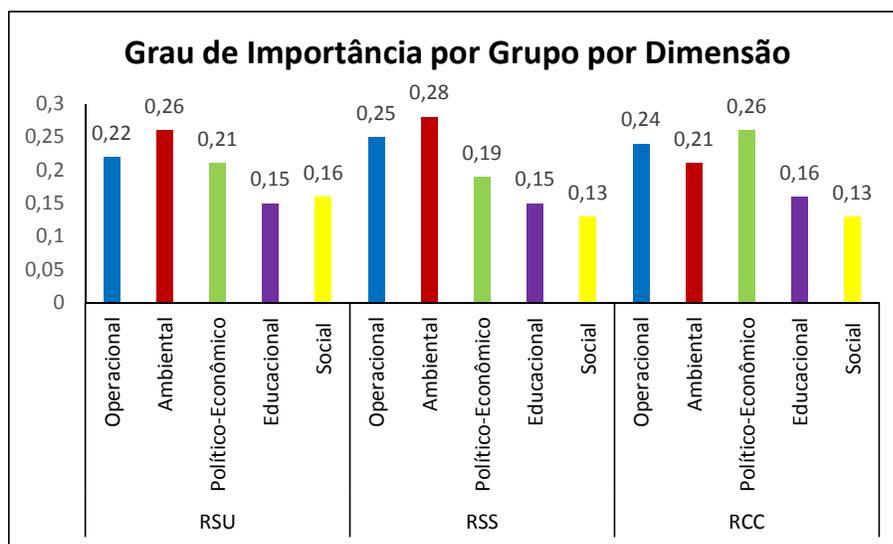


Figura 6.5 – Gráfico Comparativos dos Resultados do Grau de Importância por Grupo de Resíduos por Dimensão

Nas Tabelas 6.2, 6.3 e 6.4, onde são apresentados os critérios e subcritérios dos RSU, RSS e RCC é possível perceber também que na dimensão operacional os critérios de maior importância são “Tratamento” e “Disposição Final”. Este resultado mostra que há uma preocupação maior nas etapas operacionais do gerenciamento dos RSU, RSS e RCC, com o tratamento e disposição final, pois, de acordo com Abdul, Tavakoli e Azari (2013), a gestão inadequada dos resíduos em termos de formas de tratamento e disposição final resulta em perdas econômicas e representa ameaças a saúde pública e aos recursos naturais Além disso, Zhang, Tan e Gersberg (2010) afirmam que qualquer atividade de tratamento dos resíduos sólidos não só diminui o total de resíduos gerados como também os custos com a disposição final dos mesmos.

Já na dimensão ambiental, o critério de maior importância nos grupos dos RSU e dos RSS é o “Controle Ambiental”, e do RCC é o “Práticas Sustentáveis”, reforçando, a visão dos especialistas, em que são necessários para adequada gestão dos resíduos que os gestores municipais adotem alguns instrumentos de gestão, como por exemplo o licenciamento ambiental das áreas usadas para disposição final dos resíduos; e práticas sustentáveis, como a redução da geração de resíduos; além de ter controle ambiental sobre as condições sanitárias

dos locais e fiscalização e monitoramento das atividades que possam gerar danos aos recursos naturais.

Na dimensão político-econômico, o critério de maior importância no RSU foi o “Econômico”, no RSS “Normas e Regulamentos” e no RCC “Estrutura”. No entanto, pode-se frisar que a importância relativa atribuída aos demais critérios da dimensão em todos os grupos foram muito próximos. Este resultado mostra que é de extrema importância para a gestão municipal dos resíduos sólidos o planejamento dos recursos financeiros de maneira que haja um equilíbrio entre as receitas e despesas, além da importância de existir estrutura administrativa e instrumentos legais, como leis, decretos, norma, que forneçam diretrizes técnicas e procedimento para a gestão municipal destes resíduos.

Os critérios de maior importância, na dimensão educacional, foram “Sensibilização da População” nos grupos de RSU e RCC, e o “Capacitação dos funcionários” no grupo de RSS, destacando a relevância de ações de capacitação dos funcionários e ações de sensibilização da população para o sucesso da gestão destes resíduos, pois tanto os funcionários quanto a população são agentes de extrema importância para a implementação de ações da gestão dos resíduos, como por exemplo, a implantação de um programa de coleta seletiva.

Na dimensão social, o critério de maior importância em todos os grupos, foi a “Responsabilidade Compartilhada”, uma das inovações na GRS introduzida no país pela PNRS (BRASIL, 2010a), na qual atribui responsabilidades para os setores públicos, privados e sociedade para minimizar a quantidade de RS e rejeitos gerados, reduzindo os impactos causados à saúde pública e à qualidade ambiental. Anteriormente, a responsabilidade pela GRS era atribuída somente ao poder público, a partir da PNRS, esta foi compartilhada entre os outros atores envolvidos no processo, reduzindo principalmente os custos da gestão para os municípios e possibilitando a participação efetiva do setor privado e da sociedade.

### **6.3. Normalização dos Critérios**

Após a hierarquização dos critérios e subcritérios do IGIRS e a definição dos seus respectivos graus de importância, a etapa seguinte consiste na normalização dos valores obtidos dos indicadores, permitindo que sejam agregados por meio de um modelo matemático ou regra de decisão.

O processo de normalização é necessário, uma vez que os valores obtidos caracterizam diferentes critérios não sendo comparáveis entre si, sendo representados em escalas distintas. A escala, na maior parte dos processos de normalização, é definida utilizando um valor

máximo e mínimo, sendo que a forma mais simples para obtenção dos valores intermediários é uma variação linear (RAMOS, 2000).

Ainda, no caso dos indicadores quantitativos, diferentes funções podem ser utilizadas para determinar a variação da normalização entre o limite mínimo e máximo. Enquanto que para os indicadores qualitativos é realizado uma associação direta entre o score normalizados e a escala de avaliação, isto é, associação entre o valor que representa a condição do indicador e o score normalizado (COSTA, 2008).

Para o cálculo do IGIRS será delimitado um score normalizado para os valores dos indicadores, com limite mínimo de 0,00 e limite máximo de 1,00. O método de obtenção do score varia entre cada indicador, e nos casos em que o indicador apresenta uma contribuição negativa para GRS à nível municipal, ou seja, quanto maior o seu valor, menor o seu score, a escala foi adequada, refletindo sua característica. Desta forma, os indicadores qualitativos e quantitativos poderão ser comparados entre si após a normalização.

Os indicadores (critérios e subcritérios) quantitativos, ou seja, aqueles em que o cálculo por formulação matemática é possível, utilizou-se os valores obtidos na aplicação da pesquisa em campo para normalização do score, considerando os valores máximo e mínimo adotados. Para os demais indicadores, facilitando o processo de normalização, adotou-se as seguintes escalas de avaliação, associando os limites máximo e mínimo estabelecidos e os valores de referências existentes na literatura, apresentadas nas Tabelas 6.5 e 6.6.

Tabela 6.5 - Escala de Avaliação adotada para os Indicadores (Critérios e Subcritérios)

SCORE	ESCALA DE AVALIAÇÃO
1,00	Muito favorável
0,75	Favorável
0,50	Desfavorável
0,00	Muito desfavorável

Tabela 6.6 – Escala de Avaliação adotada para os Indicadores (Critérios e Subcritérios)

SCORE	ESCALA DE AVALIAÇÃO
1,00	Sim
0,00	Não

Para alguns indicadores houve a necessidade de se desenvolver uma escala de avaliação específica, em função dos valores de referência encontrados na literatura e de maneira que os valores obtidos fossem normalizados dentro do intervalo estabelecido. A seguir serão apresentadas nas Tabelas 6.7, 6.8 e 6.9 os indicadores com escala de avaliação específica adotadas.

As escalas de avaliação aqui apresentadas com base nos valores de referência encontrados na literatura, podem ser adaptadas à realidade local de cada município, considerando seu PGIRS, suas normas e legislações específicas. Além disso, as demais escalas apresentadas acima, também poderão ser revistas, quando o IGIRS for aplicado em outras localidades, aumentando seu intervalo, pois nesta pesquisa em virtude da dificuldade de coleta de dados adotou-se escalas simplificadas que facilitassem a avaliação dos subcritérios pertencentes ao modelo proposto.

Tabela 6.7 – Escala de Avaliação para o Subcritério Geração de RSU do Grupo RSU

GRUPO	RSU	
DIMENSÃO	OPERACIONAL	
SUBCRITÉRIO	GERAÇÃO DOS RSU	
Métrica	Valores de Referência (kg/hab./ano) *	Score
Quantidade total de RSU gerado no município por ano/ Número de habitantes (kg/hab./ano).	≤ 276	1,00
	Entre 276 e 378	0,50
	>378	0,00

\*A geração per capita no Brasil é de 1,035 kg/hab./dia, e nas cinco regiões brasileiras esse valor varia de 0,757 a 1,217 kg/hab./dia (ABRELPE, 2017). Definiu-se como favorável o valor per capita mais baixo encontrado (0,757 kg/hab./dia), o que equivale a 276 kg/hab./ano. Como desfavorável, considerou o intervalo entre 0,757 kg/hab./dia a 1,035 kg/hab./dia, o que corresponde a 276 a 378 kg/hab./ano. E valores superiores a geração brasileira (378 kg/hab./ano) foram considerados muito desfavoráveis.

Tabela 6.8 – Escala de Avaliação para o Subcritério Empregados do Grupo de RSU

GRUPO	RSU		
DIMENSÃO	SOCIAL		
SUBCRITÉRIO	EMPREGADOS		
Métrica		Valores de Referência (Empregados/1000 hab.) *	Score
(Taxa de Número de empregados (público e privado) / população urbana) * 1000	Faixa 1	>3,49	1,00
		Entre 0,09 e 3,49	0,50
		<0,09	0,00
	Faixa 2	>2,03	1,00
		Entre 0,08 e 2,03	0,50
		<0,08	0,00
	Faixa 3	>1,49	1,00
		Entre 0,17 e 1,49	0,50
		< 0,17	0,00
	Faixa 4	>1,38	1,00
		Entre 0,48 e 1,38	0,50
		<0,48	0,00
	Faixa 5	>1,40	1,00
		Entre 0,63 e 1,40	0,50
		<0,63	0,00
	Faixa 6	>2,16	1,00
		Entre 1,45 e 2,16	0,50
		<1,45	0,00

\*Os valores de referência foram baseados no BRASIL (2019) considerando as seguintes faixas populacionais: Faixa 1 – Municípios até 30 mil de habitantes; Faixa 2 – Municípios de 30.001 a 100.000 de habitantes; Faixa 3- Municípios de 100.001 a 250.000 de habitantes; Faixa 4 – Municípios de 250.001 a 1.000.000 de habitantes; Faixa 5 – Municípios de 1.000.001 a 3.000.000 de habitantes; Faixa 6 – Acima de 3.000.001 habitantes.

Tabela 6.9 – Escala de Avaliação do Subcritério Geração de RSS do Grupo RSS

GRUPO	RSS	
DIMENSÃO	OPERACIONAL	
SUBCRITÉRIO	GERAÇÃO DOS RSS	
Métrica	Valores de Referência (kg/hab./ano) *	Score
Quantidade total de RSS coletados no município por ano/ Número de habitantes (kg/hab./ano).	≤0,45	1,00
	Entre 0,45 e 1,24	0,50
	>1,24	0,00

\* A quantidade total de RSS coletados no Brasil de RSS é 1,237 kg/hab./ano, e nas cinco regiões brasileiras esse valor varia de 0,449 kg/hab./ano a 2,050 kg/hab./ano (ABRELPE, 2017). Definiu-se como favorável o valor coletado mais baixo 0,45 kg/hab./ano. Desfavorável, considerou o intervalo 0,45 a 1,24 kg/hab./ano. E valores superiores à brasileira (1,24 kg/hab./ano) foram considerados muito desfavoráveis.

## 6.4. Método de Agregação dos Critérios

Após a normalização dos indicadores (critérios e subcritérios), dentro de um intervalo fixado (0 a 1), os mesmos podem ser agregados por meio de um modelo matemático ou regra de decisão. O método de agregação proposto para o IGIRS consiste na combinação linear ponderada (*Weighted Linear Combination* - WLC), no qual os indicadores foram combinados através da média ponderada. Optou-se pelo método WLC, por existir critérios de diferentes pesos, e este método permitir a compensação entre os critérios (*trade-off*), ou seja, o score mais baixo obtido para um indicador em uma dada alternativa é compensado por um mais alto obtido para outros indicadores, sendo segundo Ramos (2000) um dos métodos mais relevantes nos processos de decisão, com aplicações mais frequentes. Este método, também já foi utilizado em outros índices e especificamente no desenvolvimento do IMUS do trabalho de Costa (2008).

A partir da estrutura hierárquica composta de grupos, dimensões, critérios e subcritérios, o processo de agregação resulta em um índice global, em três índices e nos índices setoriais para cada grupo de resíduos analisados. Este processo é mostrado nas Equações 6, 7, 8, 9 e 10.

$$IGRSU = \sum_{i=1}^n u_d \cdot u_c \cdot u_{sb} \cdot x_i \quad (6)$$

Sendo,

IGRSU: Índice da Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos;

$u_d$ : peso da dimensão de RSU a que pertence o critério de RSU analisado;

$u_c$ : peso do critério de RSU a que pertence o subcritério de RSU analisado;

$u_{sb}$ : peso do subcritério de RSU analisado;

$x_i$ : valor normalizado (score) obtido para o subcritério de RSU analisado (com  $0 \leq x \leq 1$  e  $1 \leq i \leq 51$ ).

$$IGRSS = \sum_{i=1}^n s_d \cdot s_c \cdot s_{sb} \cdot x_i \quad (7)$$

Sendo,

IGRSS: Índice da Gestão dos Resíduos Serviço de Saúde;

$s_d$ : peso da dimensão de RSS a que pertence o critério de RSS analisado;

$s_c$ : peso do critério de RSS a que pertence o subcritério de RSS analisado;

$s_{sb}$ : peso do subcritério de RSS analisado;

$x_i$ : valor normalizado (score) obtido para o subcritério de RSS analisado (com  $0 \leq SW \leq 1$  e  $1 \leq i \leq 43$ ).

$$IGRCC = \sum_{i=1}^n r_d \cdot r_c \cdot r_{sb} \cdot x_i \quad (8)$$

Sendo,

IGRCC: Índice da Gestão dos Resíduos da Construção Civil;

$r_d$ : peso da dimensão de RCC a que pertence o critério de RCC analisado;

$r_c$ : peso do critério de RCC a que pertence o subcritério de RCC analisado;

$r_{sb}$ : peso do subcritério de RCC analisado;

$x_i$ : valor normalizado (score) obtido para o subcritério de RCC analisado (com  $0 \leq rW \leq 1$  e  $1 \leq i \leq 49$ ).

$$IGRsetorial = \sum_{i=1}^n w_d \cdot w_c \cdot w_{sb} \cdot x_i \quad (9)$$

Sendo,

IGRsetorial: Índice da Gestão dos Resíduos para cada grupo (RSU, RSS e RCC) por dimensão (operacional, ambiental, político-econômico, educacional e social);

$w_d$ : peso da dimensão analisada;

$w_c$ : peso do critério pertencente a dimensão analisada;

$w_{sb}$ : peso do subcritério pertencente ao critério analisado;

$x_i$ : valor normalizado (score) obtido para o subcritério (com  $0 \leq x \leq 1$ ).

$$IGIRS Global = (w^{RSU} \cdot IGRSU) + (w^{RSS} \cdot IGRSS) + (w^{RCC} \cdot IGRCC) \quad (10)$$

Sendo,

IGIRS Global: Índice da Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos;

$w^{RSU}$ : peso do grupo RSU;

IGRSU: Índice da Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos;

$w^{RSS}$ : peso do grupo de RSS;

IGRSS: Índice da Gestão dos Resíduos Serviço de Saúde;

$w^{RCC}$ : peso do grupo de RCC;

IGRCC: Índice da Gestão dos Resíduos da Construção Civil.

Os índices por grupo de resíduos e o índice global, em função dos processos de normalização e agregação utilizados, estarão no intervalo entre 0,00 e 1,00.

## **6.5. Método de Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados**

Para o cálculo do Índice nos municípios, será realizado o levantamento de dados, por meio de observação, visitas em campo, entrevistas com os gestores municipais, pesquisa de informações disponíveis em estudos, projetos e na base dados principalmente do IBGE e do SNIS.

Após a coleta destas informações, os dados serão avaliados baseando-se nos estudos de Felix et al. (2012) em dois critérios: qualidade, classificando as informações como Alta (A): dados disponíveis a menos de dois anos e que poderiam ser comprovados por meio de observação ou documentação, Média (M): dados disponíveis a mais de dois anos informados por servidor público ou por meio de observação ou documentação, e Baixa (B): dados não atuais e que não poderiam ser comprovados; e disponibilidade, classificando-as em Curto Prazo (CP): dados disponíveis no ano da coleta, Médio Prazo (MP): dados obtidos durante a gestão administrativa e Longo Prazo (LP): dados obtidos no período superior a uma gestão administrativa.

Os dados serão avaliados a fim de verificar se as informações existentes são acessíveis e pertencentes a fontes seguras e confiáveis, garantindo que as mesmas possam ser utilizadas para o cálculo do IGRS.

## **6.6. Método de Análise dos Resultados**

Os resultados obtidos do IGRS nos municípios serão analisados seguindo a metodologia adotada pela CETESB (CETESB, 2012, 2018) para avaliação do IQR aplicado

nos municípios paulistas para acompanhar as condições dos sistemas de tratamento e disposição final dos RSU, permitindo acompanhar a eficácia das ações de controle ambiental, da política e dos programas adotados pelo governo municipal e estadual.

Método de análise de dados semelhantes também foram propostos por Capelini et al. (2009) para classificar o índice de gestão de RSU no Estado de São Paulo; Coelho et al. (2011) para classificar o índice de destinação de resíduos sólidos industriais; Santiago e Dias (2012) para avaliar o nível de sustentabilidade da gestão dos RSU nos municípios brasileiros e Urban (2016) para analisar a adequação do gerenciamento dos RSU no Estado de São Paulo.

A GIRS nos municípios, após a aplicação do IGIRS, será avaliada de acordo com a escala de classificação apresentada na Tabela 6.10.

Tabela 6.10 – Classificação da Gestão Municipal Integrada dos Resíduos Sólidos

INTERVALO		CLASSIFICAÇÃO
	$0,7 < \text{IGIRS} \leq 1,0$	Alta Eficiência
	$0,5 < \text{IGIRS} \leq 0,7$	Média Eficiência
	$0,0 < \text{IGIRS} \leq 0,5$	Baixa Eficiência

Fonte: Adaptado de Capelini et al. (2009); Santiago e Dias (2012); CETESB (2012, 2018)

## 7. APLICAÇÃO DO IGIRS

Uma vez estruturado o IGIRS, o mesmo foi aplicado em alguns municípios brasileiros, de modo a testá-lo como uma ferramenta para auxiliar os gestores municipais no planejamento e monitoramento da gestão integrada dos resíduos sólidos.

Os municípios selecionados para aplicação do índice foram: Santa Rita do Sapucaí; Pouso Alegre, Machado e Três Corações (Figura 7.1), considerados de pequeno (população total menor que 100 mil habitantes) e médio porte (com mais de 100 mil e menos que 1 milhão de habitantes) (BRASIL, 2011). Os municípios de pequeno e médio porte representam 94,91% do total de municípios existentes no país (IBGE, 2011).

Além disso, estes municípios foram selecionados considerando a maior facilidade de acesso, devido à localização geográfica e a disponibilidade de informações nas Prefeituras Municipais, em estudos e projetos efetuados por empresas terceirizadas ou órgãos públicos, nos Planos Municipais de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, nas bases de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), entre outras fontes de pesquisa.

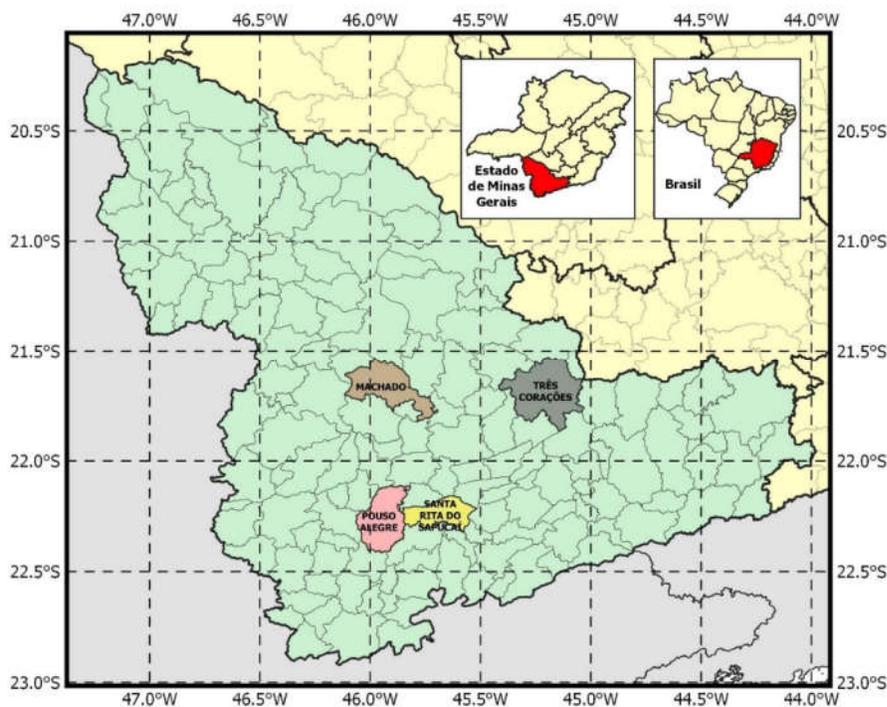


Figura 7.1 – Localização Geográfica dos Municípios Selecionados

Portanto, neste capítulo será apresentado um breve histórico dos municípios, o Diagnóstico da Gestão dos Resíduos Sólidos, a Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados Coletados e os Análise dos Resultados da aplicação IGIRS nos municípios, bem como a proposição de ações de melhorias na GRIS e simulação de cenários.

## 7.1. Santa Rita do Sapucaí

O município de Santa Rita do Sapucaí está localizado na região sul do Estado Minas Gerais, destacando economicamente pelas atividades industriais, principalmente na área de eletrônica, telecomunicações e informática (IBGE, 2019a). Na Tabela 7.1 são apresentados os dados demográficos e socioeconômicos do município.

Tabela 7.1 – Dados Demográficos e Socioeconômicos de Santa Rita do Sapucaí/MG

DADOS	SANTA RITA DO SAPUCAÍ
Estimativa da população 2019 (habitantes)	43.260
Área (km <sup>2</sup> )	352,969
Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	106,96
PIB per capita 2016 (R\$)	38.950,04
IDHM 2010	0,721

Fonte: IBGE (2019a)

### 7.1.1. Diagnóstico da Gestão dos Resíduos Sólidos em Santa Rita do Sapucaí

No município de Santa Rita do Sapucaí, o levantamento dos dados foi realizado através de reuniões nas Secretarias Municipais de Saúde, Fazenda, Obras e Desenvolvimento Urbano, e de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Divisão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável), visitas nos postos de saúde, áreas de “bota fora” de RCC e empresas privadas de reciclagem de resíduos. Além de consultas ao Plano Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos e na base de dados do IBGE e do SNIS, de maneira a coletar os dados faltantes ou complementar os já fornecidos para o cálculo do Índice. Com base nestes dados foi possível fazer um diagnóstico da situação atual da gestão de resíduos sólidos do município, detalhado a seguir.

Os serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de RS de Santa Rita do Sapucaí é realizado pela própria prefeitura, sendo vinculados à Secretaria Municipal de Obras e Desenvolvimento Urbano. Os serviços são constituídos pelos serviços de varrição de logradouros públicos, capina, poda, roçada, conservação e estradas rurais, limpeza de

córregos e margens de rios, coleta de resíduos sólidos (urbano, comercial, sujeitos a logística reversa), transporte e disposição final dos RS.

A coleta convencional dos RSU é realizada somente na área urbana, atendendo 100% da população. Os resíduos são coletados por caminhões compactadores e encaminhamos até o ponto de transbordo, onde posteriormente são encaminhados para o aterro sanitário localizado no município de Itajubá, administrado pelo Consórcio Intermunicipal dos Municípios da Microrregião do Alto Sapucaí para Aterro Sanitário (CIMASAS) (SANTA RITA DO SAPUCAÍ, 2015).

A quantidade de resíduos coletados na zona urbana do município, segundo informações fornecidas pela prefeitura, é de 25 t/dia, sendo composto por aproximadamente 45% de matéria orgânica e 30% por materiais recicláveis (SANTA RITA DO SAPUCAÍ, 2015). Não há um programa de coleta seletiva no município, o que explica o elevado valor dos recicláveis nos resíduos coletados, mesmo com a presença de catadores autônomos e de empreendimento particulares, porém a Secretaria de Obras e Desenvolvimento Urbano não possui dados referentes ao quantitativo de material comercializado por estes catadores e empresas.

Foram encontradas algumas lixeiras para coleta de materiais recicláveis nos prédios da administração, porém as mesmas estavam sendo utilizadas para RSU por falta de programas de coleta seletiva com logística para o reaproveitamento e a reciclagem destes resíduos. Já nas praças e locais públicos, foram observados alguns recipientes individuais para coleta dos RSU (Figura 7.2).



Figura 7.2 – Lixeiras de Coleta Seletiva e Individuais Usadas para RSU

Com relação aos RSS, segundo a Prefeitura Municipal de Santa Rita do Sapucaí (2015), são gerados em média 204,07 kg/mês, que são coletados quinzenalmente por veículo

específico (Figura 7.3) por uma empresa terceirizada, sendo tratados mediante autolavagem e incineração, seguindo todas as normas e legislações vigentes. Nas unidades de saúde os resíduos são acondicionados em sacos brancos leitosos (Grupo A e B), sacos pretos (Grupo D) e os perfurocortantes em descarpaks (Grupo E) (Figura 7.3). Posteriormente, são transferidos para o local de armazenamento temporário onde são colocados em recipientes próprios fornecidos pela empresa terceirizada, até a coleta externa. Observou-se que estes locais de depósito temporário não estão de acordo com a legislação, em algumas unidades foi encontrado outros materiais como restos de construção civil e vidro dispostos junto com RSS.

Os funcionários da empresa possuem curso de movimentação de produtos perigosos (MOPP) e recebem treinamentos admissional e periódicos. Apresentam controle de vacinas em dia, uniformes completos, além de Equipamento de Proteção Individual (EPI's), tais como, botas, luvas nitrílicas, máscara e óculos de proteção recicláveis (SANTA RITA DO SAPUCAÍ, 2015).



Figura 7.3 – Veículo Utilizado para a Coleta dos RSS e Recipientes para o Acondicionamento do RSS nas Unidades de Saúde

Os RCC são coletados pela Secretaria de Obras e Desenvolvimento Urbano, mediante solicitação da população, não existindo nenhuma taxa por este serviço. Os funcionários utilizados neste serviço não são exclusivos, sendo um ponto prejudicial à gestão. Não há quantificação e nem classificação dos resíduos gerados no município. Apesar da Prefeitura coletar estes materiais sem custo ao contribuinte, foi observado diversos pontos de despejo inadequado, sem aplicação de penalidades (Figura 7.4).



Figura 7.4 – Depósitos Clandestinos de RCC na Área Urbana de Santa Rita do Sapucaí

Os RCC considerados adequados para pavimentação são destinados diretamente à recuperação de estradas rurais, sendo o restante dispostos em “bota fora” localizado no Jardim Beira Rio localizado no bairro Fernandes (Figura 7.5). O município já foi atuado pelos órgãos ambientais por dispor estes resíduos neste local, pois trata-se uma Área de Preservação Permanente (APP), no entanto ainda há disposição dos RCC no local.



Figura 7.5 –Terreno Utilizado como “Bota Fora” no Município

Moraes (2018) constatou que no município de Santa Rita do Sapucaí, em algumas construtoras, os resíduos são separados visando à reutilização e a redução de custos, e não por incentivos da administração ou por preocupações ambientais. Além disso, a autora relatou que após visitas em pequenas obras do município verificou que apesar da Prefeitura oferecer o serviço gratuito de coleta de RCC, na prática isto não acontece, os mesmos são obrigados a contratar caçambas. E devido ao custo do aluguel destas caçambas, muitas vezes estes pequenos geradores dispõem de forma irregular nos logradouros públicos.

Há também no município uma empresa que coleta os RCC através de caçambas. Após a coleta é realizada a segregação dos materiais em dois tipos: os que tem valor econômico (materiais que podem ser revendidos ou reaproveitados) e que não podem ser reaproveitados, sendo estes dispostos na área de bota fora do município (MORAES,2018).

Em relação aos resíduos sujeitos a logística reversa (agrotóxicos; pilhas/baterias; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e luz mista; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes), há alguns programas em andamento como: os agrotóxicos, produtos eletroeletrônicos e seus componentes e óleos lubrificantes seus resíduos e embalagens. No entanto, foi observado a disposição destes resíduos juntamente com os RSU, evidenciando a necessidade de implantação e fiscalização de programas específicos para logística reversa destes resíduos.

Com referência aos aspectos legais, de acordo com o PMGIRS (SANTA RITA DO SAPUCAÍ, 2015), o município apresenta uma legislação mínima de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, não havendo legislações que regulamentem de forma adequada estes serviços e sua fiscalização. Não há também no município legislações específicas de incentivo à coleta seletiva, logística reversa, RSS e RCC.

## 7.2. Pouso Alegre

O município de Pouso Alegre está localizado na mesorregião Sul e Sudoeste do Estado de Minas Gerais, estando posicionada às margens da Rodovia Fernão Dias. As principais fontes geradoras de recursos econômicos para o município são a agropecuária, o comércio e a indústria. A cidade pertence a bacia hidrográfica do Rio Sapucaí, sub-bacia do Rio Grande, sendo seus principais cursos d'água: Sapucaí, Sapucaí-Mirim, Rio Cervo e Mandú (IBGE, 2019b). Na Tabela 7.2 são apresentados os dados demográficos e socioeconômicos do município.

Tabela 7.2 – Dados Demográficos e Socioeconômicos do Município de Pouso Alegre/MG

DADOS	POUSO ALEGRE
Estimativa da população 2019 (habitantes)	150.737
Área (km <sup>2</sup> )	542,80
Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	240,51
PIB per capita 2015 (R\$)	46.860,13
IDHM 2010	0,774

Fonte: IBGE (2019b)

### 7.2.1. Diagnóstico da Gestão dos Resíduos Sólidos em Pouso Alegre

No município Pouso Alegre, o levantamento dos dados foi realizado por meio de reuniões na Superintendência de Infraestrutura, Obras e Serviços Públicos, e no Setor de Limpeza Urbana, visitas na Associação de Catadores de Materiais Recicláveis (ACAMPA), no aterro sanitário e nas áreas de “bota fora” de RCC. E os dados faltantes foram consultados no Plano Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos e na base de dados do IBGE e do SNIS, sendo possível fazer um diagnóstico da situação atual da gestão de resíduos sólidos do município, detalhado a seguir.

Os RSU gerados na zona urbana e rural do município de Pouso Alegre são coletados por uma empresa terceirizada, sendo executado de segunda-feira a sábado. Em média são coletados 0,71 kg/hab. dia de RSU (BRASIL, 2019). Os resíduos coletados são destinados para o aterro sanitário (Figura 7.6) gerenciado por uma empresa privada, localizado no próprio município.



Figura 7.6 – Aterro Sanitário de Pouso Alegre/MG

Os RSU nos bairros urbanos, geralmente são acondicionados em sacos plásticos dispostos em frente as residências ou em recipientes instalados pela Prefeitura em alguns locais estratégicos. Já na zona rural, devido à dificuldade de acesso dos caminhões em algumas vias, os resíduos são aglomerados em um ponto central nos recipientes fornecidos pela Prefeitura. Pode-se observar que nos dias de coleta os volumes destes recipientes tanto na zona urbana quanto rural não são suficientes para armazenamento dos resíduos (Figura 7.7). Porém, de acordo com a Prefeitura Municipal de Pouso Alegre já foram adquiridos contêineres maiores com tampa para serem instaladas principalmente na zona rural e em alguns pontos centrais da área urbana.



Figura 7.7 – Recipientes para Acondicionamento dos Resíduos na Área Urbana e Rural Respectivamente

O município possui programa de coleta seletiva, instituído pela Lei Municipal nº 5.335/2013, que criou o sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos recicláveis e reutilizáveis com a inclusão social e econômica dos catadores de material reciclável e o sistema de logística reversa (POUSO ALEGRE, 2013). De acordo, com previsto na legislação municipal, o poder público municipal executa a coleta seletiva através da ACAMPA, criada em 2004, constituída por 11 catadores.

A associação recebe apoio da Prefeitura no pagamento das contas de água, luz, aluguel do galpão e cessão do caminhão tipo gaiola com motorista. E também conta com a parceria de uma empresa privada, do Instituto Nenuca de Desenvolvimento Sustentável (Insea) e do Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR), que fornecem suporte técnico para o fortalecimento e aperfeiçoamento do programa de coleta seletiva.

A ACAMPA possui duas prensas, uma balança e um picador de papel, sendo estes doados pela Prefeitura e por uma empresa privada, somente o picador foi comprado com recurso da própria associação.

A coleta seletiva é realizada porta a porta, por meio de um cadastro realizado no setor de Coleta de Lixos e Resíduos da Secretaria de Infraestruturas, Obras e Serviços Públicos. Há um roteiro dos bairros distribuídos de segunda à sexta-feira. O cidadão ao se cadastrar no setor responsável solicita a frequência da coleta dos materiais recicláveis em sua residência, sendo informado do dia da coleta seletiva no seu bairro. Na zona rural a coleta ocorre somente nos bairros São José do Pântano e Vila Alvorada, uma vez por semana. E na parte central da área urbana, onde concentra-se o maior número de comércios, a coleta seletiva é realizada diariamente, sem prévio cadastramento. Em 2017 foram coletadas, por meio da coleta seletiva, 1,55 kg/hab. ano de resíduos (BRASIL, 2019).

Os materiais coletados são encaminhados para o Centro Municipal de Triagem de Materiais Recicláveis (Figura 7.8), gerenciado pela ACAMPA, situado na rua Prefeito Olavo Gomes, nº 5369, no Bairro São Cristóvão. Neste Centro os resíduos são separados por tipo de material, prensados e enfardados.



Figura 7.8 – Galpão e Caminhão da ACAMPA

Segundo informações da Prefeitura Municipal de Pouso Alegre, especificadamente do setor de Coleta de Lixos e Resíduos da Secretaria de Infraestruturas não há nenhum programa de educação ambiental para sensibilizar e conscientizar a população a separar os resíduos secos (materiais recicláveis) dos úmidos (materiais orgânicos). Existe um projeto da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente para realizar a educação ambiental nas escolas junto com a ACAMPA.

Com relação aos RSS a coleta é realizada nas unidades de saúde pública e em algumas privadas que são cadastradas pela Vigilância Sanitária. Este cadastro das unidades privadas ocorre por solicitação do proprietário, sendo encaminhado um boleto mensal para pagamento à Prefeitura da quantidade de resíduos coletada, transportada e tratada.

O município terceiriza o serviço de coleta, transporte, tratamento e disposição final, sendo a coleta realizada por um veículo exclusivo, separadamente da coleta convencional.

Estes resíduos são armazenados em locais isolados e fechados, seguindo a norma e legislações vigentes. Em média são coletados 3.500 kg/mês de RSS (BRASIL, 2019). A empresa coleta os resíduos do Grupo A e E, e os do Grupo D são recolhidos pela coleta convencional. Posteriormente, os resíduos são encaminhados para tratamento de incineração e autoclavagem, sendo as cinzas depositadas no aterro de classe I (resíduos perigosos).

Os RCC, segundo informações fornecidas pela Prefeitura são responsáveis pela maior parcela dos passivos ambientais referentes ao gerenciamento de resíduos sólidos no

município, pois grande parte dos RCC, são descartados de forma irregular em “bota foras” clandestinos (Figura 7.9), sem registros dos quantitativos e nem da classificação dos RCC gerados.



Figura 7.9 – “Bota Foras” Clandestinos de Depósito de RCC

Os RCC gerados nas obras públicas de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Pouso Alegre são encaminhados para uma área de “bota fora”, localizada na Rua Dez, s/n, no Bairro Nossa Senhora Guadalupe, não havendo também registros de quantitativos e classificação dos RCC gerados (Figura 7.10). Os resíduos que podem ser reaproveitados para manutenção das estradas rurais são depositados separadamente.



Figura 7.10 – Área de “Bota Fora” da Prefeitura Municipal de Pouso Alegre

Há em Pouso Alegre uma usina de reciclagem privada e licenciada, que de acordo com Moraes (2018) recebe 150 m<sup>3</sup> de RCC por dia, sendo 70% destes resíduos composto por madeira. Este volume representa os resíduos coletados por cinco das quinze empresas que existem no município. Os agregados produzidos pela usina são comercializados por um preço 50% menor do que os considerados virgens. Estes materiais são utilizados pelo poder público e privado, principalmente, em calçamentos.

As empresas de caçambas instaladas no município, que coletam e transportam os RCC não apresentam equipamentos adequados e não seguem as normas e legislações vigentes.

Além disso, não possuem registro da quantidade, característica e origem do RCC coletados (MORAES, 2018).

O município possui uma Lei Municipal nº 4.527/2006, que institui o Sistema de Gestão Sustentável e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, fornecendo diretrizes aos agentes envolvidos sobre a disposição adequada destes resíduos (POUSO ALEGRE, 2006). Além disso, a lei prevê que os RCC e os resíduos volumosos não deverão ser dispostos em áreas de “bota fora”, encostas, corpos d’água, lotes vagos, vias públicas e áreas protegidas. No entanto, mesmo com a existência das legislações federal e municipal, Pouso Alegre ainda não possui o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PGRCC), e os RCC gerados, na maior parte, ainda são dispostos de maneira irregular, causando sérios danos ao meio ambiente e a saúde pública.

Em relação aos resíduos volumosos (sofás, armários, restos de madeira, entre outros), a Prefeitura possui um programa que chama “Cata Treco”, realizado por uma empresa terceirizada de segunda-feira a sábado. Assim, como na coleta seletiva, há um dia específico da coleta em cada bairro, o municípe liga no setor de Coleta de Lixos e Resíduos da Secretaria de Infraestruturas, Obras e Serviços Públicos, cadastra seus dados e o tipo de resíduos. A coleta é realizada porta a porta, e os resíduos encaminhados para o aterro sanitário. Este programa atende a Lei Municipal nº 4.527/2006, buscando a disposição adequada dos resíduos volumosos, evitando que os mesmos não sejam depositados nos cursos d’água, vias públicas, áreas verdes, praças públicas e terrenos baldios.

### 7.3. Machado

O município de Machado localizado no Estado de Minas Gerais, pertence a bacia hidrográfica do Rio Sapucaí, sub-bacia do Rio Grande. A principal atividade econômica é o cultivo de café (IBGE, 2019c). Na Tabela 7.3 são apresentados os dados demográficos e socioeconômicos do município.

Tabela 7.3 – Dados Demográficos e Socioeconômicos do Município de Machado/MG

DADOS	MACHADO
Estimativa da população 2019 (habitantes)	42.133
Área (km <sup>2</sup> )	585,96
Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	66,03
PIB per capita 2015 (R\$)	22.567,63
IDHM 2010	0,715

Fonte: IBGE (2019c)

### **7.3.1. Diagnóstico da Gestão dos Resíduos Sólidos em Machado**

Em Machado, o levantamento dos dados foi realizado junto à Secretaria de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Meio Ambiente; à Secretaria de Fazenda e à Secretaria de Saúde. Além disso, foram visitadas as áreas de “bota fora” de RCC e empresas privadas de reciclagem. Os dados faltantes, também, foram consultados na base de dados do IBGE e do SNIS, a partir destas informações foi possível a descrição de maneira sucinta do diagnóstico da situação atual da gestão de resíduos sólidos do município, detalhado a seguir.

Os RSU gerados no município de Machado são coletados por uma empresa terceirizada, atendendo 83% da população, sendo coletado em média 0,47 kg/hab. dia (BRASIL, 2019). Os resíduos coletados são destinados para o aterro sanitário privado, localizado na cidade Alfenas/MG.

Segundo informações da Prefeitura Municipal de Machado, o município não possui o programa de coleta seletiva implantado, no entanto, existe uma Lei Municipal nº 1526/2003, que institui a coleta seletiva no município, cabendo ao executivo a coleta deste material, por meio próprio, de associações/cooperativas ou parcerias privadas (MACHADO, 2003). Além disso, já existe no município uma Associação Machadense de Reciclagem de Resíduos Sólidos (AMARE), implantada desde de 2005, que realiza de forma autônoma a coleta seletiva na cidade e recolhe doações de materiais recicláveis de empresas particulares. A AMARE possui cerca de 12 catadores associados.

Com relação aos RSS a coleta é realizada nas unidades de saúde pública por uma empresa terceirizada, em veículo exclusivo. Estes resíduos são armazenados em locais isolados e fechados, seguindo a norma e legislações vigentes. Em média são coletados 0,008 kg/hab. dia de RSS (BRASIL, 2019). Os resíduos coletados são encaminhados para tratamento no município de Lavras/MG.

O gerenciamento dos RCC, no município de Machado, deve atender as diretrizes estabelecidas na Lei Municipal nº 1.526/2003, na qual os entulhos provenientes de construções coletadas pela Prefeitura ou por empresas particulares deverão ser encaminhados às associações/cooperativas de materiais recicláveis (MACHADO, 2003). E também, o disposto na Lei Municipal nº 1.478/2002, que estabelece o licenciamento e a autorização da utilização das vias públicas para colocação de caçambas, para as empresas prestadoras dos serviços de coleta de entulho (MACHADO, 2002).

Com relação aos RCC não há dados da quantidade gerada pelo município ou por empresas privadas, os resíduos coletados são triados por empresas privadas em função do valor econômico.

De acordo com informações da Prefeitura Municipal de Machado, não há controle sobre a destinação dos RCC no município, sendo os mesmos dispostos de maneira inadequada em áreas de “bota fora”. O material recolhido pela Prefeitura, quando possível, é aproveitado para manutenção das estradas rurais. O município, ainda, não possui o PGRCC.

## 7.4. Três Corações

O município de Três Corações está localizado no sul de Minas Gerais. A cidade é servida pela Rede Ferroviária Federal S/A, que permite ligações com as principais cidades e polos da região Sudeste, sendo cortado pela rodovia Fernão Dias-BR 381. As suas principais potencialidades econômicas são a pecuária, por meio do rebanho leiteiro e gado de corte; e o setor industrial, com destaque para as indústrias de produtos derivados do leite, metalúrgicas, fábrica de ração, refrigerantes, entre outras. Três Corações está inserida na bacia hidrográfica do rio Verde, sub-bacia do Rio Grande (IBGE, 2019d). Na Tabela 7.4 são apresentados os dados demográficos e socioeconômicos do município.

Tabela 7.4 – Dados Demográficos e Socioeconômicos do Município de Três Corações/MG

DADOS	TRÊS CORAÇÕES
Estimativa da população 2019 (habitantes)	79.482
Área (km <sup>2</sup> )	828,038
Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	87,88
PIB per capita 2015 (R\$)	28.221,35
IDHM 2010	0,744

Fonte: IBGE (2019d)

### 7.4.1. Diagnóstico da Gestão dos Resíduos Sólidos em Três Corações

No município de Três Corações os dados foram coletados junto à Secretaria de Meio Ambiente, Obras, Finanças e de Agricultura e Pecuária, visitas ao aterro sanitário, a associação de reciclagem e nas áreas de “bota fora” de RCC. Assim, como nos demais municípios os dados faltantes foram consultados no Plano Municipal de Saneamento Básico e na base de dados do IBGE e SNIS. Com estes dados, fez-se um breve diagnóstico da situação atual da GRS no município, detalhado a seguir.

Os RSU do município de Três Corações são coletados pela própria prefeitura, através da Secretaria de Obras e Serviços Públicos, atendendo 87% da população total do município, o que representa cerca de 94% da urbana e 15% da rural. Deste total 20% é atendida diariamente pela coleta convencional e 80% de duas a três vezes por semana. Em média são coletados 0,47 kg/hab./dia de RSU (BRASIL,2019).

Os RSU coletados são dispostos no aterro sanitário municipal (Figura 7.11), localizado na estrada de Três de Corações, km 2, no Bairro São Bento, em funcionamento desde de 2002, quando obteve a Licença de Operação (LO). A gestão do aterro fica sob responsabilidade da Secretaria Agricultura e Pecuária. Os resíduos são compactados e enterrados, sendo realizado o tratamento dos efluentes líquidos (chorume), drenagem dos gases e monitoramento das águas subterrâneas e superficiais.



Figura 7.11 – Aterro Sanitário do Município de Três Corações

A Prefeitura Municipal de Três Corações, por meio da Secretaria de Meio Ambiente, implantou desde 2011, o “Projeto TC Recicla – Programa de Coleta Seletiva”, realizado pela Associação de Catadores de Materiais Recicláveis (ACAMTC), fundada em 2007, possui 22 catadores (Figura 7.12). A Prefeitura assessora administrativamente a ACAMTC e é responsável pelo pagamento do serviço de coleta e transporte dos materiais recicláveis até Unidade de Triagem, gerenciada pela associação, localizada no aterro sanitário municipal, onde os resíduos são separados, prensados, enfardados e comercializados. A Unidade possui equipamentos como prensa e balança. Em média são coletados por ano 7,11 kg/hab. de resíduos, atendendo cerca de 28% da população urbana (BRASIL, 2019). A associação também tem apoio do Instituto Nenuca de Educação Ambiental.



Figura 7.12 – Galpão da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis

Há também, de acordo com informações da Prefeitura Municipal de Três Corações alguns programas iniciais de logística reversa de pilhas e baterias, pneus e medicamentos. As pilhas e baterias são entregues na Confederação Nacional das Cooperativas Médicas (Unimed), que possui parceria com diversas empresas e escolas para o recolhimento destes materiais. Os pneus devem ser entregues no Ecoponto, localizado no aterro sanitário municipal, onde são coletados pela Empresa Benecar para destinação final adequada. E os medicamentos devem ser entregues na Farmácia Néctar, para posteriormente serem coletados pela empresa terceirizada para tratamento e disposição final adequados.

Com relação aos RSS, a Prefeitura de Três Corações, terceiriza os serviços de coleta, transporte e tratamento. A coleta é realizada em todas as unidades públicas e em algumas privadas. Em média são coletados 0,002 kg/hab. dia (SNIS, 2019). Os resíduos são destinados para autoclavagem ou incineração, e as cinzas geradas são transportados para aterros sanitários licenciados.

No que se refere ao gerenciamento de RCC, no município de Três Corações existe a Lei Municipal nº 3.510/2009, que dispõe sobre a criação da central de reciclagem e distribuição de resíduos sólidos de mineradoras, extratoras de pedras e resíduos de construção, demolição de prédios e edificações, responsabilizando os gerados de RCC pelo acondicionamento, tratamento e disposição final, cabendo ao poder executivo, por meio da Secretaria de Obras, indicar o local adequado para o manejo e o armazenamento dos materiais coletados (TRÊS CORAÇÕES, 2009).

Na prática, os resíduos são depositados de maneira irregular em áreas de “bota-fora” (Figura 7.13), e de acordo com informações da Prefeitura, os resíduos coletados, pelo setor público são destinados para uma área de “bota-fora” licenciada, e os resíduos possíveis de

aproveitamento são utilizados na manutenção das estradas rurais. O município não possui o PGRCC.



Figura 7.13 – Áreas de “bota-fora” de RCC Identificadas em Três Corações

## 7.5. Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados

Os dados coletados foram avaliados quanto à disponibilidade e qualidade, seguindo o método descrito no item 6.5. No Quadro 7.1, Quadro 7.2 e Quadro 7.3 são apresentados os resultados desta avaliação por grupo de resíduos selecionados para a composição do IGIRS, sendo que “Q” significa qualidade do dado e “D” disponibilidade. Estão destacados de verde os dados de Alta Qualidade (A) e que estão disponíveis em Curto Prazo (CP), de amarelo os dados considerados de Média Qualidade (M) e/ou disponíveis em Médio Prazo (MP), e de vermelho os dados de Baixa Qualidade (B) e disponíveis em Longo Prazo (LP).

Quadro 7.1– Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados por Grupo de RSU

SUBCRITÉRIOS	MUNICÍPIOS							
	Santa Rita do Sapucaí		Pouso Alegre		Machado		Três Corações	
	Q	D	Q	D	Q	D	Q	D
Geração dos RSU	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Caracterização dos RSU	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Acondicionamento por tipo	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Condições dos Recipientes	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Localização dos Recipientes	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Coleta Convencional	M	MP	A	CP	A	CP	A	CP
Coleta Seletiva	M	CP	M	MP	M	CP	M	CP
Eficiência da Coleta Seletiva	B	MP	M	CP	B	MP	A	CP
Pontos de Entrega Voluntária	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Frequência da Coleta Convencional	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Frequência da Coleta Seletiva	B	MP	A	CP	B	MP	A	CP
Condições dos Veículos	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP

Quadro 7. 1 – Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados por Grupo de RSU  
(Continuação)

SUBCRITÉRIOS	MUNÍCIPIOS							
	Santa Rita do Sapucaí		Pouso Alegre		Machado		Três Corações	
	Q	D	Q	D	Q	D	Q	D
Reutilização	M	CP	M	CP	M	CP	M	CP
Reciclagem	M	CP	M	CP	M	CP	A	CP
Compostagem	M	CP	M	CP	M	CP	M	CP
Aterro Sanitário/Aterro Controlado/Lixão	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Áreas Irregulares	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Licenciamento Ambiental	M	CP	M	CP	B	MP	M	CP
Condições Sanitária das Unidades de Gestão de RSU	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Fiscalização e Monitoramento Ambiental dos Recursos Naturais	M	CP	M	CP	M	CP	M	CP
Recuperação de Áreas Degradadas	M	CP	M	CP	M	CP	M	CP
Compensação Ambiental	M	CP	M	CP	M	CP	M	CP
Utilização de Produtos Reciclados e Recicláveis	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Tecnologia de Reaproveitamento de RSU	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Medidas de Redução de RSU no PMGIRS	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Logística Reversa	M	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Leis Municipais de RSU	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
PMGIRS em consonância com a Lei nº 12.305/2010	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Percentual da despesa com manejo de RSU	M	CP	B	MP	M	CP	M	CP
Autofinanciamento da Gestão de RSU	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Planejamento dos Recursos	M	CP	B	MP	M	CP	M	CP
Formação de equipe responsável pela Gestão	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Estrutura Administrativa	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Grau de Intersetorialidade	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Atendimento as Denúncias Relacionadas aos RSU	M	CP	M	CP	M	CP	M	CP
Avaliação de Desempenho	M	CP	M	CP	M	CP	M	CP
Fiscalização do Processo de Gestão	M	CP	M	CP	M	CP	M	CP
Programas de Capacitação dos Funcionários e Catadores de Materiais Recicláveis atuantes na Gestão de RSU	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Conhecimento das Regulamentações pelos Funcionários	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Educação Ambiental para População	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Programas de Sensibilização Específicos sobre a gestão de RSU	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Número de parceiros (Associações, universidades, setor privado, movimentos sociais)	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Empregados	A	MP	M	CP	A	CP	A	CP
Uso de Equipamentos de Proteção	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Participação do Setor Público	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Participação do Setor Privado	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Participação da População	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Canais de Comunicação	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP

Quadro 7.1 – Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados por Grupo de RSU  
(Continuação)

SUBCRITÉRIOS	MUNÍCIPIOS							
	Santa Rita do Sapucaí		Pouso Alegre		Machado		Três Corações	
	Q	D	Q	D	Q	D	Q	D
Sistema de Satisfação dos Usuários	M	CP	M	CP	M	CP	M	CP
Inclusão do Setor Informal	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Universalidade	M	MP	M	CP	A	CP	A	MP

Quadro 7.2– Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados do Grupo de RSS

SUBCRITÉRIOS	MUNÍCIPIOS							
	Santa Rita do Sapucaí		Pouso Alegre		Machado		Três Corações	
	Q	D	Q	D	Q	D	Q	D
Geração dos RSS	M	CP	M	CP	A	MP	A	MP
Classificação dos RSS	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Segregação*	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Acondicionamento por Grupo	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Condições dos recipientes	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Localização dos recipientes	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Formas de Coleta	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Abrangência da Coleta	A	MP	M	CP	A	CP	A	CP
Frequência	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Condições dos Veículos	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Reutilização	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Reciclagem	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Tratamento dos Resíduos dos Grupos A, B, C e E	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Aterro Sanitário/Aterro Classe I	A	MP	A	CP	A	MP	A	MP
Áreas Irregulares	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Licenciamento Ambiental	A	CP	A	CP	M	CP	A	CP
Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RSS	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Fiscalização e Monitoramento Ambiental dos Recursos Naturais	M	CP	M	CP	M	CP	M	CP
Recuperação de Áreas Degradadas	M	CP	B	MP	B	MP	B	MP
Compensação Ambiental	A	CP	B	MP	B	MP	B	MP
Reutilização de Artigos e Materiais Ditos de Uso Único	M	CP	B	CP	M	CP	M	CP
Medidas de Redução de RSS no PGRSS	A	CP	A	CP	B	MP	M	CP
Logística Reversa	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Leis Municipais de RSS	A	CP	M	CP	A	CP	A	CP
Plano de Gerenciamento de RSS dos estabelecimentos públicos	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Plano de Gerenciamento de RSS para os gerados de estabelecimentos privados	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Orçamento Municipal Destinado a Gestão de RSS	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Planejamento dos Recursos	B	MP	B	LP	A	MP	A	MP
Formação da equipe responsável pela gestão	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP

Quadro 7.2 – Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados do Grupo de RSS  
(Continuação)

SUBCRITÉRIOS	MUNÍCIPIOS							
	Santa Rita do Sapucaí		Pouso Alegre		Machado		Três Corações	
	Q	D	Q	D	Q	D	Q	D
Estrutura Administrativa	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Grau de Intersetorialidade	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Cadastramento de Estabelecimentos Geradoras de RS	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Atendimento as denúncias relacionadas aos RSS	B	MP	B	CP	M	CP	M	CP
Avaliação de desempenho	A	CP	A	CP	A	CP	M	CP
Fiscalização do processo de gestão de RSS	M	CP	M	CP	A	CP	M	CP
Programas de Capacitação para os Funcionários	M	CP	M	CP	M	CP	M	CP
Conhecimento das Regulamentações	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Educação Ambiental para população	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Programas de sensibilização específicos sobre a gestão de RSU	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Participação do Setor Público	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Participação do Setor Privado	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Participação da População	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Canais de Comunicação	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Sistema de Satisfação dos Usuários	B	MP	M	CP	M	CP	M	CP

\* Neste critério não há subcritério, portanto avaliou os dados disponíveis em relação ao critério

Quadro 7.3– Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados do Grupo de RCC

SUBCRITÉRIOS	MUNÍCIPIOS							
	Santa Rita do Sapucaí		Pouso Alegre		Machado		Três Corações	
	Q	D	Q	D	Q	D	Q	D
Estimativa dos RCC gerados	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Classificação dos RCC	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Separação na origem	A	CP	A	CP	M	MP	M	MP
Separação em ATT	A	CP	A	CP	M	MP	M	MP
Acondicionamento por Classe	A	MP	A	CP	M	MP	M	MP
Condição dos recipientes	M	MP	A	CP	M	MP	M	MP
Localização das ATT	M	MP	M	MP	M	MP	M	MP
Abrangência da Coleta	B	MP	B	MP	B	MP	B	MP
Eficiência da Coleta	B	MP	B	MP	B	MP	B	MP
Eficiência do Sistema de Transporte	B	MP	B	MP	M	MP	M	MP
Condições dos Veículos	A	CP	A	CP	M	MP	M	MP
Condição do Transporte de RCC	A	CP	A	CP	M	MP	M	MP
Beneficiamento	M	MP	A	CP	M	MP	M	MP
Reciclagem	M	MP	A	CP	M	MP	M	MP
Reutilização	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Destinação por Classe	M	MP	A	CP	M	MP	M	MP

Quadro 7.3– Avaliação da Disponibilidade e Qualidade dos Dados do Grupo de RCC  
(Continuação)

SUBCRITÉRIOS	MUNICÍPIOS							
	Santa Rita do Sapucaí		Pouso Alegre		Machado		Três Corações	
	Q	D	Q	D	Q	D	Q	D
Presença de aterros de RCC	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Áreas Irregulares	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Licenciamento de áreas	M	MP	A	CP	M	MP	M	MP
Condição Sanitária das unidades de Gestão de RCC	A	CP	A	CP	B	MP	A	CP
Fiscalização e Monitoramento	M	MP	M	MP	M	MP	M	MP
Recuperação de Áreas Degradadas	M	MP	M	MP	A	CP	M	MP
Compensação Ambiental	M	MP	M	MP	M	MP	M	MP
Utilização de Agregado Reciclado	M	MP	A	CP	M	MP	M	MP
Medidas de Redução de RCC em PGRCC	A	CP	M	MP	M	MP	M	MP
Medidas de Redução de RCC em obras municipais	M	MP	M	MP	A	CP	A	CP
Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Leis Municipais de RCC	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Plano Municipal de Gestão de RCC	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Plano de Gerenciamento de RCC para os grandes geradores	A	CP	M	MP	M	MP	M	MP
Relação valor arrecadado/gasto na gestão de RCC	B	LP	B	LP	B	LP	B	LP
Planejamento dos Recursos	B	LP	B	LP	B	LP	B	LP
Cadastramento de empresas	M	MP	M	MP	M	MP	M	MP
Atendimento as denúncias	M	MP	M	MP	M	MP	M	MP
Programas de avaliação de desempenho	M	MP	M	MP	M	MP	M	MP
Fiscalização do processo de gestão	M	MP	M	MP	M	MP	M	MP
Programas de capacitação para trabalhadores	M	MP	A	CP	M	MP	M	MP
Utilização de mão-de-obra capacitada	M	MP	A	CP	M	MP	M	MP
Educação Ambiental	A	CP	M	MP	A	CP	A	CP
Programas de sensibilização específicos sobre a GRCC	A	CP	M	MP	M	MP	M	MP
Participação do Setor Público	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Participação do Setor Privado	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Participação da População	A	CP	A	CP	A	CP	A	CP
Canais de comunicação	M	MP	M	MP	M	MP	M	MP
Sistema de satisfação dos Usuários	M	MP	M	MP	M	MP	M	MP
Inclusão do Setor Informal	A	CP	A	CP	A	CP	M	MP
Acesso da população de baixa renda	A	CP	A	CP	A	CP	M	MP

Com as informações coletadas dos três grupos (RSU, RSS e RCC) que compõem o índice, pode-se observar que a maior parte dos dados obtidos nos municípios foram classificados em alta e média qualidade estando disponíveis a curto e médio prazo, sendo, portanto, possível o uso dos mesmos no cálculo do IGIRS.

No município de Santa Rita do Sapucaí 64% dos dados obtidos para o cálculo dos subcritérios foram classificados como de alta qualidade, 29% de média e 7% de baixa qualidade, sendo que 76% estavam disponíveis a curto prazo, 29% a médio e 1% a longo prazo. Em Pouso Alegre, 56% dos dados coletados são de alta qualidade, 35% de média e 8% de baixa, disponíveis a curto prazo 82%, 16% a médio prazo e 2% a longo prazo. Já em Machado 61% das informações são de alta qualidade, 31% de média e 8% de baixa, estando disponíveis 72% a curto prazo, 26% a médio e 1% a longo prazo. E, por fim, em Três Corações 64% dos dados obtidos são de alta qualidade, 35% de média e 1% de baixa, disponíveis 74% a curto prazo, 25% a médio e 1% a longo prazo.

Apesar da aplicação do índice ter sido possível nos municípios estudados, houve algumas dificuldades na obtenção dos dados. Tais dificuldades estão relacionadas principalmente à falta de pessoas capacitadas nas funções designadas para a gestão de resíduos com conhecimento técnico e das exigências legais; acesso limitado às informações existentes; falta de planejamento, informações documentadas e dados quantitativos nas prefeituras. Em decorrências destes fatos, alguns critérios não puderem ser calculados.

## **7.6. Análise dos Resultados de IGIRS global, por grupo e setorial**

Após o levantamento dos dados e o diagnóstico da GRS dos municípios selecionados, foi possível calcular o IGIRS global. Para tanto, foi necessário calcular primeiramente o índice dos grupos (RSU, RSS e RCC) que compõem o índice global, através do cálculo dos subcritérios. Nas Tabelas 7.5, 7.6 e 7.7 são apresentados os scores medidos e normalizados para cada subcritério.

Nos municípios selecionados alguns subcritérios não foram possíveis de serem medidos, em função da indisponibilidade de dados. No grupo de RSU, em Santa Rita do Sapucaí, não foi possível a medição dos seguintes subcritérios: Abrangência da Coleta Seletiva e Frequência da Coleta Seletiva; em Pouso Alegre: Percentual da Despesa com Manejo de RSU e o Planejamento dos Recursos; e em Machado: Eficiência da Coleta Seletiva, Frequência da Coleta Seletiva e Licenciamento Ambiental.

Já no grupo de RSS, em Santa Rita do Sapucaí não se calculou os subcritérios de Planejamento de Recursos, Atendimento a Denúncias Relacionadas aos RSS e Sistema de Satisfação dos Usuários; em Pouso Alegre: Recuperação de Áreas Degradadas, Compensação Ambiental e Planejamento dos Recursos; em Machado: Recuperação de Áreas Degradadas,

Compensação Ambiental e Medidas de Redução de RSS no PGRSS; e em Três Corações: Recuperação de Áreas Degradadas e Compensação Ambiental.

E por fim, no grupo dos RCC, em Santa Rita do Sapucaí, não foi possível a medição dos subcritérios: Condições Sanitárias das Unidades de GRCC, Relação entre o valor arrecadado e o valor gasto na GRCC e Planejamento de Recursos; em Pouso Alegre Eficiência da Coleta, Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RCC, Relação valor arrecado/gasto na gestão de RCC e Planejamento dos Recursos; em Machado: Localização das ATT, Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RCC, Relação valor arrecado/gasto na gestão de RCC e Planejamento dos Recursos; e em Três Corações: Condições dos Recipientes, Relação valor arrecado/gasto na gestão de RCC e Planejamento dos Recursos.

Como mencionado no item 6.6, os resultados do IGIRS serão avaliados em uma escala, classificando a GIRS do município em Alta, Média e Baixa Eficiência, como apresentado na Tabela 6.10. A mesma escala será adotada para avaliar os resultados dos índices por grupo (RSU, RSS e RCC) e setoriais.

Tabela 7.5 – Score dos Subcritérios e o Valor do IGRSU Considerando o Grau de Importância

Dimensão	Subcritérios	Scores dos municípios				
		Santa Rita do Sapucaí	Pouso Alegre	Machado	Três Corações	
Operacional	Geração dos RSU	1,00	1,00	1,00	1,00	
	Caracterização dos RSU	1,00	1,00	1,00	1,00	
	Acondicionamento por tipo	0,00	1,00	0,00	1,00	
	Condições dos Recipientes	0,00	1,00	1,00	1,00	
	Localização dos Recipientes	0,50	1,00	0,75	1,00	
	Coleta Convencional	1,00	1,00	1,00	0,98	
	Coleta Seletiva	0,00	0,75	0,00	0,50	
	Eficiência da Coleta Seletiva	INDISPONÍVEL	0,01	INDISPONÍVEL	0,02	
	Pontos de Entrega Voluntária	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Frequência Coleta Convencional	1,00	1,00	1,00	1,00	
	Frequência da Coleta Seletiva	INDISPONÍVEL	0,50	INDISPONÍVEL	0,00	
	Condições dos Veículos	0,50	1,00	1,00	1,00	
	Reutilização	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Reciclagem	0,00	0,50	0,00	0,50	
	Compostagem	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Ambiental	Aterro Sanitário/Aterro Controlado/Lixão	1,00	1,00	1,00	1,00
		Áreas Irregulares	1,00	1,00	1,00	1,00
Licenciamento Ambiental		1,00	1,00	INDISPONÍVEL	1,00	
Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RSU		0,00	1,00	1,00	1,00	
Fiscalização e Monitoramento Amb. dos Recursos Naturais		0,00	1,00	1,00	1,00	
Recuperação de Áreas Degradadas		0,75	1,00	1,00	1,00	
Compensação Ambiental		1,00	0,00	1,00	1,00	
Utilização de Produtos Recicladou e Recicláveis		0,00	0,00	0,00	1,00	
Tecnologia de Reaproveitamento de RSU		0,00	0,00	0,00	0,00	
Medidas de Redução de RSU no PMGIRS		1,00	1,00	0,00	1,00	
Logística Reversa		0,50	0,75	0,00	0,00	

Tabela 7.5 – Score dos Subcritérios e o Valor do IGRSU Considerando o Grau de Importância  
(Continuação)

Dimensão	Subcritérios	Scores dos municípios			
		Santa Rita do Sapucaí	Pouso Alegre	Machado	Três Corações
Político-Econômico	Leis Municipais de RSU	0,75	0,75	0,75	0,75
	PMGIRS em Consonância com a Lei Federal 12.305/2010	0,75	0,75	0,00	1,00
	Percentual da Despesa com Manejo de RSU	0,50	INDISPONÍVEL	0,75	0,50
	Autofinanciamento da gestão de RSU	0,00	0,75	0,00	0,75
	Planejamento dos Recursos	0,50	INDISPONÍVEL	0,50	0,00
	Formação de Equipe Responsável pela Gestão	0,50	1,00	1,00	1,00
	Estrutura Administrativa	0,00	1,00	0,75	1,00
	Grau de Intersetorialidade	0,00	1,00	0,00	1,00
	Atendimentos as Denúncias relacionadas aos RSU	1,00	1,00	1,00	1,00
	Avaliação de Desempenho	0,00	0,00	0,00	0,00
Educativo	Fiscalização do Processo de Gestão	0,50	1,00	1,00	1,00
	Programas de Capacitação dos Funcionários e Catadores da GRSU	0,00	0,00	0,00	1,00
	Conhecimentos das Regulamentações pelos Funcionários	1,00	0,00	1,00	1,00
	Educação Ambiental para População	0,50	0,00	0,75	1,00
	Programas de Sensibilização específicos sobre a Gestão de RSU	0,00	0,00	1,00	1,00
Social	Número de Parceiros (Associações, Universidades, etc.)	0,00	0,00	1,00	1,00
	Empregados	0,50	1,00	0,50	0,50
	Uso de Equipamentos de Proteção	0,75	1,00	1,00	1,00
	Participação do Setor Público	1,00	1,00	1,00	1,00
	Participação do Setor Privado	0,00	0,00	0,00	0,00
	Participação da População	0,00	0,00	0,00	0,00
	Canais de Comunicação	1,00	1,00	0,75	1,00
	Sistemas de Satisfação dos Usuários	0,75	1,00	1,00	0,75
Inclusão do Setor Informal	1,00	1,00	1,00	1,00	
Universalidade	0,86	0,910	0,83	0,87	

Tabela 7.6 - Score dos Subcritérios e o Valor do IGRSS Considerando o Grau de Importância

Dimensão	Subcritérios	Scores dos municípios			
		Santa Rita do Sapucaí	Pouso Alegre	Machado	Três Corações
Operacional	Geração dos RSS	1,00	0,50	1,00	0,50
	Classificação dos RSS	0,00	0,00	0,00	0,75
	Segregação*	0,50	1,00	1,00	1,00
	Acondicionamento por Grupo	1,00	1,00	0,00	1,00
	Condições dos recipientes	0,00	1,00	1,00	1,00
	Localização dos recipientes	0,00	1,00	1,00	1,00
	Formas de Coleta	0,50	1,00	1,00	1,00
	Abrangência da Coleta	1,00	1,00	1,00	1,00
	Frequência	0,50	1,00	0,75	0,75
	Condições dos Veículos	1,00	1,00	1,00	1,00
	Reutilização	0,00	0,00	0,00	0,00
	Reciclagem	0,00	0,00	0,00	1,00
	Tratamento dos Resíduos dos Grupos A, B, C e E	1,00	1,00	1,00	1,00
	Aterro Sanitário/Aterro Classe I	1,00	1,00	1,00	1,00
	Áreas Irregulares	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 7.6 - Score dos Subcritérios e o Valor do IGRSS Considerando o Grau de Importância  
(Continuação)

Dimensão	Subcritérios	Scores dos municípios			
		Santa Rita do Sapucaí	Pouso Alegre	Machado	Três Corações
Ambiental	Licenciamento Ambiental	1,00	1,00	1,00	1,00
	Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RSS	1,00	1,00	1,00	1,00
	Fiscalização e Monitoramento Ambiental dos Recursos Naturais	0,00	1,00	1,00	1,00
	Recuperação de Áreas Degradadas	1,00	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL
	Compensação Ambiental	0,00	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL
	Reutilização de Artigos e Materiais Ditos de Uso Único	1,00	0,00	1,00	0,00
	Medidas de Redução de RSS no PGRSS	0,00	0,00	INDISPONÍVEL	1,00
	Logística Reversa	0,00	0,00	1,00	1,00
	Político-Econômico	Leis Municipais de RSS	1,00	1,00	1,00
Plano de Gerenciamento de RSS dos estabelecimentos públicos		0,00	0,00	0,00	1,00
Plano de Gerenciamento de RSS para os gerados de estabelecimentos privados		0,00	0,00	0,00	1,00
Orçamento Municipal Destinado a Gestão de RSS		1,00	1,00	1,00	1,00
Planejamento dos Recursos		INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	0,00	0,75
Formação da equipe responsável pela gestão		0,00	1,00	0,00	1,00
Estrutura Administrativa		0,00	1,00	0,75	1,00
Grau de Intersectorialidade		0,00	1,00	0,00	0,50
Cadastramento de Estabelecimentos Geradoras de RS		1,00	1,00	1,00	1,00
Atendimento as denúncias relacionadas aos RSS		INDISPONÍVEL	1,00	1,00	1,00
Avaliação de desempenho		0,00	0,00	0,50	0,00
Fiscalização do processo de gestão de RSS	0,00	1,00	1,00	1,00	
Educativa	Programas de Capacitação para os Funcionários	1,00	1,00	0,00	1,00
	Conhecimento das Regulamentações	1,00	1,00	0,00	1,00
	Educação Ambiental para população	1,00	0,00	0,75	1,00
	Programas de sensibilização específicos sobre a gestão de RSU	0,00	0,00	0,00	0,00
Social	Participação do Setor Público	1,00	1,00	1,00	1,00
	Participação do Setor Privado	1,00	1,00	1,00	1,00
	Participação da População	0,00	0,00	0,00	0,00
	Canais de Comunicação	0,50	0,50	1,00	0,50
Sistema de Satisfação dos Usuários	INDISPONÍVEL	1,00	1,00	1,00	

Tabela 7.7 - Score dos Subcritérios e o Valor do IGRCC Considerando o Grau de Importância

Dimensão	Subcritérios	Scores dos municípios			
		Santa Rita do Sapucaí	Pouso Alegre	Machado	Três Corações
Operacional	Estimativa dos RCCs gerados	0,00	0,00	0,00	0,00
	Classificação dos RCCs	0,00	0,00	0,00	0,00
	Separação na Origem	0,50	0,00	0,00	0,00
	Separação em ATT	0,50	0,50	0,50	0,00
	Acondicionamento por Classe	0,50	0,00	0,00	0,00
	Condições dos Recipientes	0,00	0,50	0,50	INDISPONÍVEL
	Localização das ATT	0,50	0,50	INDISPONÍVEL	0,50
	Abrangência da Coleta	0,50	0,50	0,50	1,00
	Eficiência da Coleta	1,00	INDISPONÍVEL	1,00	1,00
	Eficiência do Sistema de Transporte	1,00	1,00	1,00	0,60
	Condições dos Veículos	0,50	0,50	0,50	0,50
	Condição do Transporte de RCC	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 7.7 - Score dos Subcritérios e o Valor do IGRCC Considerando o Grau de Importância  
(Continuação)

Dimensão	Subcritérios	Scores dos municípios			
		Santa Rita do Sapucaí	Pouso Alegre	Machado	Três Corações
Operacional	Beneficiamento	0,00	0,50	0,00	0,00
	Reciclagem	0,00	0,50	0,00	0,00
	Reutilização	0,50	0,50	0,50	0,50
	Destinação por Classe	0,50	0,50	0,00	0,00
	Presença de Aterros de RCC	0,00	0,00	0,00	0,00
	Áreas Irregulares	0,00	0,00	0,00	0,00
Ambiental	Licenciamento de Áreas	0,50	0,50	0,00	0,50
	Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RCC	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	0,50
	Fiscalização e Monitoramento	1,00	0,50	1,00	0,50
	Recuperação de Áreas Degradadas	0,50	0,50	1,00	0,50
	Compensação Ambiental	1,00	0,00	1,00	0,50
	Utilização de Agregado Reciclado	0,00	0,50	0,00	0,00
	Medidas de Redução de RCC em PGRCC	0,00	0,00	0,00	0,00
	Medidas de Redução de RCC em Obras Municipais	0,00	0,00	0,00	1,00
Político-Econômico	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	0,50	0,50	0,00	1,00
	Leis Municipais de RCC	0,00	1,00	1,00	1,00
	Plano Municipal de Gestão de RCC	0,00	0,50	0,00	0,00
	Plano de Gerenciamento de RCC para os grandes geradores	0,00	0,50	0,00	0,00
	Relação valor arrecado/gasto na gestão de RCC (*)	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL
	Planejamento dos Recursos (*)	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL
	Formação de Equipe Responsável pela Gestão	0,00	0,00	0,50	0,50
	Grau de Institucionalidade	0,00	0,50	0,50	0,50
	Cadastramento de Empresas	0,00	0,00	0,00	0,00
	Atendimento as Denúncias	1,00	1,00	1,00	0,20
Educação	Programas de Avaliação de Desempenho	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fiscalização do Processo de Gestão	0,50	0,50	0,50	0,50
	Programa de Capacitação para os Trabalhadores	0,00	0,00	0,00	0,00
	Utilização de mão-de-obra Capacitada para a Gestão de RCC	0,00	0,00	0,50	0,00
	Educação Ambiental	1,00	1,00	1,00	1,00
Social	Programas de Sensibilização Específicos sobre a Gestão de RCC	1,00	0,00	0,00	0,00
	Participação do Setor Público	1,00	1,00	1,00	1,00
	Participação do Setor Privado	1,00	1,00	1,00	1,00
	Participação da População	1,00	1,00	1,00	1,00
	Canais de Comunicação	1,00	0,50	0,50	1,00
	Sistema de Satisfação dos Usuários	0,50	1,00	1,00	0,50
	Inclusão do Setor Informal	0,00	0,50	0,50	0,00
Acesso da População de Baixa Renda	0,50	0,50	1,00	0,50	

Os resultados do IGIRS global, dos IGRSU, IGRSS, IGRCC e do IGRsetorial dos municípios selecionados foram obtidos através do processo de cálculo dos subcritérios de cada grupo, multiplicando-os pelo grau de importância relativa de cada grupo, dimensão, critério e subcritério, conforme descrito no item 6.4. Nos casos em que não foi possível a medição de algum subcritério, por ausência de dados, os pesos foram redistribuídos dentro do critério analisado, buscando não prejudicar o resultado final da dimensão analisada. As

Figuras 7.14, 7.15 e 7.16 apresentam os resultados dos índices global, por grupo e por dimensão.

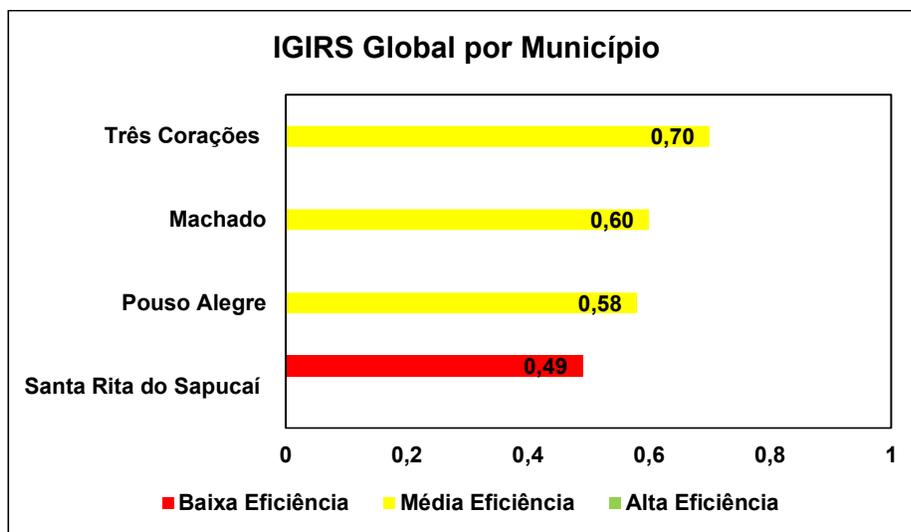


Figura 7.14 – Resultados IGIRS Global para cada Município Estudado

De acordo com os resultados apresentados na Figura 7.14, pode-se observar que o IGIRS global para o município de Santa Rita do Sapucaí atingiu valor igual a 0,49, o que indica dentro da escala adotada para avaliação de que a cidade apresenta uma baixa eficiência na GIRS. Em Pouso Alegre, o IGIRS global atingiu o valor de 0,58, o que representa que o município possui uma média eficiência da GIRS. Já em Machado, o IGIRS global foi de 0,60, sendo a GIRS classificada como de média eficiência. E por fim, em Três Corações, o IGIRS global foi de 0,70, classificando a GIRS como de média eficiência.

Na Figura 7.15 são apresentados os resultados do IGIRS global por dimensão para cada município estudado. Observa-se que Machado apresenta melhor desempenho na área social (0,78), seguido de Pouso Alegre (0,76), Três Corações (0,70) e Santa Rita do Sapucaí (0,66), indicando uma eficiência alta nesta área nos dois primeiros municípios e uma média nos demais. Na área educacional destaca-se a cidade de Três Corações (0,68), logo após Santa Rita do Sapucaí (0,54), Machado (0,44) e Pouso Alegre (0,26), sendo consideradas gestões de média e baixa eficiência. Na área Político-Econômico destaca-se Três Corações (0,69) e Pouso Alegre (0,67) apresentando uma média eficiência, e os município de Machado (0,48), Santa Rita do Sapucaí (0,35) uma baixa eficiência. Na área Ambiental os municípios de Três Corações (0,72) e Machado (0,71) obtiveram o melhor desempenho, indicando uma alta eficiência nesta área, já Pouso Alegre (0,55) e Santa Rita do Sapucaí (0,50), apresentaram uma média e baixa eficiência. E por último, na área Operacional o melhor desempenho foi

obtido por Três Corações (0,59), seguido de Pouso Alegre (0,58), Machado (0,52), Santa Rita do Sapucaí (0,47), apontando uma eficiência média e baixa na GIRS nesta área.

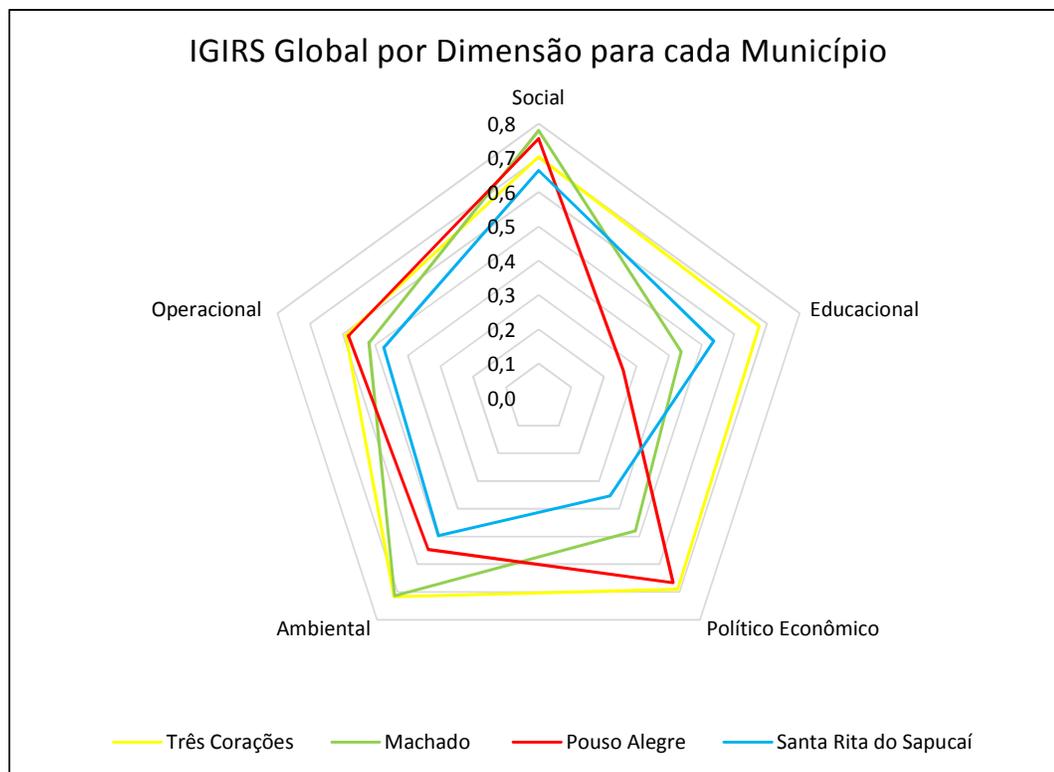


Figura 7.15 – Resultados IGIRS Global por Dimensão para cada Município

A Figura 7.16 mostra os resultados obtidos para cada município por grupo de resíduos analisado. A cidade de Santa Rita do Sapucaí apresenta uma melhor gestão dos RSS (0,54), seguida da gestão dos RSU (0,50) e por último da gestão dos RCC (0,40), sendo consideradas gestões de média e baixa eficiência, segundo a escala adotada. Pouso Alegre, apresentou uma melhor gestão na área de RSU (0,62) e RSS (0,62) e por último na gestão de RCC (0,41), sendo classificadas como gestões de média e baixa eficiência. Em Machado, a cidade apresentou a melhor gestão na área de RSS (0,66), seguida da RSU (0,64) e da RCC (0,41), classificando-as como de média e baixa eficiência. E por fim, no município de Três Corações, o melhor desempenho na gestão foi obtida na área de RSS (0,79) seguida da RSU (0,79), classificando-as como gestões de alta eficiência, e na área de RCC (0,37) como de baixa eficiência.

Com base nos dados apresentados nos municípios podemos observar que todos os municípios possuem aspectos dentro da GIRS, que podem ser melhorados segundo os

dimensões, critérios e subcritérios avaliados. Estes aspectos serão discutidos com maior detalhes mais adiante.

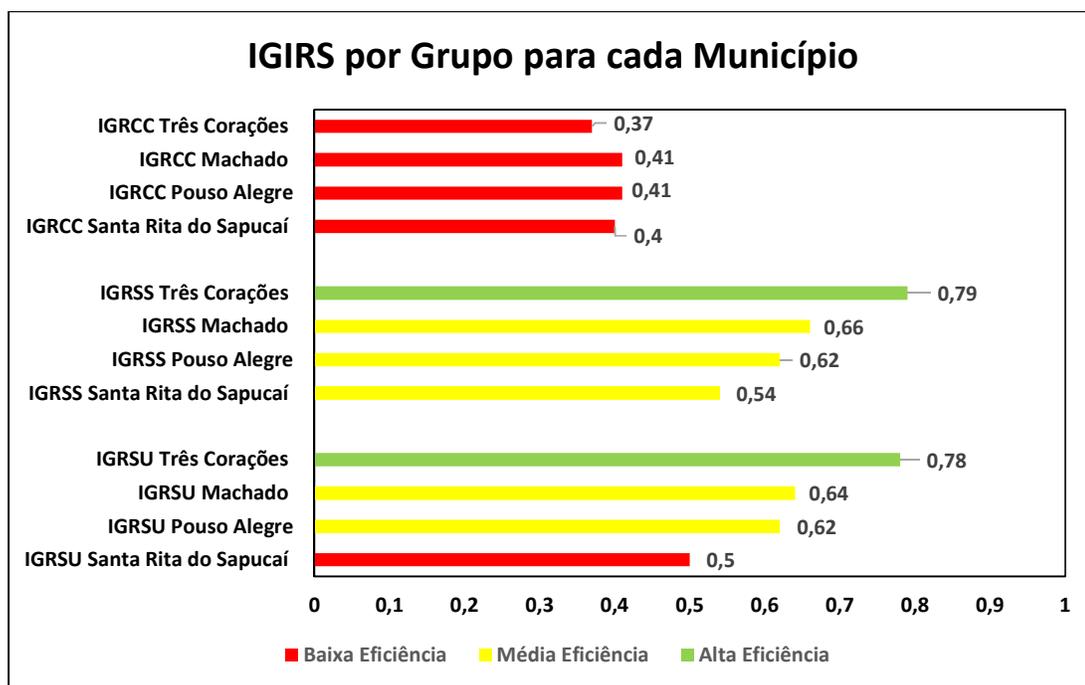


Figura 7.16 – Resultados Obtidos para o IGIRS por Grupo para cada Município

Os resultados do IGRsetorial por grupo (RSU, RSS, RCC) são apresentados nas Figuras 7.17, 7.18 e 7.19.

No que diz respeito às dimensões do IGRSU (Figura 7.17), o município de Santa Rita do Sapucaí apresentou melhor avaliação (0,67) na área social, seguida pela dimensão operacional (0,53) sendo classificadas como gestões de média eficiência, certamente, porque o município possui recursos humanos satisfatório para execução dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; canais de comunicação disponíveis a comunidade para orientação e reclamação dos serviços; 86% da população é atendida por estes serviços; existe um trabalho para incluir os catadores por meio de associações ou cooperativas na implantação do programa de coleta seletiva; os RSU coletados são encaminhados para aterro sanitário, havendo registro dos quantitativos e da caracterização destes resíduos. Além disso, mesmo não estando implantado o município possui o PMGIRS. Já na área ambiental (0,51), educacional (0,31) e político-econômico (0,45) as gestões foram consideradas de média e baixa eficiência.

Já em Pouso Alegre as dimensões melhores avaliadas foram a social (0,79) e a político-econômico (0,79), classificadas como gestões de alta eficiência, pois o município

possui recursos humanos e equipamentos suficientes para execução dos serviços de limpeza urbana e manejo de recursos humanos, atendendo 91% da população, disponibiliza, também a população canais de comunicação para orientações e reclamações dos serviços prestados, bem como um sistema para verificação da satisfação dos usuários e atendimento das denúncias, além disso, existe na cidade um programa de coleta seletiva com a inclusão dos catadores de materiais recicláveis por meio da associação ACAMPA. O município também conta com algumas leis municipais sobre RSU e o com PMGIRS, elaborado em 2013, e que já está em processo de atualização. Em relação a dimensão operacional (0,69) e ambiental (0,68) a gestão foi considerada de média eficiência, pois os RSU são coletados e encaminhados para o aterro sanitário licenciado, havendo registro dos quantitativos e a caracterização destes resíduos. Já na parte educacional (0,00) o município não possui nenhum programa de educação ambiental para os funcionários e população, possui uma baixa eficiência na gestão nesta dimensão.

No município de Machado as dimensões melhores classificadas foram a educacional (0,74), a ambiental (0,70), social (0,69) e operacional (0,60), sendo consideradas gestões de alta e média eficiência. A gestão dos RSU neste município na área educacional possui programas de educação ambiental nas escolas e de maneira informal em datas comemorativas e por meio de panfletos, porém a participação da população é baixa. Na parte ambiental o município apresenta medidas de controle sobre as condições sanitárias das unidades de gestão de resíduos e medidas de fiscalização e recuperação de áreas degradadas pela disposição inadequada dos resíduos. Já na área social e operacional possui canais de comunicação para orientar a população, inclusão dos catadores por meio da associação AMARI, encaminha os resíduos coletados para um aterro sanitário licenciado e atende 83% da população com serviços de limpeza urbana e resíduos sólidos, havendo o registro dos quantitativos e a caracterização destes resíduos.

E por fim, em Três Corações a gestão foi classificado como de alta eficiência nas áreas educacional (1,00), ambiental (0,85) e político-econômico (0,73), certamente porque o município possui programas de capacitação dos funcionários e educação ambiental para a população específicos sobre RSU; licenciamento ambiental e controle das condições sanitárias das áreas utilizadas para a gestão de RSU; recuperação das áreas degradadas; medidas de redução da geração de RSU previstas no PMGIRS; a existência de algumas leis municipais e do PMGIRS; orçamento destinado para a gestão dos RSU e cobrança de taxa específica para o serviço; equipe específica responsável pela GRSU; atendimento a denúncias e ações fiscalização das etapas da gestão. E nas áreas social (0,70) e operacional (0,66) como

média eficiência, os RSU são coletados e encaminhados para um aterro sanitário gerenciado pela própria prefeitura, atendendo 87% da população com serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, havendo o registro dos quantitativos gerados e da caracterização destes resíduos, além disso o município também possui o programa de coleta seletiva com a inclusão dos catadores por meio da associação ACAMTC.

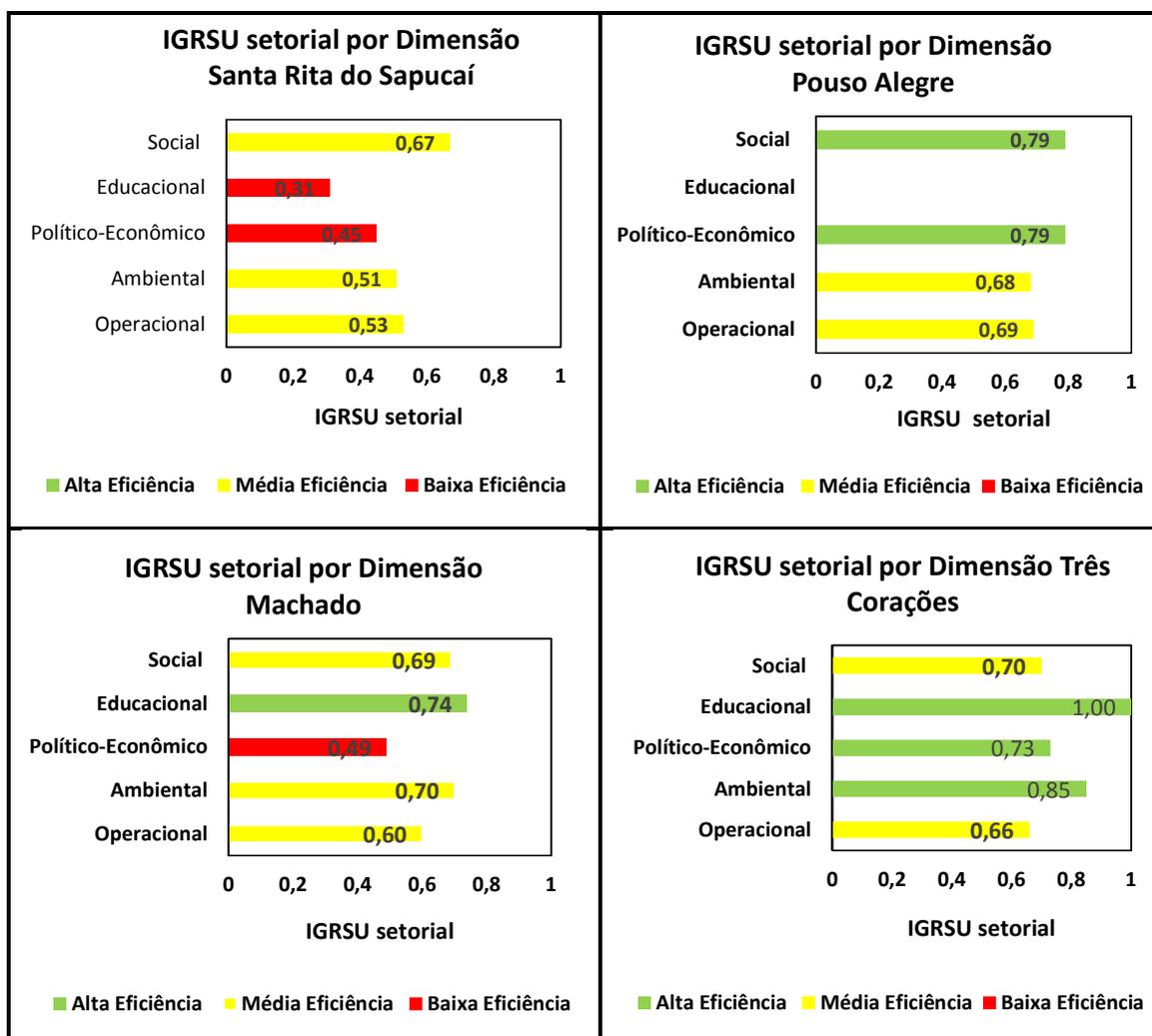


Figura 7.17 – Resultados IGRSU Setorial por Dimensão

No grupo dos RSS, o IGRSS setorial no município de Santa Rita do Sapucaí apresentou resultados melhores nas dimensões educacional (0,76), social (0,61) e operacional (0,58), classificando a gestão nestas dimensões como alta eficiência e média eficiência, como pode ser observado na Figura 7.18. As dimensões que obtiveram uma avaliação menor foram a ambiental (0,52) seguida da político-econômico (0,41), sendo as gestões consideradas como de média e baixa eficiência. O município terceiriza o serviço de coleta, transporte, tratamento

e disposição final dos RSS, sendo os mesmos coletados com veículos específicos por pessoas treinadas e encaminhadas para tratamento e as cinzas para o aterro de classe I (resíduos perigosos). A gestão dos RSS conta com a participação do setor público e privado e todos os funcionários envolvidos recebem capacitação e tem conhecimento das legislações vigentes, havendo também programa de educação ambiental voltada para população.

Em Pouso Alegre, os melhores resultados do IGRSS setorial foram obtidos nas dimensões operacional (0,76), político-econômico (0,73) e social (0,70), classificando as gestões como de alta eficiência. E nas dimensões ambiental (0,57) e educacional (0,51) as gestões foram classificadas como de média eficiência. Neste município, a coleta, transporte, tratamento e disposição final dos RSS é terceirizado. Os resíduos coletados são encaminhados para incineração e autolavagem, sendo as cinzas depositadas no aterro de classe I (resíduos perigosos). Com relação as empresas privadas, somente é coletado das que estão cadastradas na Vigilância Sanitária, sendo cobrado uma taxa específica por kg de resíduos coletado. Todos os funcionários que trabalham com os RSS recebem capacitação específica.

No município de Machado, os resultados melhores foram obtidos nas dimensões ambiental (1,00), social (0,79) e operacional (0,73), classificando as gestões como de alta eficiência. Na dimensão político-econômico (0,59) a gestão foi considerada de média eficiência e na educacional (0,18) como de baixa eficiência. O serviço de coleta, tratamento e disposição final neste município também é terceirizado, sendo os RSS coletados em veículo exclusivo, somente nas unidades públicas e encaminhados para tratamento em Lavras/MG. Há na cidade alguns programas educativos ambientais em datas comemorativas e nas escolas, porém com pouco envolvimento da população.

Já em Três Corações, as dimensões melhores classificadas foram político-econômico (0,99), operacional (0,89), ambiental (0,86) e educacional (0,76), sendo consideradas gestões de alta eficiência. E a social (0,70) como de média eficiência. Os serviços de RSS são terceirizados, sendo a coleta realizada em todas as unidades públicas e algumas privadas. Os RSS são destinados para autoclavagem ou incineração, e as cinzas geradas são transportados para aterros sanitários licenciados. O município possui capacitação para todos os funcionários do setor de RSS, além de programas educativos ambientais continuados com alto envolvimento da população. Os recursos orçados para o setor são suficientes para cobrir os custos com a gestão destes recursos. Além disso, o Três Corações também possui o PGRSS para unidades públicas e apresenta diretrizes para elaboração destes planos para as unidades privadas conforme legislação vigente.

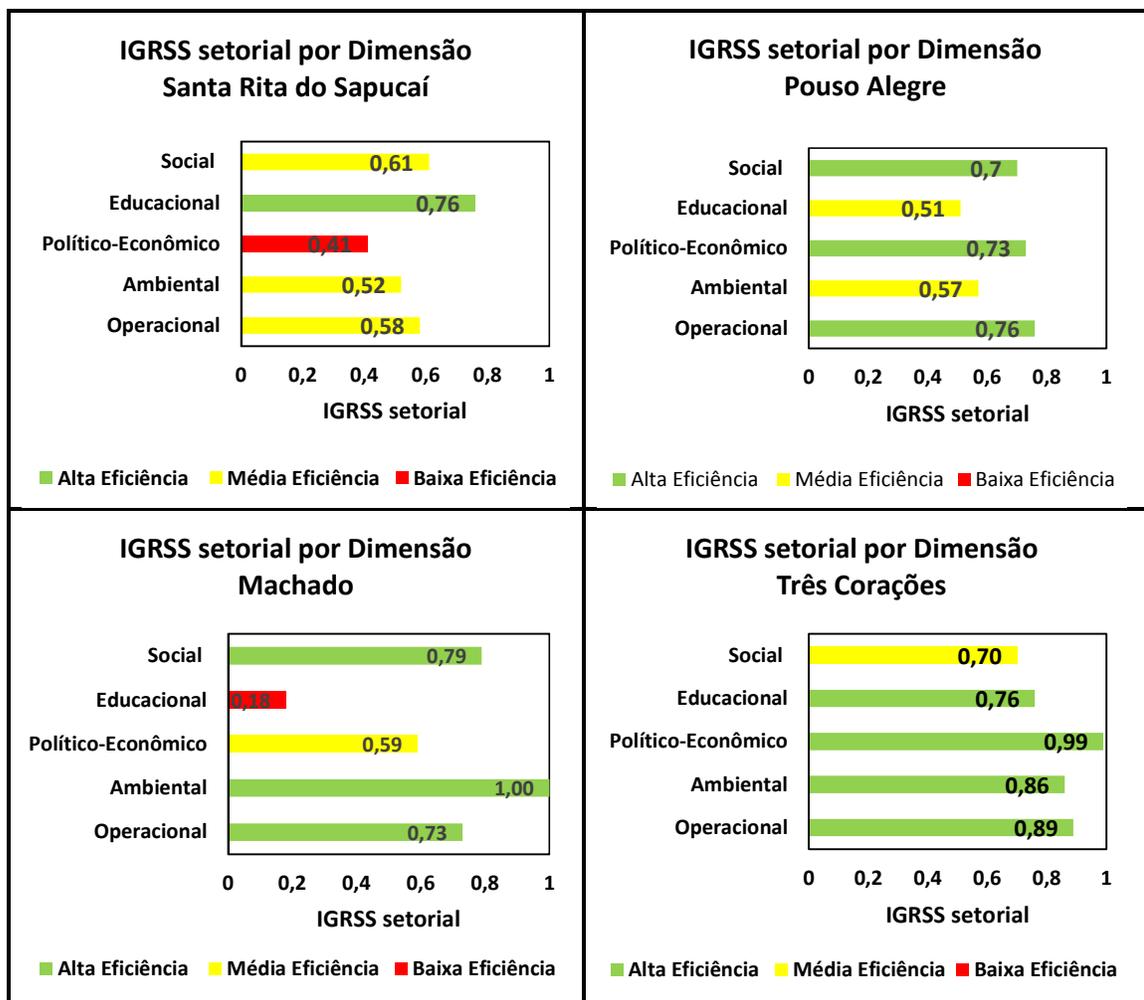


Figura 7.18 - Resultados IGRSS Setorial por Dimensão

E, por fim, no grupo dos RCC (Figura 7.19) no município de Santa Rita do Sapucaí os resultados melhores do IGRCC setorial por dimensão foram na área social (0,71) e na área educacional (0,54), sendo avaliadas como gestão de alta e média eficiência, respectivamente. Este desempenho se deve, principalmente, a campanhas relacionadas à educação ambiental e ações para sensibilização da população sobre a GRS. Além da participação dos setores públicos, privados e da população no processo de gestão. Já nas áreas ambiental (0,46), operacional (0,31) e político-econômico (0,2) as gestões foram classificadas como de baixa eficiência.

Em Pouso Alegre, a dimensão social deve o melhor desempenho (0,78), classificando-a como uma gestão de alta eficiência, devido a participação dos setores públicos, privados e da população no processo de gestão. Nas demais áreas político-econômico (0,42), ambiental (0,39), operacional (0,30) e educacional (0,27), a gestão no município foi considerada de baixa eficiência. Este desempenho baixo nestas dimensões se deve principalmente pelo fato

dos RCC serem dispostos de forma irregular em locais não licenciados e irregulares; de não possuir a quantificação, identificação e classificação dos RCC gerados; não possuir práticas sustentáveis; ausência de programas de educação ambiental específicos sobre RCC; não cumprimento das leis municipais referentes à GRCC; e não possui PGRCC municipal, bem como orientações para as empresas privadas quanto a elaboração dos seus planos.

No município de Machado, a dimensão social (0,86) apresentou uma alta eficiência, devido a também a participação dos setores públicos, privados e da população no processo de gestão. Nas dimensões ambiental (0,44), educacional (0,39), político-econômico (0,36) e operacional (0,23) foram consideradas gestões de baixa eficiência devido à ausência de práticas sustentáveis; utilização de áreas não licenciadas e irregulares para disposição dos RCC; ausência e não cumprimento das leis municipais, do PMGIRS e do PGRCC; e ausência de programas de educação ambiental sobre GRS e GRCC.

Já em Três Corações a dimensão melhor classificada foi a social (0,71), classificando-a como de alta eficiência. Este fato se deve também pela participação dos setores públicos, privados e da população no processo de gestão, porém, é importante ressaltar que isto não significa que eles estão exercendo suas responsabilidades de maneira eficaz nos municípios estudados. E nas dimensões ambiental (0,44), político-econômico (0,35), educacional (0,27) e operacional (0,22) foram consideradas gestões de baixa eficiência devido ao fato também de não apresentarem práticas sustentáveis na GRCC, como por exemplo medidas de redução de geração de RCC; disposição irregular de RCC; não cumprimento das legislações municipais vigentes relacionadas a GRCC; ausência de PGRCC tanto para o município quanto para os grandes geradores (empresas privadas); e ausência de programas de educação ambiental sobre GRS e GRCC.

Os resultados da classificação da eficiência da gestão dos RSU, RSS e do RCC setoriais por dimensões, foram possíveis a partir dos dados coletados nos municípios para o cálculo do Índice. E com base nestas informações foi possível a identificação dos aspectos fracos e fortes do atual sistema de GIRS existente em cada município estudado. Nos Quadros 7.4, 7.5 e 7.6 são listados estes pontos por tipo de resíduo (RSU, RSS e RCC) que compõe o IGIRS.

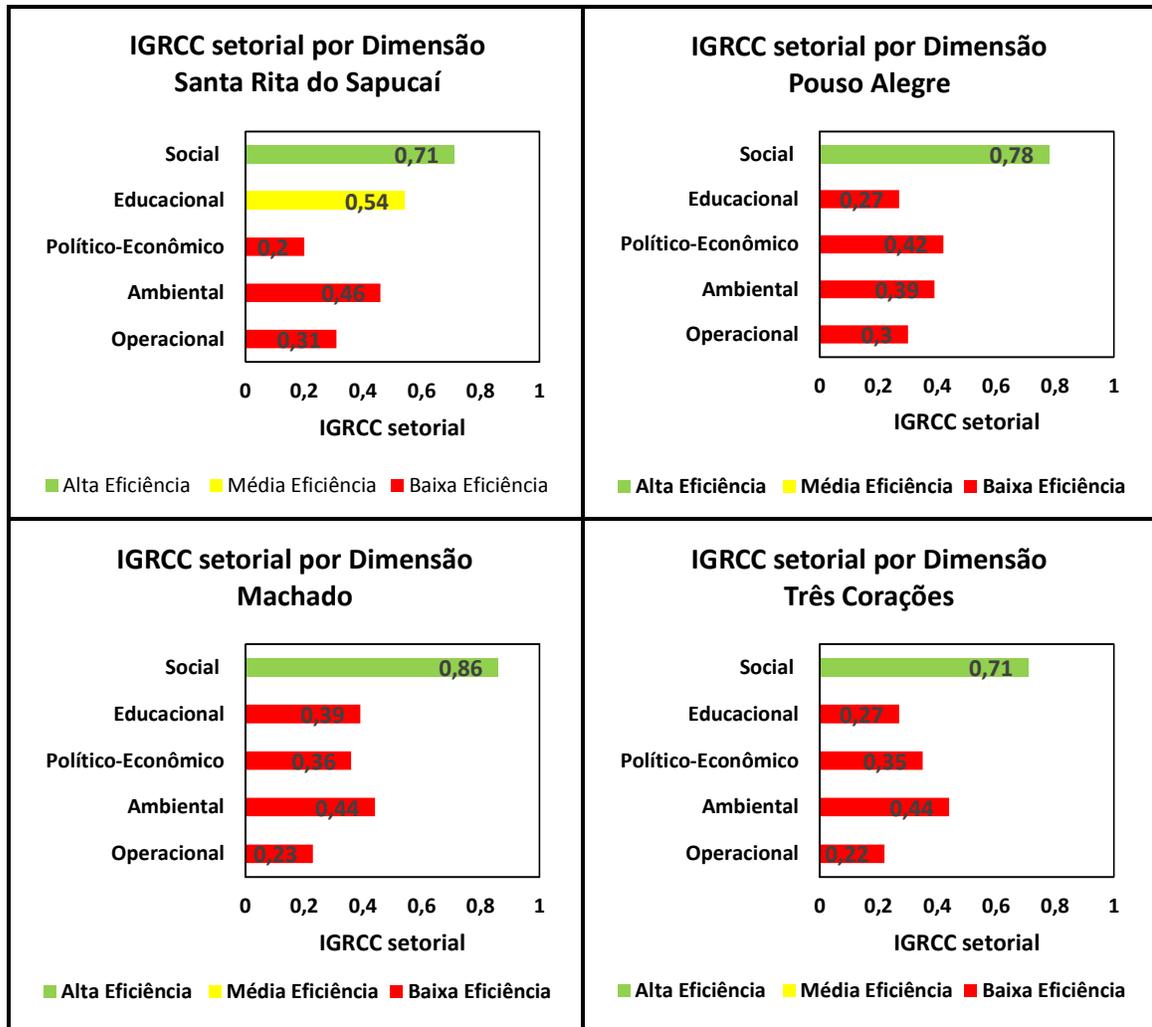


Figura 7.19 - Resultados IGRCC Setorial por Dimensão

Quadro 7.4 – Aspectos Fracos e Fortes Identificados na Gestão dos RSU

Dimensão	Aspectos Fracos	Aspectos Fortes
	Operacional	<p><b>SANTA RITA DO SAPUCAÍ</b> - A coleta dos RSU atende somente a área urbana. Os RSU são acondicionados e coletados de maneira misturada. Os recipientes de acondicionamento, alocados nos locais públicos, não possuem volume suficientes para o total de resíduos gerados. O município não possui programa de coleta seletiva e compostagem formal implantado, há projetos para o cadastramento e inclusão dos catadores para a criação destes programas.</p> <p><b>POUSO ALEGRE</b> - A coleta dos RSU não atende todos os bairros da zona rural. Nos dias de coleta os volumes dos recipientes instalados na zona rural não são suficientes para o armazenamento dos resíduos. O programa de coleta seletiva não atende todo o município. Não há programas de reutilização e compostagem dos resíduos.</p> <p><b>MACHADO</b> – Existe recipientes para coleta de RSU somente na área central. Não possui programa de coleta seletiva formal, reutilização e compostagem.</p> <p><b>TRÊS CORAÇÕES</b> – O programa de coleta seletiva não atende toda extensão territorial do município. Não tem programas de reutilização e compostagem.</p>
Ambiental	<p><b>SANTA RITA DO SAPUCAÍ</b> – Não possui controle sobre as condições sanitárias das unidades de gestão de RSU e não tem um trabalho de monitoramento e fiscalização dos recursos naturais, para evitar danos ao meio ambiente e a saúde pública, devido à escassez de recursos humanos. O município também, não apresenta práticas sustentáveis na GRSU, como por exemplo a adoção de licitações sustentáveis com aquisição de materiais recicláveis ou reaproveitáveis e aproveitamento dos RSU para recuperação energética.</p> <p><b>POUSO ALEGRE</b> – Não apresenta medidas de compensação ambiental para os danos causados pela gestão irregular dos RSU. Também, não apresenta práticas sustentáveis na GRSU, como por exemplo a adoção de licitações sustentáveis com aquisição de materiais recicláveis ou reaproveitáveis e aproveitamento dos RSU para recuperação energética.</p> <p><b>MACHADO</b> – Não apresenta práticas sustentáveis de GRSU.</p> <p><b>TRÊS CORAÇÕES</b> – Não apresenta programas para o aproveitamento de materiais recicláveis com recuperação energética. E também, não possui sistema de logística reversa.</p>	<p><b>SANTA RITA DO SAPUCAÍ</b> - O aterro sanitário é licenciado, atendendo todas as condicionantes impostas. Este aterro é gerenciado pelo consórcio CIMASAS, logo Santa Rita está atendendo o disposto na PNRS. Outro aspecto importante na gestão dos RSU no município é a existência de medidas de redução da geração dos resíduos prevista no PMGIRS e o início das negociações com a iniciativa privada para a implantação dos programas de logística reversa.</p> <p><b>POUSO ALEGRE</b> – O aterro sanitário é licenciado, atendendo todas as condicionantes impostas. A Prefeitura possui controle sobre as condições sanitárias dos locais de disposição de RSU e medidas de fiscalização e monitoramento dos recursos naturais. No PMGIRS está previsto medidas de redução da geração de RSU. O município possui também o programa de logística reversa de pneus e eletroeletrônicos.</p> <p><b>MACHADO</b> – O aterro sanitário é licenciado. Tem controle sobre as condições sanitárias das unidades de GRSU e trabalhos de fiscalização e monitoramento dos recursos naturais. E também programas de recuperação de áreas degradadas pela disposição irregular de resíduos.</p> <p><b>TRÊS CORAÇÕES</b> – O aterro sanitário é licenciado. Possui controle sobre as condições sanitárias das unidades de GRSU, ações de fiscalização e monitoramento dos recursos naturais, programas de recuperação de áreas degradadas, medidas de compensação ambiental e medidas de redução de geração dos resíduos prevista no PMGIRS.</p>

Quadro 7.4 – Aspectos Fracos e Fortes Identificados na Gestão dos RSU (Continuação)

Dimensão	Aspectos Fracos	Aspectos Fortes
	<b>Político-Econômico</b>	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - Apresenta uma legislação mínima, não existindo uma legislação adequada para GRSU. Apesar do município possuir PMGIRS desde 2015, o mesmo ainda não está implantado. Todos os serviços de limpeza pública urbana e de manejo de resíduos sólidos executados não são cobrados da população, gerando um desequilíbrio nos recursos financeiros destinados para a gestão destes resíduos, pois o que existe de receita não é suficiente para suprir todas as despesas. Santa Rita não possui um setor específico de gestão de RSU, sendo este serviço de responsabilidade da Secretaria de Obras e Desenvolvimento Urbano, sem envolvimento de outros setores. Não há também, avaliação periódica da GRSU e nem fiscalização dos processos de gestão.</p> <p>POUSO ALEGRE – Apresenta algumas legislações sobre GRSU. Os custos da GRSU não são cobertos pela receita arrecada como a taxa específica cobrada pela prestação dos serviços junto com o IPTU. Não há também, avaliação periódica da GRSU.</p> <p>MACHADO – Não possui PMGIRS. Não possui planejamento sobre os recursos da GRSU, gastando mais do que é orçado. E não possui taxa específica para cobrança dos serviços de GRSU, e também não há avaliação periódica da GRSU.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – Não há um planejamento dos recursos destinados a GRSU, o município gasta mais do que é orçado. Não há também, avaliação periódica da GRSU e nem fiscalização dos processos de gestão.</p>
<b>Educacional</b>	<p>Não há programas de capacitação e educação ambiental para a população, funcionários e catadores de materiais recicláveis atuantes na GRSU</p> <p>POUSO ALEGRE – Não há programa de educação ambiental para a população e nem capacitação para os funcionários e catadores de materiais recicláveis.</p> <p>MACHADO – Não há capacitação para os funcionários e catadores.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – Nesta dimensão não foi verificado no município aspectos fracos.</p>	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - Apesar da existência de uma equipe mínima administrativa responsável por gerenciar, planejar e executar as ações da GRSU, os mesmos têm conhecimento das regulamentações existentes na área de RSU. É importante frisar, que estes funcionários não recebem capacitação específica sobre os RSU e também executam outras atribuições.</p> <p>POUSO ALEGRE - Existe um projeto para realizar a educação ambiental nas escolas junto com a ACAMPA.</p> <p>MACHADO – Existe programa de educação ambiental com a parcerias de algumas instituições.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – Todos os funcionários e catadores são capacitados. Há programas de educação ambiental com alto envolvimento da população. O município também com a parceria nos programas de educação ambiental de algumas instituições, como a companhia de abastecimento de água e a universidade local.</p>
<b>Social</b>	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - Na gestão dos RSU do município de Santa Rita do Sapucaí não há envolvimento da população e do setor privado. Não há presença de associações ou cooperativas de catadores.</p> <p>POUSO ALEGRE – Não há a participação do setor privado e da população na GRSU.</p> <p>MACHADO – Não há a participação do setor privado e da população na GRSU.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – Não há a participação do setor privado e da população na GRSU</p>	<p>A prefeitura disponibiliza uma equipe específica execução da coleta convencional e serviços de varrição, capina e poda. Há canais de comunicação disponibilizados para orientar e atender a população sobre a gestão dos RSU (telefone, e-mails e rádios). A criação de uma associação ou cooperativas de materiais recicláveis, para inclusão dos catadores autônomos, já está em negociação. O município atende 86% da população total com os serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de RSU.</p> <p>POUSO ALEGRE – O município terceiriza os serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos RSU, contando com equipes específicas para execução destes serviços. Possui canais de comunicação para atender à população. Há na cidade a ACAMPA, que realiza em parceria com a Prefeitura a coleta seletiva, com a inclusão social de catadores. O município atende 91% da população total com os serviços de GRSU.</p> <p>MACHADO – O município também terceiriza os serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos RSU, contando com equipes específicas para execução destes serviços. Possui canais de comunicação para atender à população. Possui a AMARE, porém, a coleta seletiva não conta ainda com o apoio da Prefeitura, sendo realizada de maneira autônoma pela associação. Atende 83% da população total com os serviços de GRSU.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES - Possui canais de comunicação para atender à população. Possui a ACAMTC, que realiza a coleta seletiva com apoio da Prefeitura. Atende 87% da população total com os serviços de GRSU.</p>

Quadro 7.5 - Aspectos Fracos e Fortes Identificados na Gestão dos RSS

Dimensão	Aspectos Fracos	Aspectos Fortes
Operacional	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - Na parte operacional da gestão dos RSS, o município não possui a classificação e a quantificação dos RSS gerados nas unidades conforme as legislações vigentes. Além disso, os recipientes e sua localização também estão em desacordo com as normas. A legislação permite, desde que haja a separação e o acondicionamento adequados dos RSS, que certos grupos de resíduos sejam reutilizados ou reciclados, no entanto, estas práticas não são aplicadas. Os gestores públicos responsáveis pela GRSS não têm conhecimento de áreas irregulares de disposição ilegal de RSS.</p> <p>POUSO ALEGRE – Não possui a classificação dos RSS. Não programas de reutilização e reciclagem. Os gestores públicos responsáveis pela GRSS não têm conhecimento de áreas irregulares de disposição ilegal de RSS.</p> <p>MACHADO – Não possui a classificação dos RSS, e os mesmos são acondicionados de forma inadequada em desacordo com a legislação.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – A legislação permite, desde que haja a separação e o acondicionamento adequados dos RSS, que certos grupos de resíduos sejam reutilizados ou reciclados, no entanto, estas práticas não são aplicadas. Os gestores públicos responsáveis pela GRSS não têm conhecimento de áreas irregulares de disposição ilegal de RSS.</p>	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - O município possui o quantitativo global dos RSS gerados nas unidades públicas de saúde. Apesar de não haver a classificação e o quanto é gerado de cada grupo, as unidades separam os RSS em grupo A, D e E. Os mesmos são coletados e transportados por uma empresa terceirizada especializada que encaminha os mesmos para tratamento específico e as cinzas para o aterro de classe I (resíduos perigosos).</p> <p>POUSO ALEGRE – Os RSS são coletados em veículo exclusivo por um empresa terceirizada, sendo encaminhados para incineração e autoclavagem, sendo as cinzas depositadas no aterro de classe I.</p> <p>MACHADO – Os RSS são coletados por uma empresa terceirizada, em veículo exclusivo e encaminhados para tratamento (incineração) e as cinzas depositadas no aterro classe I.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – Possui o quantitativo global de geração dos RSS. Existe a classificação e segregação dos RSS por grupos nas unidades públicas de saúde. Os mesmos são coletados e transportados por uma empresa terceirizada que os encaminha para autoclavagem ou incineração, e as cinzas para o aterro de classe I (resíduos perigosos).</p>
Ambiental	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - No GRSS no município não há fiscalização e monitoramento dos recursos naturais Ausência de medidas de compensação ambiental para os danos causados da disposição inadequado dos RSS. Também não há na GRSS do município práticas sustentáveis, como medidas de redução de RSS e Logística Reversa.</p> <p>POUSO ALEGRE – Não possui programas de recuperação de áreas degradadas pela disposição irregular de RSS, medidas de compensação ambiental por estes danos causados ao meio ambiente e nenhuma prática sustentável na GRSS.</p> <p>MACHADO – Não possui programas de recuperação de áreas degradadas pela disposição irregular de RSS, medidas de compensação ambiental por estes danos causados ao meio ambiente e medidas de redução da geração destes resíduos nas unidades públicas de saúde.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES - Ausência de medidas de compensação ambiental e programas de recuperação de áreas degradadas para os danos causados da disposição inadequado dos RSS.</p>	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - O município tem controle ambiental das condições sanitárias das unidades de gestão de RSS. E segundo o responsável da área da saúde está implantando políticas, que visem a reutilização dos materiais de "uso único" (Ex: instrumentos laparoscópicos, transdutores, cateteres de eletrofisiologia etc.) nos estabelecimentos geradores de RSS do município.</p> <p>POUSO ALEGRE – Há controle ambiental das condições sanitárias das unidades de gestão de RSS e ações de fiscalização e monitoramentos dos recursos naturais</p> <p>MACHADO – Possui controle ambiental das condições sanitárias das unidades de gestão de RSS e ações de fiscalização e monitoramentos dos recursos naturais. Também possui ações para reutilizar artigos e materiais ditos de uso único.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – Possui controle ambiental das condições sanitárias das unidades de gestão de RSS e ações de fiscalização e monitoramentos dos recursos naturais. Também há no município orientações nas unidades públicas de saúde para adotarem medidas de redução da geração de RSS e implantação de programas de logística reversa.</p>
Político-Econômico	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - O município não possui o PGRSS nas unidades públicas e inexistem orientações municipais para elaboração deste plano nas unidades privadas, não havendo fiscalização e controle sobre isto. Os recursos financeiros destinados a GRSS não são bem planejados, porque as despesas são maiores que a receita. Além disso, não há uma estrutura administrativa específica para a gestão de RSS. A Prefeitura não fiscaliza o processo de gestão, não atende as denúncias relacionadas ao RSS e não realizada avaliação periódica do desempenho da GRSS.</p> <p>POUSO ALEGRE - Não possui PGRSS nas unidades públicas e nem orientações para elaboração deste plano nas unidades privadas. Não realiza avaliação periódica do desempenho da GRSS.</p> <p>MACHADO – Não possui PGRSS nas unidades públicas e nem orientações para elaboração deste plano nas unidades privadas. Não existe equipe específica para a GRSS.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES - Não há avaliação periódica do desempenho das ações de GRSS.</p>	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - O município possui legislação específica sobre RSS, há orçamento municipal destinado para a GRSS e o cadastramento dos estabelecimentos geradores de RSS.</p> <p>POUSO ALEGRE – Possui algumas leis de RSS, orçamento municipal destinado para a GRSS, setor específico com funcionários treinados para lidar com a GRSS, cadastramento dos geradores de RSS, atendimento as denúncias e fiscalização e monitoramento do processo de gestão.</p> <p>MACHADO – Há algumas leis de RSS, orçamento municipal destinado para a GRSS, cadastramento dos estabelecimentos geradores de RSS, ações de avaliação periódica do desempenho da gestão de RSS, ações de fiscalização e monitoramento do processo de gestão. Além de atender todas as denúncias da população relacionadas a GRSS.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – Possui o PGRSS nas unidades públicas e orientações para elaboração deste plano nas unidades privadas. Há também algumas legislações específicas de RSS, orçamento municipal destinado para GRSS, cadastramento dos estabelecimentos geradores de RSS, equipe específica para GRSS e ações de fiscalização e monitoramento do processo de gestão.</p>

Quadro 7.5 - Aspectos Fracos e Fortes Identificados na Gestão dos RSS (Continuação)

Dimensão	Aspectos Fracos	Aspectos Fortes
	Educacional	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - Não há programas de sensibilização específicos sobre a gestão de RSS.</p> <p>POUSO ALEGRE – Não possui programas de educação ambiental e sensibilização específicos sobre gestão de RSS.</p> <p>MACHADO – Não há capacitação dos funcionários e programas de sensibilização específicos sobre a gestão de RSS</p> <p>TRÊS CORAÇÕES - Não há programas de sensibilização específicos sobre a gestão de RSS.</p>
Social	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - Sem envolvimento da população na gestão dos RSS e sistema para avaliar a satisfação dos usuários.</p> <p>POUSO ALEGRE – Não há participação da população na GRSS.</p> <p>MACHADO – Não há participação da população na GRSS.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – Não há participação da população na GRSS.</p>	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - Há participação do setor público e privado na GRSS.</p> <p>POUSO ALEGRE – Participação do setor público e privado na GRSS. Possui canais de comunicação para a população e sistema para avaliar a satisfação dos usuários quanto aos serviços prestados.</p> <p>MACHADO – Participação do setor público e privado na GRSS. Há canais de comunicação para a população e sistema para avaliar a satisfação dos usuários quanto aos serviços prestados.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – Participação do setor público e privado na GRSS. Além de possuir canais de comunicação para a população e sistema para avaliar a satisfação dos usuários quanto aos serviços prestados.</p>

Quadro 7.6 - Aspectos Fracos e Fortes Identificados na Gestão dos RCC

Dimensão	Aspectos Fracos	Aspectos Fortes
	Operacional	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ, POUSO ALEGRE, MACHADO E TRÊS CORAÇÕES - Ausência de práticas como quantificação e identificação dos RCC conforme previsto nas legislações federais. O município não tem controle das áreas de disposição inadequada de RCC, sendo identificados diversas áreas utilizadas como “bota fora” de maneira irregular.</p>
Ambiental	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ, MACHADO e TRÊS CORAÇÕES - Ausência de práticas sustentáveis como medidas de redução de RCC em obras, utilização de áreas não licenciadas e irregulares (principalmente para a disposição final de RCC). Além disso, o município também não produz e utiliza agregados recicláveis.</p> <p>POUSO ALEGRE – Não possui controle sobre as condições sanitárias das unidades de gestão de RCC, medidas de compensação pela disposição irregular dos RCC, medidas de redução de RCC nas obras públicas e privadas.</p>	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - Algumas áreas para a Gestão de RCC estão em processo de licenciamento. O município possui fiscalização e monitoramento dos recursos ambientais. Já houve a recuperação de algumas áreas degradadas pela disposição irregular de RCC, além disso, o município possui medidas de compensação ambiental destes danos, como por exemplo o plantio de árvores e recuperação de nascentes.</p> <p>POUSO ALEGRE – Parte das áreas de disposição de RCC são licenciadas. Possui ações de fiscalização e monitoramentos dos recursos ambientais, programas de recuperação de áreas degradadas e utilização de agregado reciclado.</p> <p>MACHADO – Machado apresenta medidas de recuperação e compensação ambiental na área na qual era instalado o antigo lixão e que também recebia resíduos provenientes da construção civil.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – Possui medidas de recuperação e compensação ambiental.</p>
Político-Econômico	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ, POUSO ALEGRE, MACHADO E TRÊS CORAÇÕES - Ausência e não cumprimento das leis municipais referentes à GRCC, dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e PGRCC no setor privado. O município, não possui planejamento financeiro específico da gestão de RCC, sendo as despesas incluídas junto com os serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, dificultando o acompanhamento dos recursos econômicos destinados a GRCC.</p>	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - O município possui o PMGIRS, realiza o atendimento as denúncias da população em relação ao RCC e possui ações de fiscalização do processo de GRCC.</p> <p>POUSO ALEGRE – Possui o PMGIRS, leis que dão diretrizes e regulamentam o GRCC, realiza o atendimento as denúncias da população e ações de fiscalização do processo de GRCC. Além disso, Pouso Alegre encontra-se em fase de elaboração do seu PMGRCC e apresenta orientações para a elaboração do PGRCC para os grandes geradores, porém não há fiscalização/controle.</p> <p>MACHADO – Possui leis que dão diretrizes e regulamentam o GRCC, realiza o atendimento as denúncias da população, possui equipe responsável pela GRCC e ações de fiscalização do processo de GRCC.</p> <p>TRÊS CORAÇÕES – Possui o PMGIRS, leis que dão diretrizes e regulamentam o GRCC, possui equipe responsável pela GRCC e ações de fiscalização do processo de GRCC.</p>

Quadro 7.6 - Aspectos Fracos e Fortes Identificados na Gestão dos RCC (Continuação)

Dimensão	Aspectos Fracos	Aspectos Fortes
	Educacional	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ - O município não possui capacitação de mão-de-obra e campanhas específicas sobre RCC.</p> <p>POUSO ALEGRE, MACHADO E TRÊS CORAÇÕES – Não possuem medidas suficientes de educação ambiental e conscientização sobre a GRS e RCC.</p>
Social	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ e TRÊS CORAÇÕES - Não há inclusão do setor informal na GRCC.</p> <p>POUSO ALEGRE e MACHADO - Existem medidas de inclusão do setor informal, porém este não é fiscalizado nem organizado.</p>	<p>SANTA RITA DO SAPUCAÍ, POUSO ALEGRE, MACHADO E TRÊS CORAÇÕES - No município há participação do setor público, privado e da população no processo de gestão, isto não significa que eles estão exercendo suas responsabilidades de maneira eficaz. Há canais de comunicação disponibilizados para orientar e atender a população sobre a gestão dos RCC (telefone, e-mails e rádios). Parte ou toda a população de baixa renda é atendida com serviços de coleta, transporte, educação relacionado a gestão de RCC.</p>

## 7.7. Proposta de Ações de Melhorias

As práticas globais em GIRS variam de região para região, de país para país, de uma municipalidade para outra, de acordo com condições específicas, tais como naturais, sociais, econômicas, entre outras (KOLLIKATHARA, FENG e STERN, 2009). No entanto, pode-se adotar práticas bem-sucedidas em outras regiões, desde que sejam adaptadas à realidade local.

A partir dos resultados apresentados no item anterior, observa-se que os municípios apresentam uma baixa e média eficiência da GIRS, com o intuito de melhorar o desempenho dos municípios em alguns subcritérios analisados, e conseqüentemente melhorar a eficiência de sua gestão, são propostas a seguir algumas ações gerais de melhorias, que servem tanto para área de RSU, RSS e RCC. Estas ações são baseadas nos conceitos instituídos pela PNRS sobre GIRS, referenciando-se em práticas existentes em municípios modelos, em estudos realizados por outros autores sobre gestão de resíduos sólidos e também na observação das principais falhas na GIRS dos municípios estudados, destacando a importância da implantação de cada uma delas para que os mesmos consigam uma gestão mais eficiente.

- Regulamentação da gestão de resíduos sólidos com a criação de leis, normas e políticas públicas, que segundo Massod, Barlow e Wilson (2014) e Chen, Geng e Fujita (2010) são ferramentas importantes para aumentar a eficiência da GIRS;
- Realizar a quantificação e caracterização dos resíduos gerados, pois de acordo com os trabalhos de Abduli, Tavakolli e Azari (2013), Abdoli (2008) e Zanta e Ferreira (2003) o planejamento e o dimensionamento de todas as etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos dependem do conhecimento destas variáveis;
- Melhorar a segregação dos resíduos na fonte com envolvimento da população, de acordo com os estudos realizados por Zhang, Tan e Gersberg (2010) é importante a participação da população na separação dos resíduos gerados, sendo esta ação fundamental para minimizar a disposição inadequada dos resíduos sólidos e conseqüentemente aumentar a eficiência da gestão nos municípios;
- Aumentar a frequência e a abrangência do serviço de coleta, transporte, tratamento e destinação e disposição final, de maneira a atender toda população da área urbana e rural, promovendo a universalidade dos serviços, conforme disposto nas legislações federais (BRASIL 2010a e 2007), evitando que os resíduos sejam dispostos em locais irregulares, como terrenos e rios;

- Implantar programa de coleta seletiva com inclusão social do setor informal (catadores autônomos), através de associações ou cooperativas, que segundo Seng et al. (2010) melhora o desenvolvimento da reciclagem. Hui et al. (2006), destaca, ainda que a existência do setor informal de coleta e de reciclagem faz com que se torne difícil regular e implementar uma GRS mais eficiente e padronizada, por isso a importância de integra-los a gestão;
- Implementar o PMGIRS, e elaborar os Planos Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde e de Construção Civil, contendo orientações aos geradores privados, para que os mesmos elaborem os seus planos específicos de gerenciamento, conforme preconiza a legislação federal. Estes planos, de acordo com Olley et al. (2014) são essenciais para o desenvolvimento e melhoria dos serviços;
- Aumentar a disponibilidade de recursos humanos e financeiros para gestão de resíduos sólidos. Os estudos de Valencia-Vázquez et al. (2014) Bhuiyan (2010), Wismer, Lopez e Gomez (2010), e Hui et. al. (2006) destacam que a falta de recursos materiais, humanos e financeiros, levam a uma grande dificuldade na realização dos serviços.
- Adotar taxas de cobrança pelos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos prestados à população, pois desta forma seria possível recuperar os custos com o GRS e aumentar o suporte financeiro para setor. Segundo os estudos realizados por Massod, Barlow e Wilson (2014), Olley et al. (2014), Zhang et al. (2010) e Hui et al. (2006) as taxas devem ser cobradas de maneira a cobrir as despesas da gestão dos resíduos, no entanto, os valores arrecadados devem ser destinados exclusivamente para estes serviços, de maneira a prestar um serviço público de qualidade à população, evitando danos ao meio ambiente e a saúde pública;
- Melhorar a coordenação entre os departamentos responsáveis pela GRS e entre o governo federal e o governo local. De acordo com Bhuiyan (2010), quando existe a falta de coordenação entre os departamentos responsáveis pela GRS e entre o governo federal e o governo local, a implementação de políticas se torna difícil, o que leva a um atraso no fechamento de projetos e um aumento nos custos e na insatisfação da população em relação aos serviços prestados;
- Implantar e manter programas de educação ambiental nas escolas, nas comunidades e para os funcionários que atuam na área de resíduos sólidos, de forma a sensibilizá-los frente aos problemas relacionados a GRS visando reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos gerados. Segundo Santiago (2011), a educação ambiental é fundamental para

efetivação de todas as ações que envolvem a gestão dos resíduos sólidos, pois através dela são busca-se adotar padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços e incorporar ao setor público, privado e a sociedade a responsabilidade compartilhada sob os resíduos gerados.

- Implantar programas de logística reversa (pneus, pilhas/baterias, eletroeletrônicos, lâmpadas fluorescentes, agrotóxicos, embalagens plásticas, medicamentos, resíduos da construção civil) por meio de parcerias público-privada e com o envolvimento da população. Os autores Fagundes (2017), Agrawal, Singh e Murtaza (2015), Demirel, Demirel e Gökçen (2014) e Das e Dutta (2013), destacam em seus trabalhos a importância da LR como uma ferramenta fundamental para viabilizar a GIRS, pois com os programas de LR busca-se a valorização econômico do resíduo, bem como a destinação e disposição adequada dos mesmos.
- Melhorar a estabilidade política. Quando programas e políticas sobre GIRS dependem principalmente do governo tem-se um problema de continuidade desses programas e políticas devido às mudanças de estratégias de gestão, isto é, devido à mudança de partidos políticos que estão no poder. Como é destacado nos estudos de Bhuiyan (2010) e de Wismer, Lopez e Gomez (2010).

É importante ressaltar, segundo Gonçalves et al. (2018) que antes de implementar qualquer ação de melhoria para a gestão integrada dos resíduos sólidos, o município deve passar por diversos testes quanto às tecnologias, métodos e formas a serem utilizadas, visando atender melhor a realidade local, com regulamentações apropriadas, contribuindo para melhorar a eficiência da GIRS e buscando trabalhar de forma conjunta população, setor privado e setor público.

## **7.8. Simulação de Cenários com a Implantação das Ações de Melhorias**

De acordo com Ramos (2000), a quantidade de opções, possíveis na simulação de cenários é teoricamente infinita, considerando diferentes combinações nos diferentes níveis de critérios. Nesta pesquisa, com intuito de testar o modelo proposto como uma ferramenta de apoio a decisão, auxiliando os municípios na avaliação e monitoramento da GIRS, foram simulados seis cenários com significado do ponto vista prático, a partir dos resultados da

aplicação do IGIRS no município de Santa Rita do Sapucaí, onde foram verificados os pontos fracos da GIRS.

A simulação dos cenários será realizada com o objetivo de melhorar o desempenho de cada indicador (critérios e subcritérios) considerado deficiente, a partir da implantação de ações de melhorias no sistema de GIRS, analisando o impacto destas ações sobre o resultado global do IGIRS. A síntese dos cenários propostos é apresentada no Quadro 7.7.

Quadro 7.7 - Síntese dos Cenários Simulados

Cenários Simulados		
Cenários	Pontos Alterados	Descrição
<b>Cenário 1</b>	Melhorias na GRSS	Grupo de resíduos com maior grau de importância pelos especialistas.
<b>Cenário 2</b>	Melhorias na GRSS e na GRSU	Grupos de resíduos com maior grau de importância pelos especialistas.
<b>Cenário 3</b>	Melhorias na GRSS, GRSU e na GRCC	Proposição de ações de melhorias nos três índices que compõem IGIRS.
<b>Cenário 4</b>	Melhorias na dimensão ambiental nos três índices	Proposição de ações de melhorias nos subcritérios da dimensão ambiental com desempenho inferior ou igual 0,5 para os três índices que compõem o IGIRS.
<b>Cenário 5</b>	Melhorias na dimensão operacional nos três índices	Proposição de ações de melhorias nos subcritérios da dimensão operacional (considerada a segunda com maior grau de importância nos três grupos de resíduos) com desempenho inferior ou igual 0,5 para os três índices que compõem o IGIRS.
<b>Cenário 6</b>	Melhorias prioritárias nas dimensões de cada grupo de resíduos estudados	Proposição de ações de melhorias prioritárias somente nas dimensões classificadas como de baixa eficiência em cada grupo de resíduos que compõem o IGIRS.

A seguir as ações de melhorias propostas nos cenários simulados apresentados no Quadro 7.7 são detalhados:

**Cenário 1:** Considerando que o IGIRS é composto pelos índices IGRSU, IGRSS e IGRCC, e que o índice que possui a maior relevância, na visão dos especialistas, na avaliação da GIRS à nível municipal é o IGRSS (Grau de Importância = 0,41). Neste cenário foram apontadas algumas ações de melhorias estratégicas na gestão de RSS (Quadro 7.8), de implementação acessível a curto e médio prazo.

Quadro 7.8 - Ações de Melhorias Prioritárias a Serem Implementação na GRSS

Dimensão	Ações de Melhorias	Prazo
Operacional	Classificar os RSS gerados nas unidades públicas de acordo como os Grupos A, B, C, D e E, seguinte as legislações vigentes	Curto Prazo
	Adequar os recipientes interno e externo de coleta aos padrões e capacidade estabelecidos nas legislações vigentes	Curto Prazo
	Adequar a localização dos recipientes externos de acondicionamento aos padrões e capacidade estabelecidos nas legislações vigentes	Médio Prazo
Ambiental	Implementar Medidas de Fiscalização e Monitoramento Ambiental sobre os recursos naturais, com contratação de recursos humanos.	Curto a Médio Prazo
	Implementar Medidas no PGRSS para reduzir a geração de RSS	Curto Prazo
Político-Econômico	Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde para unidades públicas	Curto Prazo
	Elaboração de orientações municipais para elaboração deste plano nas unidades privadas, com ações de fiscalização e controle	Curto Prazo
	Planejamento dos recursos financeiros destinados a GRSS, de maneira a equilibrar as despesas com as receitas	Médio Prazo
	Atendimento das denúncias relacionadas ao RSS	Curto Prazo
	Avaliação periódica do desempenho da GRSS	Curto Prazo
Educacional	Criar programas de sensibilização específicos (educação ambiental) para GRSS	Curto Prazo
Social	Criar um sistema para avaliar a satisfação dos usuários quanto a GRSS	Curto Prazo

**Cenário 2:** Considerando que o índice que possui a segunda maior relevância, na visão dos especialistas, na avaliação da GIRS à nível municipal é o IGRSU (Grau de Importância = 0,39). Neste cenário foram apontadas algumas ações de melhorias estratégicas na gestão de RSU (Quadro 7.9), considerando que as ações propostas no Cenário 1 também serão implantadas.

Quadro 7.9 – Ações de Melhorias Prioritárias a Serem Implementação na GRSU

Dimensão	Ações de Melhorias	Prazo
Operacional	Ampliação do sistema da coleta convencional para área rural	Curto e Médio Prazo
	Adequar o acondicionamento dos resíduos de forma que os mesmos sejam segregados por tipo de resíduo gerado	Curto Prazo
	Adquirir recipientes para o acondicionamento dos resíduos com volume adequado, para serem instalados nas áreas públicas	Curto e Médio Prazo
	Implantação de Programa de Coleta Seletiva com a inclusão dos catadores, conforme determina a PNRS	Médio Prazo

Quadro 7.9 – Ações de Melhorias Prioritárias a Serem Implementação na GRSU

(Continuação)

Dimensão	Ações de Melhorias	Prazo
Ambiental	Implementar Medidas de Controle sobre as condições sanitárias das unidades de gestão de RSU, com contratação de recursos humanos.	Curto a Médio Prazo
	Implementar Medidas de Fiscalização e Monitoramento Ambiental sobre os recursos naturais, com contratação de recursos humanos.	Curto a Médio Prazo
Político-Econômico	Criação de legislação específica para GRSU	Curto Prazo
	Criação de Lei para implementação do PMGIRS	Curto Prazo
	Implementar o PMGIRS	Médio Prazo
	Criação de taxa específica para GRSU	Curto Prazo
	Planejamento dos recursos financeiros destinados a GRSU, de maneira a equilibrar as despesas com as receitas	Médio Prazo
	Implementação de ações de fiscalização dos processos de GRSU, com contratação de recursos humanos.	Curto e Médio Prazo
	Avaliação periódica do desempenho da GRSU	Curto Prazo
Educacional	Programas de capacitação e educação ambiental para a população, funcionários e catadores de materiais recicláveis atuantes na GRSU	Curto Prazo
Social	Envolvimento do setor privado e da população na GRSU	Curto e Médio Prazo

**Cenário 3:** Neste cenário foi considerado que o município irá implantar as ações propostas no Cenário 1 e 2 para melhoria da gestão dos RSS e dos RSU, e também ações para melhorias estratégicas na gestão dos RCC (Quadro 7.10).

Quadro 7.10 – Ações de Melhorias Prioritárias a Serem Implementação na GRCC

Dimensão	Ações de Melhorias	Prazo
Operacional	Quantificação e Identificação dos RCC, conforme previsto nas legislações federais.	Curto Prazo
	Medidas de Controle das áreas de disposição inadequada de RCC.	Curto e Médio Prazo
Ambiental	Medidas de Redução de RCC constantes no PGRCC e nas obras públicas	Curto a Médio Prazo
	Implementar Medidas de Controle sobre as condições sanitárias das unidades de gestão de RSU, com contratação de recursos humanos.	Curto a Médio Prazo
Político-Econômico	Elaboração de Leis específicas para GRCC	Curto e Médio Prazo
	Elaboração do Plano de Gerenciamento de RCC envolvendo as obras públicas, pequenos geradores e orientações para grandes geradores.	Curto Prazo
	Elaboração de orientações municipais para elaboração deste plano nas unidades privadas, com ações de fiscalização e controle	Curto Prazo
	Planejamento dos recursos financeiros destinados a GRCC	Médio Prazo

Quadro 7.10 – Ações de Melhorias Prioritárias a Serem Implementação na GRCC  
(Continuação)

Dimensão	Ações de Melhorias	Prazo
Educacional	Programas de capacitação e educação ambiental para a população, funcionários atuantes na GRCC	Curto Prazo
Social	Inclusão do Setor Informal na GRCC	Curto e Médio Prazo

**Cenário 4** – Neste cenário, serão consideradas melhorias (valor normalizado equivalente a 1), nas dimensões com maior grau de importância, na visão dos especialistas, em dois dos grupos de resíduos (RSU e RSS). As ações de melhorias foram propostas para os subcritérios (indicadores) que obtiveram desempenho inferior ou igual a 0,5 para os três índices que o IGIRS (Quadro 7.11).

Quadro 7.11– Ações de Melhorias nas Dimensões Maior Grau de Importância do IGIRS

IGRSU				
Dimensão	Critério	Subcritérios	Ações	Prazo
Ambiental (0,26)	Controle Ambiental	Licenciamento Ambiental	-	-
		Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RSU	Controle das Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RSU	Curto Prazo
		Fiscalização e Monitoramento Ambiental dos Recursos Naturais	Implantação de Medidas de Fiscalização e Monitoramento Ambiental dos Recursos Naturais	Curto Prazo
	Recuperação Ambiental	Recuperação de Áreas Degradadas	-	-
		Compensação Ambiental	-	-
	Práticas Sustentáveis	Utilização de Produtos Reciclados e Recicláveis	Implementação de ações que irão priorizar aquisição de produtos reciclados ou reutilizáveis	Curto Prazo
		Tecnologia de Reaproveitamento de RSU	Implementação de tecnologias de reaproveitamento dos RSU, com recuperação e reaproveitamento energético	Médio e Longo Prazo
		Medidas de Redução de RSU no PMGIRS	-	-
		Logística Reversa	Implantação de Sistema de Logística Reversa, conforme a Lei 12.305/2010	Médio Prazo
	IGRSS			
Dimensão	Critério	Subcritérios	Ações	Prazo
Ambiental (0,28)	Controle Ambiental	Licenciamento Ambiental	-	-
		Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RSU	-	-

Quadro 7.11 – Ações de Melhorias nas Dimensões Maior Grau de Importância do IGIRS  
(Continuação)

IGRSS				
Dimensão	Critério	Subcritérios	Ações	Prazo
Ambiental (0,28)	Controle Ambiental	Fiscalização e Monitoramento Ambiental dos Recursos Naturais	Implantação de Medidas de Fiscalização e Monitoramento Ambiental dos Recursos Naturais	Curto Prazo
		Recuperação de Áreas Degradadas	-	-
	Recuperação Ambiental	Compensação Ambiental	Implantação de Medidas de Compensação Ambiental para os Danos Causados pela Gestão Inadequada dos RSS	Curto Prazo
		Reutilização de Artigos e Materiais Ditos de Uso Único	-	-
	Práticas Sustentáveis	Medidas de Redução de RSS no PGRSS	Implantação de Medidas de Redução da Geração de RSS no PGRSS	Curto Prazo
		Logística Reversa	Implantação de Sistema de Logística Reversa, conforme a Lei 12.305/2010	Médio Prazo
IGRCC				
Dimensão	Critério	Subcritérios	Ações	Prazo
Ambiental (0,21)	Controle Ambiental	Licenciamento Ambiental	Implantar áreas para a GRCC licenciadas conforme a legislação vigente	Curto e Médio Prazo
		Condições Sanitárias das Unidades de Gestão de RSU	Implantar ações para o Controle sobre as condições sanitárias das unidades de GRCC	Curto Prazo
		Fiscalização e Monitoramento	-	-
	Recuperação Ambiental	Recuperação de Áreas Degradadas	Implantação de Medidas para Recuperação das Áreas Degradadas pela disposição irregular de RCC	Curto e Médio Prazo
		Compensação Ambiental	-	-
	Práticas Sustentáveis	Utilização de Agregado Reciclado	Utilizar agregado reciclado nas obras públicas	Curto e Médio Prazo
		Medidas de Redução de RCC no PGRCC	Implantação de Medidas de Redução da Geração de RSS no PGRSS	Curto Prazo
		Medidas de Redução de RCC em obras municipais	Implantação de Medidas de Redução de RCC em obras públicas	Curto Prazo

**Cenário 5** – Neste cenário, serão consideradas melhorias (valor normalizado equivalente a 1) nos subcritérios de maior importância, na visão dos especialistas, que obtiveram desempenho inferior a 0,5 na dimensão operacional. Esta dimensão obteve o segundo maior grau de importância nos três índices que compõem o IGIRS (Quadro 7.12).

Quadro 7.12– Ações de Melhorias nos Indicadores de Maior Grau de Importância na Dimensão Operacional que Compõe o IGIRS

IGRSU				
Dimensão	Critério	Subcritérios	Ações	Prazo
Operacional (0,22)	Tratamento (0,25)	Reutilização	Menos 50% dos Resíduos serão encaminhados para reutilização	Curto Prazo
		Reciclagem	Menos 50% dos Resíduos serão encaminhados para reciclagem	Curto Prazo
		Compostagem	Menos de 5% dos Resíduos irão para compostagem	Curto Prazo
	Disposição Final (0,27)	Aterro Sanitário/Aterro Controlado/Lixão	-	-
		Áreas Irregulares	-	-
IGRSS				
Dimensão	Critério	Subcritérios	Ações	Prazo
Operacional (0,25)	Tratamento (0,24)	Reutilização	O município encaminhará os resíduos do Grupo B e D para reutilização.	Curto Prazo
		Reciclagem	O município encaminhará os resíduos do Grupo B e D para reciclagem.	Curto Prazo
		Tratamento dos Resíduos dos Grupos A, B, C e E	-	-
	Disposição Final (0,23)	Aterro Sanitário/ Aterro Classe I (Resíduos Perigosos)	-	-
		Áreas Irregulares	O município irá cadastrar as áreas irregulares de disposição de RSS	Curto Prazo
IGRCC				
Dimensão	Critério	Subcritérios	Ações	Prazo
Operacional (0,24)	Tratamento (0,19)	Beneficiamento	O município irá encaminhar menos de 50% dos resíduos para o beneficiamento	Curto Prazo
		Reutilização	O município irá encaminhar entre 50 a 80% dos resíduos para reutilização	Curto Prazo
		Reciclagem	O município irá encaminhar menos de 50% dos resíduos para a reciclagem	Curto Prazo
	Disposição Final (0,19)	Destinação por Classe	O município irá destinar os resíduos corretamente para três classes de resíduos	Médio Prazo
		Presença de Aterros de RCC	O município tem aterro para RCC, porém não é suficiente para dispor os resíduos classe A gerados	Curto e Médio Prazo
		Áreas Irregulares	O município tem conhecimento de áreas irregulares de disposição de RCC	Curto Prazo

**Cenário 6** – Neste cenário foi considerado que o município irá implantar ações de melhorias prioritárias (valor normalizado equivalente a 1) somente nas dimensões classificadas como de baixa eficiência em cada grupo de resíduos estudados (Quadro 7.13).

Quadro 7.13– Ações de Melhorias Prioritárias a Serem Implementação nas Dimensões

IGRSU		
Dimensão	Ações de Melhorias	Prazo
Educacional	Programas de capacitação e educação ambiental para a população, funcionários e catadores de materiais recicláveis atuantes na GRSU	Curto Prazo
Político-Econômico	Criação de legislação específica para GRSU	Curto Prazo
	Criação de Lei para implementação do PMGIRS	Curto Prazo
	Implementar o PMGIRS	Médio Prazo
	Criação de taxa específica para GRSU	Curto Prazo
	Planejamento dos recursos financeiros destinados a GRSU, de maneira a equilibrar as despesas com as receitas	Médio Prazo
	Implementação de ações de fiscalização dos processos de GRSU, com contratação de recursos humanos.	Curto e Médio Prazo
	Avaliação periódica do desempenho da GRSU	Curto Prazo
IGRSS		
Dimensão	Subcritério	Prazo
Político-Econômico	Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde para unidades públicas	Curto Prazo
	Elaboração de orientações municipais para elaboração deste plano nas unidades privadas, com ações de fiscalização e controle	Curto Prazo
	Planejamento dos recursos financeiros destinados a GRSS, de maneira a equilibrar as despesas com as receitas	Médio Prazo
	Atendimento das denúncias relacionadas ao RSS	Curto Prazo
	Avaliação periódica do desempenho da GRSS	Curto Prazo
IGRCC		
Dimensão	Subcritério	Prazo
Ambiental	Medidas de Redução de RCC constantes no PGRCC e nas obras públicas	Curto a Médio Prazo
	Implementar Medidas de Controle sobre as condições sanitárias das unidades de gestão de RSU, com contratação de recursos humanos.	Curto a Médio Prazo
Político-Econômico	Elaboração de Leis específicas para GRCC	Curto e Médio Prazo
	Elaboração do Plano de Gerenciamento de RCC envolvendo as obras públicas, pequenos geradores e orientações para grandes geradores.	Curto Prazo
	Elaboração de orientações municipais para elaboração deste plano nas unidades privadas, com ações de fiscalização e controle	Curto Prazo
	Planejamento dos recursos financeiros destinados a GRCC	Médio Prazo
	Planejamento de Recursos	Curto e Médio Prazo
Operacional	Quantificação e Identificação dos RCC, conforme previsto nas legislações federais.	Curto Prazo
	Medidas de Controle das áreas de disposição inadequada de RCC.	Curto e Médio Prazo

Os resultados mostram que ao implementar as ações propostas de melhorias a curto e médio prazo o município de Santa Rita do Sapucaí, em todos os Cenários, melhoram a eficiência global do sistema de gestão integrada dos resíduos sólidos.

Ao analisar o Cenário 1, onde são apontadas ações de melhorias estratégicas na GRSS, de implementação acessível ao gestor público a curto e médio prazo, observa-se que o IGRSS teve uma variação positiva de 33% (0,54 a 0,72), o que implicou diretamente, também, em uma variação positiva no IGIRS global de 16%, passando de 0,49 para 0,57, aumentando, desta forma, a eficiência tanto da gestão isolada dos RSS de média para alta, como da GIRS global, que passou de baixa para média (Figura 7.20).

Neste caso, pode-se analisar que mesmo o município possuindo recursos escassos, o gestor pode implementar algumas ações estratégicas na GRSS, listadas no Quadro 7.8 em todas as dimensões do IGRSS, melhorando o desempenho dos subcritérios (indicadores) e consequentemente aumentando eficiência da GIRS, como por exemplo:

- classificar os RSS em grupos conforme a legislação vigente;
- melhorar os recipientes de acondicionamentos destes resíduos e localiza-los em locais estratégicos de fácil acesso para coleta e transporte tanto interno como externo;
- reutilizar os resíduos passíveis de reciclagem;
- implementar ações de redução de geração de RSS;
- controlar os locais de disposição irregular de RSS por meio de fiscalização e monitoramento dos recursos naturais;
- elaborar o PGRSS para os postos de saúde e estabelecer orientações aos geradores privados;
- planejar os recursos destinados ao setor de RSS,
- possuir programas de atendimento as denúncias e avaliação de desempenho das ações e da satisfação dos usuários que utilizam os serviços; e
- implementar programas de educação ambiental.

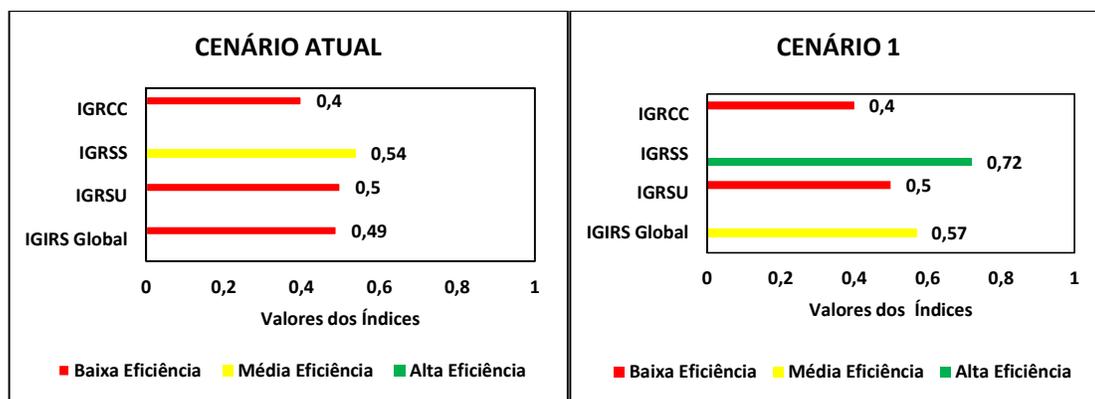


Figura 7.20 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 1 dos Valores dos Índices

No Cenário 2, além das ações propostas no Cenário 1 para GRSS, são também apontadas melhorias para a GRSU, aumentando o IGRSU de 0,50 para 0,75, apresentando uma variação positiva de 50%, passando a classificar sua gestão de baixa para alta eficiência. E o valor do IGIRS global de 0,49 para 0,67, ou seja, uma variação de 37%. Neste cenário a gestão integrada dos resíduos sólidos do município passa de uma gestão de baixa para média eficiência (Figura 7.21).

Pode-se observar que, neste cenário, o IGIRS global obteve uma variação maior. Entretanto a classificação da sua eficiência ainda manteve-se como média. No entanto, no Cenário 2, além das ações propostas no Cenário 1, propõe-se ao gestor a implementação de melhorias na gestão de RSU (Quadro 7.9), melhorando a eficiência do IGRSS e também do IGRSU, como por exemplo:

- ampliar a coleta convencional para zonar rural;
- implantar o programa de coleta seletiva com inclusão dos catadores;
- criar uma associação ou cooperativa;
- planejar os recursos destinados a GRSU;
- implantar o PGIRS;
- criar legislações específicas para GRSU;
- implantar programas de educação ambiental;
- envolver a população e setor privado na gestão dos resíduos.

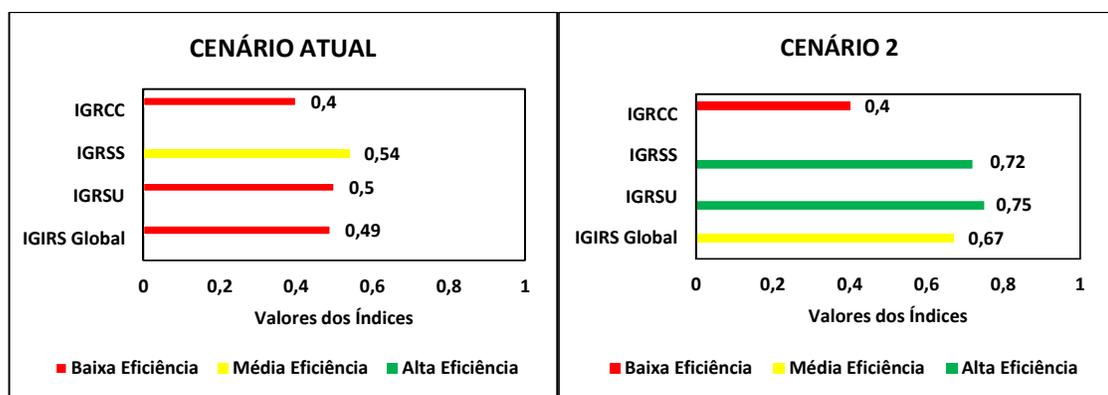


Figura 7.21 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 2 dos Valores dos Índices

Já no Cenário 3, o município, além de implementar ações de melhorias na GRSS e na GRSU, irá também adotar medidas para aprimorar a GRCC, aumentando o IGRCC de 0,40 para 0,68 (variação de 70%), classificando a sua gestão de baixa para média eficiência. E a

partir da implementação destas ações propostas, o IGIRS global passa de 0,49 para 0,72 (variação de 47%), elevando a eficiência da GRS de baixa para alta (Figura 7.22).

Neste Cenário, com a implementação das ações propostas nos Cenários anteriores e também na GRCC (Quadro 7.10), a eficiência do IGIRS global passa a ser classificada como alta, ou seja, caso o município, disponha de recursos financeiros, o mesmo pode elaborar um planejamento de forma que consiga melhorar as gestões dos RSS, RSU e RCC, priorizando as ações listadas acima nos dois grupos e também no RCC, como por exemplo:

- quantificar e classificar os RCC;
- controlar as áreas de disposição irregular de RCC,
- propor ações de compensação ambiental;
- elaborar leis específicas de GRCC;
- planejar os recursos financeiros destinados a GRCC;
- elaborar o PGRCC com orientações para grandes geradores;
- implantar programas de educação ambiental;
- incluir o setor informal (catadores).

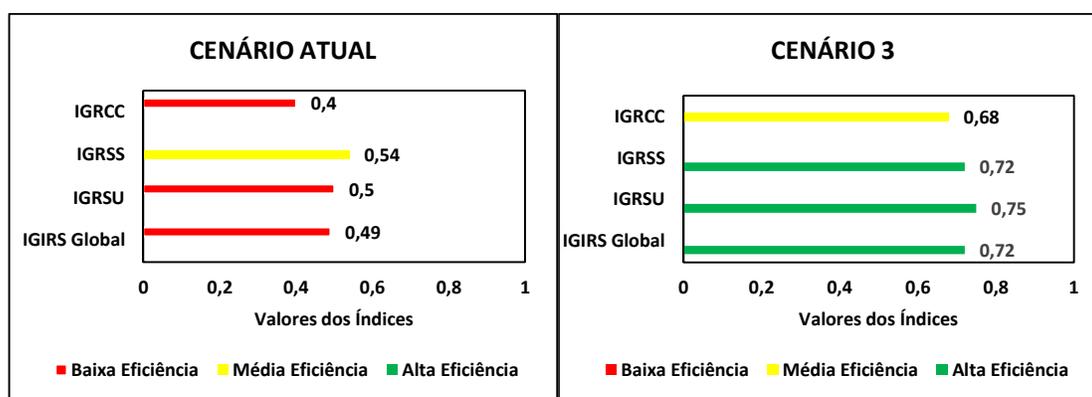


Figura 7.22 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 3 dos Valores dos Índices

No Cenário 4, onde foram consideradas melhorias nos subcritérios (indicadores) pertencentes à dimensão com maior grau de importância, que obtiveram desempenho inferior a 0,5, o IGIRS global passou de 0,49 para 0,62 (variação de 27 %) passando a eficiência da GIRS de baixa para média. Nos índices por tipo de resíduos a variação foi em torno de 22 a 28%, alterando classificação da gestão do RSU e RCC de baixa para média eficiência (Figura 7.23).

Portanto, observa-se que em todos os índices houve uma melhora tanto no IGIRS global quanto nos índices por grupos, somente implementando ações estratégicas e pontuais

na dimensão ambiental (Quadro 7.11), considerada com maior grau de importância nos grupos de RSU e RSS. Além disso, pode-se analisar que nos grupos de resíduos o gestor público deverá implementar ações principalmente na área de RCC, voltadas para a questão do licenciamento ambiental das áreas utilizadas para disposição dos resíduos, compensação ambiental pelos danos causados pela disposição inadequada dos RCC; medidas de redução da geração RCC e utilização do agregado reciclado em obras públicas e privadas.

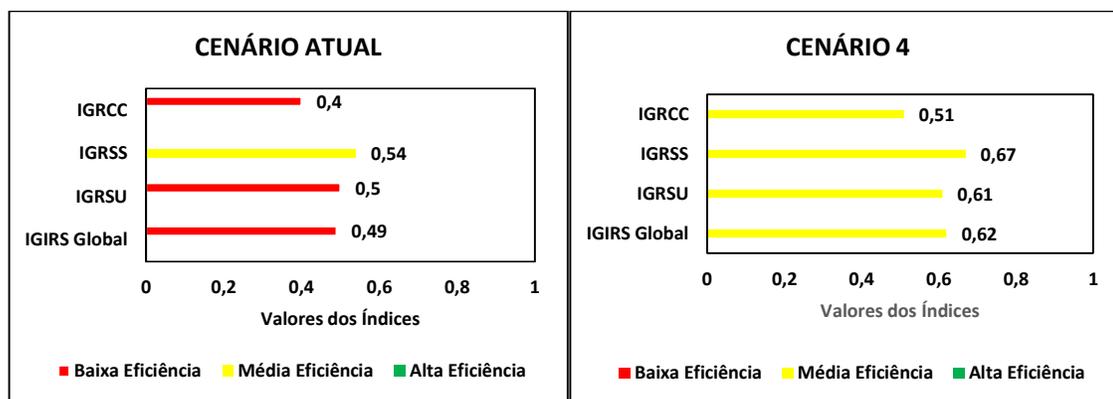


Figura 7.23 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 4 dos Valores dos Índices

No Cenário 5, foram consideradas melhorias somente nos subcritérios (indicadores) com maior grau de importância na dimensão operacional, o IGIRS global passou de 0,49 para 0,53 (variação de 6%), passando a eficiência da GIRS de baixa para média. Nos índices por tipo de resíduo, também houve uma melhora na eficiência IGRSU passando de 0,50 para 0,52 (variação de 4%) classificando a gestão de baixa eficiência para média. Já no IGRSS, houve um aumento do índice de 0,54 para 0,58 (variação de 7%), no entanto a classificação da eficiência manteve-se em média e no IGRCC, também houve uma melhora no índice de 0,40 para 0,45 (variação de 13%), mas a classificação da eficiência se manteve em baixa (Figura 7.24). Logo, pode-se observar que houve uma melhora na eficiência do IGIRS global e do IGRSU.

Neste Cenário, foram propostas ações estratégicas e pontuais somente na dimensão operacional e nos critérios de tratamento e disposição final (Quadro 7.12), que receberam o maior grau de importância, na visão dos especialistas. A partir dos resultados, observa-se que o município deverá investir mais recursos na implementação de ações na área de RCC, melhorando o sistema de tratamento dos RCC (Beneficiamento, Reutilização e Reciclagem) e de disposição final, com a destinação dos resíduos por classe, construção de aterros de RCC e controle das áreas irregulares utilizadas para disposição inadequada de RCC.

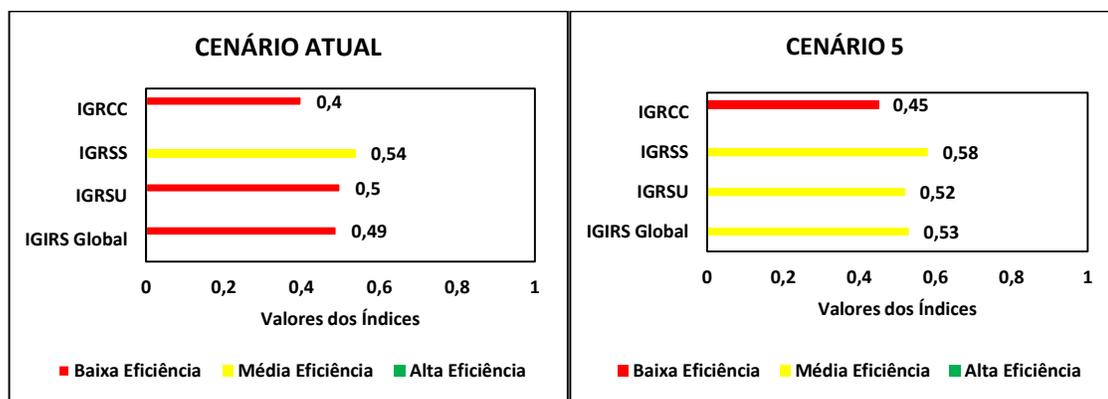


Figura 7.24 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 5 dos Valores dos Índices

E por fim, no Cenário 6, foram consideradas melhorias somente nas dimensões classificadas como de baixa eficiência, o IGIRS global passou de 0,49 para 0,59 (variação de 20%), passando a eficiência da GIRS de baixa para média. Nos índices por tipo de resíduo, também houve uma melhora na eficiência do IGRCC passando de 0,40 para 0,60 (variação de 50%) e do IGRSU passando de 0,50 para 0,59 (variação de 18%), classificando a gestão de baixa eficiência para média. Já no IGRSS, houve um aumento do índice de 0,54 para 0,59 (variação de 9%), no entanto a classificação da eficiência manteve em média (Figura 7.25).

Neste Cenário, o IGRCC teve maior impacto, com a implementação das ações de melhorias (Quadro 7.13). Isto ocorreu, pois neste grupo de resíduos houve uma baixa eficiência em três dimensões (ambiental, político-econômico e operacional), sendo necessário, portanto, uma maior intervenção do gestor público na implementação de ações de melhorias no desempenho dos subcritérios (indicadores), principalmente relacionadas a questões de medidas de redução de RCC, planejamento dos recursos financeiros e quantificação e classificação destes resíduos.

Outro ponto que ocorreu na simulação deste Cenário foi que, ao propor ações para melhorar o desempenho dos subcritérios (indicadores) nas dimensões, classificadas como de baixa eficiência, nos três índices os resultados foram iguais. Observa-se que, isto ocorreu, mesmo alterando dimensões e critérios distintos nos três índices. Este fato mostra que pode ter ocorrido uma compensação entre os subcritérios selecionados (*trade-off*), que é uma das características do método WLC, utilizado na formulação dos índices.

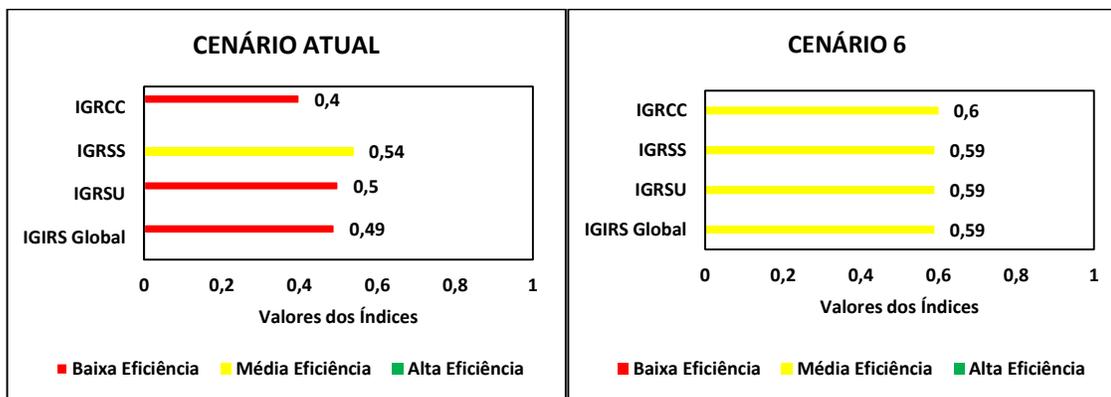


Figura 7.25 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 6 dos Valores dos Índices

A Figura 7.26 apresenta uma síntese dos valores dos IGIRS global considerando os 6 cenários.

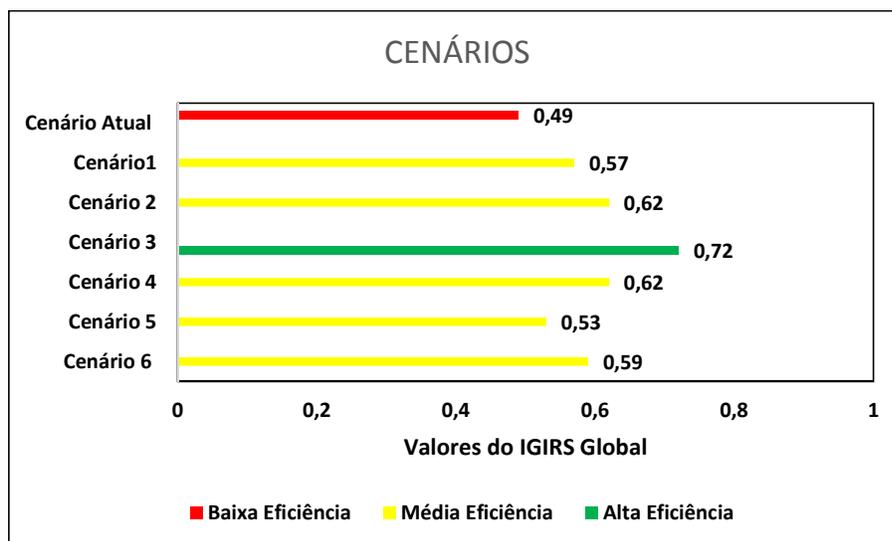


Figura 7.26 – Comparação entre o Cenários dos Valores do IGIRS Global

Portanto, pode-se analisar que diante dos resultados apresentados na Figura 7.26, que o melhor Cenário para aumentar a eficiência do sistema de GIRS do município é o 3, uma vez que há uma variação positiva na IGIRS global de 47%. No entanto, sabe-se que os municípios possuem recursos limitados, o que dificultaria a implementação de todas estas ações de uma única vez, portanto recomenda-se que as ações de melhoria da gestão sejam iniciadas pelas prioritárias na visão do gestor público atendendo a realidade local, de forma a buscar o planejamento mais eficiente da GIRS.

Neste sentido, os Cenários 4 a 6 foram simulados de forma a considerar melhorias estratégicas e pontuais, em que o gestor público poderá planejar sua gestão de forma a

priorizar as ações nos critérios (indicadores) com maior grau de prioridade, na visão dos especialistas na GIRS. Portanto, sob esta perspectiva o melhor Cenário a ser implantando pelo município, seria o 4 e o 6, melhorando a eficiência da sua gestão de baixa para média.

Além disso, pode-se observar, também que os Cenários 2 e 4, apresentam o mesmo valor para o IGIRS global, mesmo, sendo propostas melhorias em subcritérios (indicadores) diferentes, havendo, portanto, uma compensação entre os subcritérios selecionados (*trade-off*), ou seja, o score mais baixo obtido para um indicador em uma dada alternativa é compensado por um mais alto obtido para outros indicadores, que é uma das principais características do método WLC de agregação utilizado para formulação do IGIRS. Segundo Ramos (2000) o WLC é dos procedimentos dentro do método de *Ordered Weighted Average* (OWA), sendo considerado neste método como solução de risco neutra, pois no WLC há um equilíbrio nos pesos, podendo os critérios serem compensados mutuamente, havendo um *trade-off* total.

Logo, com a simulação destes cenários, observar-se que os gestores públicos podem utilizar o IGIRS como uma ferramenta para auxiliar as cidades na tomada de decisão, identificando quais as ações são necessárias para melhorar o desempenho da GIRS, permitindo um planejamento, gerenciamento e monitoramento da gestão mais eficiente, pois segundo Oliveira (2015), isto é fundamental para que o municípios tenham uma sustentabilidade econômica, uma vez que muitos são dependentes do Governo Federal para repasses de verbas.

## 8. CONCLUSÕES

Com a realização desta pesquisa foi possível identificar os principais aspectos, por meio do levantamento de indicadores (critérios e subcritérios), relacionados a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos à nível municipal, considerando os RSU, RSS e RCC. Estes resíduos foram selecionados, uma vez que são gerados em quantidades significativas pelos municípios e cuja a responsabilidade pela gestão é total ou parcial do poder público, sob a ótica da PNRS.

Foram selecionados 56 indicadores (critérios) e 143 subcritérios, sendo: 19 indicadores (critérios) e 51 subcritérios para RSU, 18 indicadores (critérios) e 43 subcritérios para RSS e 19 indicadores (critérios) e 49 subcritérios para RCC. Estes indicadores foram escolhidos de forma a incluírem as novas práticas de gestão estabelecidas pela PNRS, como a questão da logística reversa e da responsabilidade compartilhada.

A partir deste levantamento foi possível agrupar os indicadores por tipo de resíduo e dividi-los em cinco dimensões que são: operacional, ambiental, político-econômico, educacional e social.

Os indicadores selecionados foram estruturados de maneira hierárquica, e o grau de importância relativa (pesos) de cada indicador na GIRS foi obtido construindo matrizes de comparação pareada, baseada no método AHP, avaliadas por especialistas do setor público, privado e acadêmico. Este método, foi selecionado, pois mostrou-se mais apropriado para trabalhar com dados quantitativos e qualitativos, além de permitir a participação de diferentes grupos de tomadores de decisão com objetivos opostos.

Após a normalização dos critérios e subcritérios, os mesmos foram agregados por meio de um modelo matemático construindo o Índice de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (IGIRS) constituído pelos índices IGRSU, IGRSS e IGRCC, para avaliação e monitoramento da gestão municipal integrada dos resíduos sólidos. O método de agregação utilizado permite que o índice possa ser adaptado quanto a disponibilidade de dados e a realidade local de cada município, de forma a inserir ou excluir subcritérios por meio da redistribuição dos pesos.

O IGIRS desenvolvido pode ser calculado de maneira global, por tipo de resíduo (RSU, RSS e RCC) e por setores (dimensões), possibilitando uma avaliação mais minuciosa pelo gestor da GIRS verificando quais as ações são necessárias para implementação a curto, médio e longo prazo.

Uma vez estruturado o IGIRS, o modelo foi validado, por meio da aplicação nos municípios de Santa Rita do Sapucaí, Pouso Alegre, Machado e Três Corações. Os dados foram coletados junto aos diferentes setores das Prefeituras, por meio de consulta a documentos, como Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, e na base de dados do IBGE e do SNIS. Antes de calcular o IGIRS, avaliou-se a disponibilidade e qualidade dos dados coletados, e o resultado mostrou que a maior parte dos dados são de alta qualidade e está disponível em curto prazo, sendo possível, portanto o cálculo do IGIRS nestes municípios.

O índice global nos municípios atingiu o valor igual a 0,49 (Santa Rita do Sapucaí), 0,58 (Pouso Alegre), 0,60 (Machado) e 0,70 (Três Corações). Dentro da escala adotada o município de Santa Rita do Sapucaí apresentou uma baixa eficiência na GIRS e os municípios de Pouso Alegre, Machado e Três Corações uma média eficiência da GIRS, de maneira geral estes resultados refletem à falta de programa de coleta seletiva, inclusão social, legislações específicas, práticas sustentáveis, capacitações e treinamentos dos funcionários, educação ambiental e integração entre as partes envolvidas na gestão (setor público, privado e população).

A avaliação da GIRS através do IGIRS mostrou eficaz e direta. Os indicadores selecionados são de fácil compreensão e aplicação, características estas fundamentais quando se avalia um indicador. Além disso, foi possível verificar com a aplicação do IGIRS, que a implantação de ações de melhorias nos pontos identificados como vulneráveis, impactam positivamente o desempenho da eficiência da GIRS.

Logo, o IGIRS deve ser considerado pelos municípios como uma ferramenta que permite realizar um diagnóstico do processo de GIRS identificando os pontos fortes e fracos, possibilitando a análise de quais ações são prioritárias, planejando melhor a distribuição dos recursos financeiros, materiais e humanos, e consequentemente aumentando a eficiência da gestão. No entanto, é fundamental também que haja a participação do setor privado e da população para melhorar a eficiência dos serviços prestados na gestão integrada destes resíduos.

É importante ressaltar, também, que os municípios devem manter os dados sobre a GIRS atualizados, criando um banco de dados documentado, confiável e disponível, para que o IGIRS ao ser aplicado retrate a realidade local da GIRS, mostrando as reais melhorias necessárias para aumentar a eficiência da gestão.

O IGIRS pode ser aplicado em diferentes localidades, no entanto, em algumas cidades adaptações nos indicadores (critérios e subcritérios) serão necessários, uma vez que a GIRS

pode ocorrer de diferentes formas, dependendo das legislações existentes, das tecnologias disponíveis, dos recursos, do contexto histórico, entre outros fatores.

## 8.1. Proposta para Trabalhos Futuros

Uma vez que o IGIRS proposto mostrou ser uma ferramenta de auxílio aos municípios no planejamento e monitoramento da GIRS, são propostos como trabalhos futuros:

- Valoração do custo-benefício dos subcritérios selecionados, de forma a orientar melhor os municípios na aplicação dos recursos financeiros disponíveis, em ações prioritárias de melhoria na GIRS.
- A inclusão no IGIRS de outros tipos de resíduos, cuja a responsabilidade pela gestão não é exclusiva do poder público, e sim compartilhada entre o setor privado e população, porém também são produzidos nas instituições públicas, como os resíduos sujeitos ao sistema de logística reversa pelo art. 33 da Lei Federal nº 12.305/2010 (PNRS) (agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, eletroeletrônicos e lâmpadas fluorescentes) e os resíduos de transporte, quando os municípios administram os terminais rodoviários.
- Utilizar um outro método de agregação, como por exemplo OWA ao longo da estrutura hierárquica de decisão, explorando melhor os cenários de risco e variação de *trade-off*, pois conforme pode-se constar no item 7.8, com aplicação do método de agregação WLC, houve um *trade-off* total. Logo, sugere-se a simulação de cenários de risco considerando ausência de *trade-off*, ou seja, sem a compensação dos critérios uns pelos outros, analisando o nível de risco e de *trade-off* (considerando os cenários otimista e pessimista) no modelo proposto.
- Desenvolver um software ou um aplicativo para facilitar a implantação e/ou utilização do IGIRS pelos gestores municipais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULI, M. A.; TAVAKOLLI, H.; AZARI, A. Alternatives for solid waste management in Isfahan, Iran: a case study. **Waste Management & Research**, v. 31, n. 5, p. 532–537, 2013.
- ABDOLI, M. A. **Municipal Solid Waste Recovery (Reduction-Reuse-Recycle)**. Tehran: UT Press, 2008.
- ABRELPE– Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2017.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004.
- ACHILLAS, C. et al. The use of multi-criteria decision analysis to tackle waste management problems: a literature review. **Waste Management & Research**, v.31, n.2, p. 115-129, 2013
- ADAMCSEK, E. **The Analytic Hierarchy Process and its Generalizations**. Eötvös Loránd University, 2008.
- AGOSTINHO, F.; ALMEIDA, C.M.V.B.; BONILLA, S.H.; SACOMANO, J.B.; GIANETTI, B.F. Urban solid waste plant treatment in Brazil: Is there a net energy yield on the recovered materials? **Resources, Conservation and Recycling**, 73, p 143-155, 2013, doi: 10.1016/j.resconrec.2013.02.001.
- AGRAWAL, S.; SINGH, R. K.; MURTAZA, Q. A literature review and perspectives in reverse logistics. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 97, p. 76–92, 2015.
- ALEISA, E.; AL-JARALLAH, R. A triple bottom line evaluation of solid waste management strategies : a case study for an arid Gulf State, Kuwait. *Life Cycle Sustainability Assessment*, v. 23, p. 1460–1475, 2018, doi: <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1410-z>.
- APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência – Filosofia e Prática da Pesquisa**. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2006.
- ARAÚJO, M. G. et al. A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil. **Waste Management**, v. 32, n. 2, p. 335–342, 2012.
- ARMIJO, C.; PUMA, A.; OJEDA, S. A Set of Indicators for Waste Management Programs. In: 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND APPLICATIONS IPCBEE, v. 17, 2011.
- ASSIS, M. C. et al. Use of performance indicators to assess the solid waste management of health services. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, p. 2445–2460, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201720170178>.
- AK, H.; BRAIDA, W. Sustainable municipal solid waste management decision making: Development and implementation of a single score sustainability index. **Management of Environmental Quality**, v. 26, n. 6, p. 909–928, 2015, doi: 10.1108/MEQ-03-2015-0028.
- BARBIERI, A.C.; INACIO, P.P.A.; LIMA, J.P. Métodos de Análise Multicritério Aplicados a Transportes: Uma Revisão Sistemática. In: XXX ANPET - Congresso da Associação nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes, Rio de Janeiro. **Anais...ANPET**, 2016.
- BARROS, R.M. **Tratado sobre Resíduos Sólidos: gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Interciência; Minas Gerais: Acta, 2012. 374 p.
- BARTHOLOMEU, D.B.; CAIXETA-FILHO, J.V. (Org.). **Logística ambiental de resíduos sólidos**. São Paulo: Atlas, 2011.
- BATOOL, S.A., CHAUDHRY, N., MAJEED, K. Economic potential of recycling business in Lahore, Pakistan. **Waste Management**, v. 28, p. 294-298, 2008, doi: 10.1016/j.wasman.2006.12.007.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Modelling and simulation: operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241-264, 2002, doi: 10.1108/01443570210414338.

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

BHUIYAN, S. H. A crisis in governance: urban solid waste management in Bangladesh. **Habitat International**, v. 34, p. 125-133, 2010.

BONOLI, A.; LALLI, F.; ZANNI, S. Development of a multicriteria indicator of virtuosity in waste management addressed to local authorities. **Environmental Engineering and Management Journal**, v. 14, n. 7. 1649-1663, 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002 – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil nº 136**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de jul. 2002a, p. 95-96.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde Ambiental e Gestão de Resíduos de Serviço de Saúde**. Brasília, DF, 2002b.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004 – Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil nº 158**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de ago. 2004, Seção 1, p. 70.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005 – Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil nº 84**, Poder Executivo, Brasília, DF, 04 de maio 2005, Seção 1, p. 63-65.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Lei 11.445, de 05 de janeiro de 2007 – Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 de jan. 2007.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 de ago. 2010a, Seção 1, p. 3.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 de outubro de 2010b, p.6, 3ª coluna.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011 – 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil nº 99**, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 de maio 2011, p. 123.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012 – Altera os arts. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil nº 14**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 de jan. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 469, de 29 de julho de 2015 – Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a

gestão de resíduos de construção civil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil n° 144**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 de jul. 2015, Seção 1, p. 109-110.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC n° 222, de 28 de março de 2018 – Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, n° 61, 29 de março de 2018a.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento Básico (SNIS): **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017**. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2019.

BRINGHENTI, J.R.; ZANDONADE, E.; GUNTHER, W.M.R. Selection and validation of indicators for programs selective collection evaluation with social inclusion. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, p. 876-884, 2011, doi: 10.1016/j.resconrec.2011.04.010.

CAFISO, S.; GRAZIANO, A.; KERALI, H. R.; ODOKI, J. B. Multicriteria Analysis Method for Pavement Maintenance Management. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1816, p73- 84, 2002.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração *per capita* de resíduos sólidos no Brasil. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 171-180, 2012.

CAPELINI, M.; MANSOR, M. T. C.; CARVALHO, C. T.; FILET, M.; CAMARÃO, T. C. R. C. Estudo de um Índice de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para o Estado de São Paulo. In XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2009. Recife. **Anais...** Recife, 2009.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Pesquisa CICLOSOFT 2016. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/8>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2011**. CETESB, 2012.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2017**. CETESB, 2018.

CHEN, X.; GENG, Y.; FUJITA, T. An overview of municipal solid waste management in China. **Waste Management**, v. 30, p. 716-724, 2010.

CHIARADIA, D. **Diretrizes para Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Vila Flores/RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS, 2013.

CIFRIAN, E., ANDRES, A. VIGURI, J. R. Developing a regional environmental information system based on macro-level waste indicators. **Ecological Indicators**, v. 53, pp. 258-270, 2015.

COELHO, H. M. G. **Modelo para avaliação e apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos de indústrias**. 2011, 280 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

COELHO, H.M.G.; LANGE, L.C.; JESUS, L.F.L.; SARTORI, M.R. Proposta de Índice de Destinação de Resíduos Sólidos Industriais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 307-316, 2011, doi: 10.1590/S1413-41522011000300014.

COSTA, H.G. **Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão**. Niterói/RJ, 2002. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2004/pdf/arq0279.pdf>>. Acesso em: 02 de jun. 2018.

COSTA, M.S. **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. Tese (Doutor em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2008.

COSTA, T. C. DA; BELDERRAIN, M. C. N. Decisão em grupo em Métodos Multicritério de apoio à decisão. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 15, 2009, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: ENCITA, 2009.

- CHANDRAPPA R.; DAS, D. B. **Solid waste management: Principles an practice**. Environmental Science and Engineering, Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2012, 414 p.
- CHEN, C. A performance evaluation of MSW management practice in Taiwan. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, p. 1353–1361, 2010, doi: 10.1016/j.resconrec.2010.05.003.
- CRESWELL, J.W.; PLANO CLARK, V.L. **Designing and conducting mixed methods research**. Califórnia: Sage Publications, 265 p, 2007.
- D'ALMEIDA, M.L.O.; VILHENA, A.; (Coord.). **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2. ed. São Paulo, IPT/CEMPRE, 2000.
- DAMGHANI, A.M., SAVARYPOUR, G., ZAND, E., DEIHIMFARD, R. Municipal solid waste management in Tehran: current practices, opportunities and challenges. **Waste Management**, v. 28, p. 929–934, 2008, doi: 10.1016/j.wasman.2007.06.010.
- DAS, D.; DUTTA, P. A system dynamics framework for integrated reverse supply chain with three way recovery and product exchange policy. **Computers & Industrial Engineering**, v. 66, ed. 4, p. 720-733, 2013.
- DEMIREL, E., DEMIREL, N., GÖKÇEN, H. A mixed integer linear programming model to optimize reverse logistics activities of end-of-life vehicles in Turkey. **Journal of Cleaner Production**, v.112, p. 2101, 2112, 2014.
- DEVKAR, G. A.; KALIDINDI, S. N. Modeling and assessment of competencies in urban local bodies for implementing PPP projects. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 3, n. 1, p. 42–57, 2013.
- DIAZ, L.F.; SAVAGE, G.M.; EGGERTH, L.L. Alternatives for the treatment and disposal of healthcare wastes in developing countries. **Waste management**, v.25, nº 6, p.626-637, 2005.
- DONNELLY, A.; JONES, M.; O'MAHONY, T.; BYRNE, G. Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v.27, p.161-175, 2007.
- DORSAL, E., VIGURI, J. R. e ANDRES, A. **Handbook of Recycled Concrete and Demolition Waste**. Woodhead Publishing Limited, UK, 2013.
- DU, J. et al. Application of FCEâ AHP method for multi-criteria decision-making of municipal solid waste management alternatives: a case study in the Dalian Development Zone of China. **International Journal of Environmental Technology and Management**, v. 14, n. 5/6, p. 465, 2011.
- EEA – European Environment Agency. EEA core set of indicators - Guide. EEA Technical Report, nº 01, 38 p., 2005.
- ELIZAR; WIBOWO, M. A.; KOESTALAM, P. Identification and analyze of influence level on waste construction management of performance. **Procedia Engineering**, v. 125, p. 46–52, 2015.
- EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Definition of Solid Waste – Final rule. **Federal Register**, v. 80, nº 8, Parte II - Rules and Regulations, p. 1694-1814, 2015.
- FAGUNDES, L.M. **Simulação a Eventos Discretos para Apoio à Decisão na Logística Reversa de Pneus Inservíveis em Consórcio de Cidades**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá/MG, 2017.
- FELIX, R.R.O.M.; SILVA, P. P. F.; SEYDELL, M.R.R.; LIMA, J.P. Estudo da aplicabilidade de indicadores de mobilidade urbana sustentável para o município de Itajubá-MG. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 5, 2012, Brasília. **Anais...PLURIS**, 2012.
- FERREIRA, I.D. **Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde: Orientações para os Serviços de Odontologia**. Trabalho final de Curso (Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora/MG, 2014.
- FREITAS, A.L.P.; MARINS, C.S.; SOUZA, D.O. A metodologia de multicritério para a tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, São Paulo, nº 2, p. 51-60, 2006, doi: <https://doi.org/10.15675/gepros.v0i2.116>.

GARFIELD, E. Quantitative analysis of the scientific literature and its implications for science policymaking in latin america and the caribbean. **Bulletin of the PanAmerican Health Organization**, v. 29, p. 87-95, 1995.

GEHRKE, A. E. B. **Indicadores de Sustentabilidade como Ferramenta de Apoio a Gestão Pública de Resíduos da Construção Civil em Municípios de Pequeno Porte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. São Paulo: Atlas, 5 ed., 370 p., 2014.

GONÇALVES, A. T. T. **Potencialidade energética dos resíduos sólidos domiciliares e comerciais do município de Itajubá - MG**. Dissertação (Mestre em Engenharia da Energia) - Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Itajubá/MG, 2007.

GONÇALVES, A.T.T.; LIMA, R. S. Logística Reversa: Análise do Caso das Embalagens Vazias de Agrotóxicos. In: XXVII CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTE DA ANPET, Belém/PA. **Anais**, 2013.

GONÇALVES et al. Urban solid waste challenges in the BRICS countries: a systematic literature review. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.13 n.2, p. 1-20, 2018.

GUARNIERI, P.; SOBREIRO, V.A.; NAGANO, M; S.; SERRANO, A.L.M. The challenge of selecting and evaluating third-party reverse logistics providers in a multicriteria perspective: A Brazilian case. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 209-219, 2015, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.040>.

GUSCA, J.; KALNINS, S. N.; BLUMBERGA, D.; BOZHKO, L.; KHABDULLINA, Z.; KHABDULLIN, A. Assessment method of health care waste generation in Latvia and Kazakhstan. **Energy Procedia**, v. 12, pp. 175-179, 2015.

HANAN, D.; BURNLEY, S.; COOKE, D. A multi-criteria decision analysis assessment of waste paper management options. *Waste Management*, v. 33, p. 566-573, 2013.

HERCULANO, R. D.; NORBERTO, A. M. Q. Scientific research output evaluation of professors of Sao Paulo State University. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.17, n.2, p.57-70, 2012, doi: 10.1590/S1413-99362012000200005.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. **Urban Development Series Knowledge Papers**. Washington, DC: World Bank, 2012. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

HUI, Y.; LI'AO, W. FENWEI, S.; GANG, H. Urban solid waste management in Chongqing: Challenges and opportunities. **Waste Management**, v. 26, p. 1052-1062, 2006.

HUS, S.H. Nimby opposition and solid waste incinerator siting in democratizing Taiwan. **Social Science Journal**, v.43, 3 ed., p. 453-459, 2006, doi: 10.1016/j.soscij.2006.04.018

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. ZVEIBIL, V. Z. (coord.), IBAM/SEDU, Rio de Janeiro, RJ, p. 200, 2001.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico: Sinopse do Censo e Resultados Preliminares do Universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000402.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. Cidades, 2019a. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/santa-rita-do-sapucaí/panorama>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. Cidades, 2019b. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/pouso-alegre/panorama>>. Acesso em: 04 jun. 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. Cidades, 2019c. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/machado/panorama>>. Acesso em: 04 jun. 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. Cidades, 2019d. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/tres-coracoes/panorama>>. Acesso em: 04 jun. 2019.
- JIANG, J.; LOU, Z.; NG, S.; LUOBU, C.; JI, D. The current municipal solid waste management situation in Tibet. **Waste Management**, v. 29, p. 1186-1191, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.06.044>
- JIN, J.; WANG, Z.; RAN, S. Solid waste management in Macao: practices and challenges. **Waste Management**, v. 26, p. 1045–1051, 2006, doi: 10.1016/j.wasman.2005.08.006.
- JOOS, W.; CARABIAS, V.; WINTOERFER, H.; STUECHELI, A. Social aspects of public waste management in Switzerland. **Waste Management**, v. 19, 6 ed., p. 417-425, 1999, doi: 10.1016/S0963-9969(99)00087-3.
- KAPEPULA, K.M.; COLSON, G.; SABRI, K.; THONART, P. A multiple criteria analysis for household solid waste management in the urban community of Dakar. **Waste Management**, v. 27, p. 1690-1705, 2007.
- KHARAT, M.G.; MURTHY, S.; KAMBLE, S.J.; RAUT, R.D.; KAMBLE, S.S.; KHARAT, M.G. Fuzzy multi-criteria decision analysis for environmentally conscious solid waste treatment and disposal technology selection. **Technology in Society**, v. 57, p. 20-29, 2019.
- KINOBE, J. R.; GEBRESENBET, G.; NIWAGABA, C. B.; VINNERÅS, B. Reverse logistics system and recycling potential at a landfill: A case study from Kampala City. **Waste Management**, n. 42, p. 82-92, 2015.
- KOLLIKATHARA, N.; FENG, H.; STERN, E. A purview of waste management evolution Special emphasis on USA. **Waste Management**, v. 29, p. 974-985, 2009.
- KONTOS, T.D.; KOMILIS, D.P.; HALVADAKIS, C.P. Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. **Waste Management**, v. 25, n. 8, p. 818-832, 2005.
- KRONEMBERGER, D. **Desenvolvimento local sustentável: uma abordagem prática**. São Paulo: Editora Senac, 277 p., 2011.
- LACERDA, M. G. **Análise de uso de SIG no sistema de coleta de resíduos sólidos domiciliares em uma cidade de pequeno porte**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.
- LEITE, P. R. **Logística Reversa Meio Ambiente e Competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2009. 250 p.
- LEITE, P. R. Logística reversa na atualidade. In: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J. V. [Org.] **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri: Manole, 2012. cap. 14, p. 337-365.
- LIMA, R. M. S. R. **Sistema de avaliação da gestão integrada de resíduos da construção civil na esfera municipal**. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- LIMA, J. P. **Modelo de Decisão para a Priorização de Vias Candidatas às Atividades de Manutenção e Reabilitação de Pavimentos**. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo: São Carlos, 2007.
- LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. 1. ed. CREA - PR, 2009.
- LIMA Jr., F.R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L.C.R. Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 781-801, 2013.
- LIMA, J. P.; RAMOS, R. A. R.; JÚNIOR, J. L. F. Uma abordagem multicritério para a priorização de vias pavimentadas. **Revista dos Transportes**, v. 17, n. 1, 2009.

LINZNER, R.; SALHOFER, S. Municipal solid waste recycling and the significance of informal sector in urban China. **Waste Management & Research**, v. 32, n. 9, p. 896–907, 2014, doi: 10.1177/0734242X14543555.

LÓPEZ, P. I. Decision-support tool for energy-from-waste plants in development projects. In: International Expert Group for Life Cycle Assessment for Integrated Waste Management, 23. Environment Agency, Bristol, UK, 2010.

LOUREIRO, S., ROVERE, E.; MAHLER, C. Analysis of Potential for Reducing Emissions of Greenhouse Gases in Municipal Solid Waste in Brazil, in the State and City of Rio de Janeiro. **Waste Management**, v. 33, p. 1302-1312, 2013.

LUPATINI, G. **Desenvolvimento de um Sistema de apoio à decisão em escolha de áreas para aterros sanitários**. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2002.

MACHADO, L. **Índice de Mobilidade Sustentável para Avaliar Qualidade de Vida Urbana – Estudo de caso: Região Metropolitana de Porto Alegre - RMPA**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional. Porto Alegre - RS, 2010.

MACHADO. **Lei Ordinária nº 1526 de 25 de abril de 2003**. Dispõe sobre a Coleta Seletiva de lixo no município de Machado /MG e dá outras providências. Disponível em: <<http://legislador.diretriznet.com.br:8080/legisladorweb.asp?WCI=LeiTexto&ID=55&inEspecieLei=1&nrLei=1588&aaLei=2003&dsVerbete=1478>>. Acesso em: 12 jun. de 2019.

MACHADO. **Lei Ordinária nº 1478 de 09 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre o licenciamento de empresas prestadoras dos serviços de coleta de entulhos provenientes de construções e reformas, autoriza a utilização de vias públicas para a colocação de caçambas e dá outras providências. Disponível em: <<http://legislador.diretriznet.com.br:8080/LegisladorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=55&inEspecieLei=1&nrLei=1478&aaLei=2002&dsVerbete=licenciamento+de+empresas+prestadoras+>>>. Acesso em: 12 jun. de 2019

MAIA, H.J.L.; ALENCAR, L.D.; BARBOSA, E.M.; BARBOSA, M.F.N. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Um Marco na Legislação Brasileira. **Questões Contemporâneas**, v.13, nº01, 2014.

MALCZEWSKI, J. **GIS and multicritério decisioan analysis**. New York: John Wiley, 1999.

MALHEIROS, F.T.; COUTINHO, S.M.V. PHILIPPI JR, A. Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem conceitual. In: PHILIPPI JR.; MALHEIROS, T.F. (Org.). **Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental**. 1 ed. Barueri, SP: Manole, v. 1, p. 31-76, 2013.

MARINS, C.S.; SOUZA, D.O.; BARROS, M.S. O uso do método de análise hierárquica na tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso. In: XLI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, Porto Seguro. **Anais eletrônicos...** Porto Seguro: SOBRAPO, 2009.

MARTINS, R. A. Abordagens Quantitativa e Qualitativa. In: MIGUEL, P. A. C. (Org.). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2010.

MASSOD, M.; BARLOW, C. Y.; WILSON, D. C. An assessment of the current municipal solid waste management system in Lahore, Pakistan. **Waste Management & Research**, v. 32, n. 9, 2014.

MELO, M.B.F.V.; CASTRO, I.S.; REGIS, T.K.O. Análise da Rede Logística Reversa dos Resíduos Sólidos da Construção Civil - Subsetor de Edificações em João Pessoa. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENECEP), Rio de Janeiro, ABEPRO, 2008.

MENDOZA, G. A.; MARTINS H. Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modeling paradigms. **Forest Ecology and Management**, 230:1-22, 2006, doi: 10.1016/j.foreco.2006.03.023.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; TURRIONI, J. B.; LEE HO, L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; PUREZA, V. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MILANEZ, B. **Resíduos Sólidos e Sustentabilidade: Princípios, Indicadores e Instrumentos de Ação**. Dissertação (Mestre em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2002.

- MILANEZ, B.; TEIXEIRA, B.A.N. Proposta de método de avaliação de indicadores de sustentabilidade para gestão de resíduos sólidos urbanos. In: FRANKENBERG, C.L.C. RAYA-RODRIGUEZ, M.T.; CANTELLI, M. (Coord.). **Gestão ambiental urbana e industrial**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 272-283, 2003.
- MORAES, F.T.F.; GONÇALVES, A.T.T.; LIMA, J.P.; LIMA, R.S.; MARQUES, G.L. Estudo de Indicadores para Avaliação da Gestão de Resíduos da Construção Civil: Uma abordagem multicritério. In: XLIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, Blumenau/SC. **Anais...**2017.
- MORAES, F.T.F. **Elaboração de um Índice para Avaliação da Logística Reversa e Gestão de Resíduos de Construção Civil em Municípios de Pequeno e Médio Porte**. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá/MG, 2018.
- MORAES, F. T. F.; LIMA, J. P.; LIMA, R. DA S. Logística Reversa de Resíduos de Construção Civil: Oportunidades e desafios. In: XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2017, Joinville. **Anais...**ENEGEP, 2017.
- MILUTINOVIĆ, B. et al. Multi-criteria analysis as a tool for sustainability assessment of a waste management model. **Energy**, v. 74, p. 190–201, 2014.
- OECD – Organisation for Economic Co-Operation and Development. Good practices in the National Sustainable Development Strategies of OECD Countries, 2006.
- OHRI, A.; SINGH, P. K. GIS based environmental decision support system for municipal landfill site selection. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 24, n. 5, p. 583–598, 2013.
- OLLEY, J. E.; JGOSSE, J.; RUDIN, V.; ALABASTER, G. Developing a common framework for integrated solid waste management advances in Managua, Nicaragua. **Waste Management & Research**, v. 32, n. 9, p. 822-833, 2014.
- OLIVEIRA, S. A.; LEITE, V. D.; PRASAD, S.; RIBEIRO, M. D. Estudo da produção per capita de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Campina Grande – PB. **Health and Environment Journal**, v.5, n.2, p.37-44, 2004.
- OLIVEIRA, R. L. **Modelagem e Simulação a Eventos Discretos em Logística Reversa e Destinação Final de Materiais Recicláveis**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá/MG, 2015.
- OLIVEIRA, V.H.M.; MARTINS, C.H. **AHP: Ferramenta Multicritério para Tomada de Decisão – Shopping Centers**. Curitiba: Appris, 1 ed., 2015.
- PAREKH, H.; YADAV, K.; YADAV, S.; SHAH, N. Identification and Assigning Weight of Indicator Influencing Performance of Municipal Solid Waste Management using AHP. **Journal of Civil Engineering**, 19, 36-45, 2014, doi: 10.1007/s12205-014-2356-3.
- PAPINI, M. B.; LIMA, S. Comparação entre modalidades de coleta seletiva de materiais recicláveis. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTE DA ANPET. Ouro Preto, MG. **Anais...** ANPET 2015.
- PATEL, M. L.; JAIN, R.; SAXENA, A. Assessment of the Municipal Solid Waste & Status of Implementation of Municipal Solid Waste (Management & Handling), Rules, 2000 in the State of Madhya Pradesh, 2008 – A case study. **Waste Management & Research**, v. 29, n. 5, p. 558-562, 2010, doi: 10.1177/0734242X10372662.
- PEREIRA, S.C.M. **Desenvolvimento de uma Sistemática de Ação para Elaboração de Planos de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Domiciliares – Estudo de Caso de Viçosa/MG**. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2007.
- PHILIPPI JR, A.; AGUIAR, A. O. Resíduos Sólidos: Características e Gerenciamento. In: PHILIPPI JR. (Org.). **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 1 ed. Barueri, SP: Manole, v. 1, p. 267-321, 2005.
- PHILIPPI JR, A.; AGUIAR, A. O.; CASTILHOS JR, A.B.; LUZZI, D.A. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. In: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; FILHO, J.V.M. (Org.). **Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. 1 ed. Barueri, SP: Manole, v. 1, p. 229-244, 2012.

- PHILIPPI JR, A.; MALHEIROS, T.F.; AGUIAR, A. O. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. In: PHILIPPI JR. (Org.). **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 1 ed. Barueri, SP: Manole, v. 1, p. 762-808, 2005.
- POLAZ, C. N. M.; TEIXEIRA, B. A. D. N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 14, p. 411–420, 2009.
- POUSO ALEGRE. **Lei Ordinária nº 4527 de 01 de dezembro de 2006**. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos volumosos e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e dá outras providências. Disponível em: <<http://legislador.diretriznet.com.br:8080/legisladorweb.asp?WCI=LeiTexto&ID=122&inEspecieLei=1&nrLei=4527&aaLei=2006&dsVerbete=Plano+Integrado+>>. Acesso em: 25 de jan. 2019.
- POUSO ALEGRE. **Lei Ordinária nº 5335 de 14 de agosto de 2013**. Dispõe sobre o sistema de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos recicláveis e reutilizáveis com inclusão social e econômica dos catadores de material reciclável, sobre o sistema de Logística Reversa e sobre o conselho gestor no município de Pouso Alegre/MG e dá outras providências. Disponível em: <<http://legislador.diretriznet.com.br:8080/legisladorweb.asp?WCI=LeiTexto&ID=122&inEspecieLei=1&nrLei=5335&aaLei=2013&dsVerbete=Sistema+de+Coleta+Seletiva+>>. Acesso em: 25 de jan. 2019.
- QUADROS R., S. G.; NASSI, C. D. An evaluation on the criteria to prioritize transportation infrastructure investments in Brazil. **Transport Policy**, v. 40, p. 8–16, 2015.
- RADA, E. C.; RAGAZZI, M.; FREDIZZI, P. Web-GIS oriented system viability for municipal solid waste selective collection optimization in developed and transient economies. **Waste Management**, v. 33, p. 785-792, 2013, doi: 10.1016/j.wasman.2013.01.002.
- ROCHA, M. P. **Proposta de Indicadores de Sustentabilidade na Gestão de Resíduos de Construção e Demolição**. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2012.
- RAMOS, R.A.R. **Localização Industrial: Um Modelo Espacial para o Noroeste de Portugal**. Tese (Doutor em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2000.
- RUTKOWSKI, J. E.; RUTKOWSKI, E. W. Expanding worldwide urban solid waste recycling: The Brazilian social technology in waste pickers inclusion. **Waste Management & Research**, v. 33, p. 1084-1093, 2015. <https://doi.org/10.1177/0734242X15607424>.
- SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. Nova Iorque.: MacGraw – Hill, 1980.
- SAATY, R. W. The Analytic Hierarchy Process – What it is and how it is used. **Mathl Modelling**, v. 9, n 3-5, p. 161-176, 1987.
- SAATY, T. L. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, p. 9-29, North-Holland, 1990.
- SAATY, T. L. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. **Interfaces**, v. 24, p. 19-43, 1994.
- SAATY, T. L. Fundamentals of the Analytic Network Process. **International Symposium on the Analytic Hierarchy Process**. Kobe, Japan, August 12-14, 1999.
- SAMPAIO, D. T. Sustentabilidade urbana: Conceitos e controvérsias. In: V ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS. Recife, PB. **Anais...**2009.
- SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P.B. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2013.
- SANJEEVI, V.; SHAHABUDEEN, P. Development of performance indicators for municipal solid waste management (PIMS): A review. **Waste Management & Research**, v. 33, 1052-1065, 2015, doi: 10.1177/0734242X15607428.
- SANTA RITA DO SAPUCAÍ. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Diagnóstico, 2015. Disponível em: <<http://www.pmsrs.mg.gov.br/Home/wp-content/uploads/2015/04/PMGIRS-SANTA-RITA-DO-SAPUCAI-Versao-Diagnostico.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

SANTIAGO, L.S. **Construção de uma Matriz de Indicadores de Sustentabilidade para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos**. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Santana/Ba, 2011.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.17, n.2, p. 203-212, 2012, doi: 10.1590/S1413-41522012000200010.

SCHAMNE, A. N.; NAGALLI, A. Reverse Logistics in the Construction Sector: A Literature Review. **Ejge**, v. 21, p. 691–702, 2016.

SEBASTIAN, R. M.; KUMAR, D.; ALAPPAT, B. J. A technique to quantify incinerability of municipal solid waste. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 140, p. 286-296, 2019.

SENG, B.; KANEKO, H.; HIRAYAMA, K.; KATAYAMA-HIRAYAMA, K. Municipal solid waste management in Phnom Penh, capital city of Cambodia. **Waste management & Research**, v. 29, n. 5, p. 491-500, 2010.

SHARHOLY, M.; AHMAD, K.; MAHMOOD, G.; TRIVEDI, R. C. Municipal solid waste management in Indian cities – A review. **Waste Management**, v. 28, p. 459-467, 2008, doi: 10.1016/j.wasman.2007.02.008.

SILVA, M. T. B.; MENDUIÑA, A. M.; SEIJO, Y. C.; VIQUEIRA, F. D. Assessment of municipal solid waste compost quality using standardized methods before preparation of plant growth media. **Waste Management & Research**, n. 25, p. 99-108, 2007, doi: 10.1177/0734242X07075514.

SILVA, O.H.; UMADA, M.K.; POLASTRI, P.; NETO, G.A.; ANGELIS, B.L.D.; MIOTTO, J.L. Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, ed. Especial, v.19, p.39-48, 2015, doi: 105902/22361170 20558.

SINGH, J.; LAURENTI, R.; SINHA, R.; FROSTELL, B. Progress and challenges to the global waste management system. **Waste Management & Research**, v. 32, n. 9, p. 800-812, 2014.

SISKOS, Y.; MATSATSINIS, N.F.; BAOURAKIS, G. Multicriteria analysis in agricultural marketing: The case of French olive oil market. **European Journal of Operational Research**, v. 130, p. 315-331, 2001.

SOUZA, R. G. et al. Sustainability assessment and prioritisation of e-waste management options in Brazil. **Waste Management**, v. 57, p. 46–56, 2016.

SUN, Y.; GRIMES, S. The emerging dynamic structure of national innovation studies: a bibliometric analysis. **Scientometrics**, v. 106, p. 17-40, 2016, doi: 10.1007/s11192-015-1778-0.

TEIXEIRA, G.P. **Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde Frente às Novas Imposições Legais. A Experiência do Município de Juiz de Fora - MG**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2004.

TOT, B. et al. Group assessment of key indicators of sustainable waste management in developing countries. **Waste Management & Research**, v. 35, n. 9, p. 913–922, 2017.

TRÊS CORAÇÕES. **Lei Ordinária nº 3510 de 14 de julho de 2009**. Dispõe sobre a Criação da Central de Reciclagem e Distribuição de resíduos sólidos de Mineradoras, Extratoras de Pedras e Resíduos de Construções, Demolições de Prédios e Edificações no Município de Três Corações. Disponível em: <[http://legislador.diretriznet.com.br:8080/legisladorweb.asp?WCI=LeiTexto&ID=95&inEspecieLei=1&nrLei=3510&aaLei=2009&dsVerbete=Central+de+Reciclagem+](http://legislador.diretriznet.com.br:8080/legisladorweb.asp?WCI=LeiTexto&ID=95&inEspecieLei=1&nrLei=3510&aaLei=2009&dsVerbete=Central+de+Reciclagem+>)>. Acesso em: 10 de jun. 2019.

UNITED NATIONS. **Integrated Waste Management Scoreboard: A Tool to Measure Performance in Municipal Solid Waste Management**. United Nations Environmental Program, 2005.

URBAN, R.C. Índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos como ferramenta para o planejamento: aplicação no estado de São Paulo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 2, 2016, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016140543>.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. Non-CO<sub>2</sub> Greenhouse Gas Emissions from Developed Countries: 1990-2010. **Office of Air and Radiation**, Washington D.C., 2001.

VAIDYA, O.S.; KUMAR, S. Analytic hierarchy process: An overview of applications. **European Journal of Operational Research**, v. 169, p. 1-29, 2006, doi:10.1016/j.ejor.2004.04.028.

VALENÇA, M. Z. O papel das empresas de coleta e transporte na gestão integrada e sustentável dos resíduos da construção civil na cidade do Recife o que mudou com a Resolução CONAMA 307/2002? v. 1, p. 45–58, 2008.

VALENCIA-VÁZQUEZ, R.; PÉREZ-LÓPEZ, M. E.; VICENCIO-DE-LA-ROSA, M. G.; MARTÍNEZ-PRADO, A. A.; RUBIO-HERNÁNDEZ, R. Knowledge and technology transfer to improve the municipal solid waste management system of Durango City, Mexico. **Waste Management & Research**, v. 32, n. 9, p. 848-856, 2014.

VAN BELLEN, H.M. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

VARGAS, R. V. Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. In: PMI Global Congress, Washington – DC, USA. 2010.

VENTURA, K.S.; REIS, L.F.R.; TAKAYANAGUI, A.M.M. Avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde por meio de indicadores de desempenho. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.15, n.2, 167-176, 2010, doi: 10.1590/S1413-41522010000200009.

VILHENA, A. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 3 ed. São Paulo: CEMPRE, 2010.

XARXA DE CIUTATS I POBLES CAP A LA SOSTENIBILITAT. **Sistema Municipal d'indicadors de sostenibilitat**. Diputació de Barcelona: Winihard Gráficos, 328 p.,2000.

XIN, Y. Comparison of hospital medical waste generation rate based on diagnosis-related groups. **Journal of Cleaner Production**, v. 100, pp. 202-207, 2015.

WALTERS, G.D. The Citation Life Cycle of Articles Published in 13 American Psychological Association Journals: A 25-Year Longitudinal Analysis. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 62(8), p. 1629-1636, 2011, doi: 10.1002/asi.21560.

WANG, Y.; LI, L.; KUBOTA, J.; HAN, R.; ZHU, X.; LU, G. Does urbanization lead to more carbon emission? Evidence from a panel of BRICS countries. **Applied Energy**, v. 168, p. 375-380, 2016, doi: 10.1016/j.apenergy.2016.01.105.

WIBOWO, S.; DENG, H. Consensus-based decision support for multicriteria group decision making. **Computers & Industrial Engineering**, v. 66, p. 625-633, 2013, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2013.09.015>.

WISMER, S.; LOPEZ, A.; GOMEZ, A. Evaluating the Mexican Federal District's integrated solid waste management programme. **Waste Management & Research**, v. 29, n. 5, p. 480-490, 2010.

YANO, J.; SAKAI, S. Waste prevention indicators and their implications from a life cycle perspective: a review. **Journal Mater Cycles Waste Management**, v. 18, pp. 38-56, 2016.

YUAN, H. Key indicators for assessing the effectiveness of waste management in construction projects. **Ecological Indicators**, v. 24, p. 476–484, 2013.

ZABEO, A.; PIZZOL, L.; AGOSTINI, P.; CRITTO, A.; GIOVE, S.; MARCOMINI, A. Regional risk assessment for contaminated sites Part 1: Vulnerability assessment by multicriteria decision analysis. **Environment International**, v.37, p. 1295 -1306, 2011, doi: 10.1016/j.envint.2011.05.005.

ZAMAN, A. U. Identification of key assessment indicators of the zerowaste management systems. **Ecological Indicators**, v. 36, pp. 682-693, 2014.

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos. In: CASTILHO JUNIOR, A. B. (Org.). **Resíduos sólidos urbanos: Aterro sustentável para município de pequeno porte**. PROSAB/ABES, Rio de Janeiro/RJ, p.1-18. 2003.

ZHANG, D. Q.; TAN, S. K.; GERSBERG, R. M. Municipal solid waste management in China: Status, problems and challenges. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 8, p. 1623–1633, 2010.

ZIA, H.; DEVADAS, V. Urban solid waste management in Kanpur: Opportunities and perspectives. **Habitat International**, v. 32, p. 58-73, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2007.08.001>

## APÊNDICE A – Quadro de Especialistas Consultados

Quadro A.1– Quadro de Especialistas Consultados para as Matrizes RSU e RSS

AVALIADORES	EXPERIÊNCIA NA ÁREA
<b>Avaliador 1</b>	Atua na área ambiental no setor público
<b>Avaliador 2</b>	Engenharia Ambiental, atua em uma empresa de consultoria ambiental.
<b>Avaliador 3</b>	Engenheiro Ambiental e Mestre em Engenharia da Energia, atua na área de resíduos sólidos e aproveitamento energético.
<b>Avaliador 4</b>	Relações Públicas e Mestre em Engenharia da Energia, Docente na UNIFEI nas áreas de gestão ambiental e avaliação de impacto ambiental.
<b>Avaliador 5</b>	Economista, atua na área de recursos hídricos e resíduos sólidos.
<b>Avaliador 6</b>	Engenheiro Ambiental, Especialista em Educação Ambiental e em Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos (ADARH) do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo (IEMA-ES) e Coordenador de Área - Licenciamento de Mineração (GCA/CLM)
<b>Avaliador 7</b>	Engenheira Ambiental e Mestre em Engenharia de Produção, atua na área de resíduos sólidos da construção civil.
<b>Avaliador 8</b>	Graduanda em Engenharia Ambiental, atua como estagiária na área de gestão ambiental da aeronáutica.
<b>Avaliador 9</b>	Engenheiro Hídrico com experiência acadêmica em resíduos sólidos e aproveitamento energético.
<b>Avaliador 10</b>	Engenheiro Hídrico e Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, atua na área de consultoria ambiental com experiência em resíduos sólidos.
<b>Avaliador 11</b>	Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia da Energia, Doutor em Engenharia Mecânica com experiência saneamento básico e gestão de resíduos.
<b>Avaliador 12</b>	Engenheira de Produção, Mestre em Engenharia de Produção, Doutora em Engenharia de Produção com experiência na área de logística reversa de resíduos sólidos.
<b>Avaliador 13</b>	Engenheiro Ambiental com experiência com Gestão Municipal de Resíduos e atua na prefeitura de um município de médio porte.
<b>Avaliador 14</b>	Presidente do Conselho Municipal de Meio Ambiente de um município de pequeno porte com experiência na área social com catadores de materiais recicláveis.
<b>Avaliador 15</b>	Engenheira Ambiental, Mestre em Meio Ambiente com experiência na parte econômico da gestão ambiental.
<b>Avaliador 16</b>	Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia da Energia e Doutorando na Universidade Estadual de Campinas no Programa de Planejamento de Sistemas Energéticos com experiência na área de resíduos sólidos.
<b>Avaliador 17</b>	Engenheira Ambiental, Mestre em Desenvolvimento, Tecnologia e Sociedade com experiência em métodos multicritérios e gestão ambiental.
<b>Avaliador 18</b>	Engenheira de Produção, Mestre em Engenharia de Produção, Doutoranda na Universität Bremen (Alemanha) desenvolveu pesquisas na área de gestão de resíduos sólidos abordando a logística reversa de materiais recicláveis.
<b>Avaliador 19</b>	Engenheira Hídrica, Mestranda em Meio Ambiente e Recursos Hídricos com experiência em gestão ambiental.

Quadro A.2 – Quadro de Especialistas Consultados para as Matrizes RCC

AVALIADORES	EXPERIÊNCIA NA ÁREA
<b>Avaliador 1</b>	Engenheiro Civil e desenvolve pesquisas sobre reciclagem e utilização de rejeitos na construção civil.
<b>Avaliador 2</b>	Atua na área ambiental no setor público
<b>Avaliador 3</b>	Engenheiro Ambiental, atuou em empresas de reciclagem e desenvolve pesquisas com aproveitamento de resíduos sólidos.
<b>Avaliador 4</b>	Engenheiro Civil com experiência no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, limpeza pública e resíduos de construção civil.
<b>Avaliador 5</b>	Engenheiro Ambiental realizou pesquisas RSU e tem experiência em saneamento básico e gestão de resíduos.
<b>Avaliador 6</b>	Engenheiro Civil com experiência em gerenciamento de resíduos da construção civil, gestão e educação ambiental, gestão de RSU.
<b>Avaliador 7</b>	Engenheiro Ambiental com experiência com Gestão Municipal de Resíduos e atua na prefeitura de um município de médio porte.
<b>Avaliador 8</b>	Engenheiro Sanitário e Ambiental atua uma empresa de Saneamento e Gestão de Resíduos Sólidos.
<b>Avaliador 9</b>	Engenheiro Civil com experiência com a Gestão de Resíduos gerados dentro das obras de uma construtora.
<b>Avaliador 10</b>	Engenheiro Ambiental ex-secretário de Meio Ambiente em um município do Sul de Minas Gerais.
<b>Avaliador 11</b>	Engenheiro Hídrico com experiência acadêmica em resíduos sólidos e aproveitamento energético.
<b>Avaliador 12</b>	Engenheiro Ambiental com experiência na área de gerenciamento de resíduos; resíduos de construção e demolição; logística reversa.
<b>Avaliador 13</b>	Engenheiro Civil, realiza estudos em um Grupo de Pesquisa em gerenciamento e reciclagem de Resíduos Sólidos.
<b>Avaliador 14</b>	Engenheiro Civil, coordenador de um Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos.
<b>Avaliador 15</b>	Engenheiro Sanitário e Ambiental atua no setor privado no setor de saneamento e gestão de resíduos sólidos.
<b>Avaliador 16</b>	Engenheiro Civil, membro de um Grupo de Pesquisa em gerenciamento e reciclagem de resíduos sólidos.
<b>Avaliador 17</b>	Engenheiro Civil, membro de um Grupo de Pesquisa em gerenciamento e reciclagem de resíduos sólidos.

## APÊNDICE B – Publicações

As publicações listadas abaixo são resultados diretos e indiretamente obtidos a partir desta pesquisa.

SANTOS, I.F.S.; GONÇALVES, A.T.T.; BORGES, P.B.; BARROS, R.M.; LIMA, R.S. Combined use of biogas from sanitary landfill and wastewater treatment plants for distributed energy generation in Brazil. **Resources, Conservation and Recycling**, v.136, p.376-388, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.05.011>.

GONÇALVES, A.T.T.; MORAES, F.T.F.; MARQUES, G.L.; LIMA, J.P.; LIMA, R.S. Urban solid waste challenges in the BRICS countries: a systematic literature review. **Revista Ambiente e Agua**, v. 13, p. 1, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2157>.

MORAES, F. T. F.; GONÇALVES, A.T.T.; LIMA, J. P.; LIMA, R. S.; MARQUES, G. L. Estudo de Indicadores para Avaliação da Gestão de Resíduos da Construção Civil: Uma abordagem Multicritério. In: XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2017, Blumenau/SC. Anais, 2017.

GONÇALVES, A.T.T.; FIGUEIREDO, A. P. S.; MEYSTRE, J. A.; LIMA, R. S.; MARQUES, G. L. Estimativa de Geração de Resíduos Sólidos Urbanos para Municípios Consorciados. In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2016, João Pessoa/PB. Anais, 2016.

GONÇALVES, A.T.T.; LIMA, R. S. Logística Reversa: Análise do Caso das Embalagens Vazias de Agrotóxicos. In: XXVII ANPET - CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 2013, Belém/PA. Anais, 2013.

MORAES, F. T. F.; GONÇALVES, A.T.T.; LIMA, J. P.; LIMA, R. S. Avaliação da Gestão Municipal de Resíduos de Construção Civil por Meio de Indicadores de Sustentabilidade. In: 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 2018, Coimbra/Portugal. Anais, 2018.

SASAKI, L.M.; GONÇALVES, A.T.T.; MORAES, F. T. F.; LIMA, R. S. Análise do Ciclo de Vida das Embalagens Plásticas PET. In: XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2018, Maceió/AL. Anais, 2018.

- GONÇALVES, A.T.T.; FAGUNDES, L.D.; MIRANDA, R.C.; LIMA, R.S. Discrete event simulation as a decision-making tool for end-of-life tire reverse logistics in a Brazilian city consortium. **Environmental Science and Pollution Research**, v. x, p. online first, 2019, doi: <http://doi.org/10.1007/s11356-019-05559-3>.

4

### **ARTIGOS SUBMETIDOS:**

**Revista Transportes:** “ Simulação a Eventos Discretos para Apoio à Decisão na Logística Reversa de Pneus Inservíveis em Consórcio de Cidades”.

## ANEXO 1 – Lista de Indicadores para GIRS Identificados

Quadro 1– Lista de Indicadores para GIRS \*

INDICADORES	
OPERACIONAL	Número de empresas com sistema de gestão ambiental certificados
	Consumo de material virgem
	Consumo de material reciclado (vidro, papel e metal)
	Existência de um plano ou estratégia nacional de prevenção de RS
	Produção de material compostado
	Geração de matéria orgânica domiciliares
	Total de resíduos orgânicos gerada no município
	Total de produção de resíduos orgânicos evitados
	Eficiência da coleta de resíduos de produtos eletroeletrônicos
	Produtos eletroeletrônicos comprados para reuso
	Quantidade de produtos eletroeletrônicos reutilizados vendidos
	Substâncias perigosas encontradas em produtos eletroeletrônicos
	Geração per capita de resíduos de produtos eletroeletrônicos
	Coleta per capita de resíduos de produtos eletroeletrônicos
	Relação entre a geração e produção de resíduos de produtos eletroeletrônicos
	Geração de resíduos têxteis
	Quantidade de resíduos levados à disposição final
	Tempo de uso de bens duráveis
	Resíduos domésticos
	Fração resíduos orgânicos
	Fração de resíduos de varrição
	Fração de resíduos plásticos
	Fração de resíduos de papéis e cartões
	Fração de resíduos de metais
	Fração de resíduos de vidros
	Fração de resíduos têxteis
	Fração de resíduos de madeira
	Número de locais de reciclagem
	Capacidade dos locais de reciclagem
	Quantidade per capita de resíduos reciclados
	Eficiência de reciclagem
	Calor gerado por resíduos
	Resíduos compostados
	Eficiência de triagem
	Materiais recuperados dos resíduos
	Disposição controlada de resíduos
	Disposição não controlada de resíduos
	Número de acidentes registrados
	Seguro saúde dos trabalhadores
	Número de trabalhadores envolvidos na coleta de resíduos
	Número de trabalhadores por tonelada coletada
	Número de trabalhadores na reciclagem
Número de trabalhadores na reciclagem por tonelada reciclada	
Número de trabalhadores no tratamento e disposição final	
Número de trabalhadores no tratamento e disposição final	
Número de trabalhadores na gestão de resíduos	
Cobertura da coleta de resíduos	
Resíduos coletados pela gestão de resíduos e sistema de reciclagem	
Tratamento ou disposição controlados	
Eficiência do sistema de gestão de resíduos	
Eficiência dos subsistemas da gestão de resíduos	
Consumo de água	
Consumo de produtos químicos e aditivos	
Consumo de outros materiais	

Quadro 1 – Lista de Indicadores para GIRS (Continuação)\*

<b>‘INDICADORES</b>	
<b>OPERACIONAL</b>	Geração de energia térmica
	Eletricidade gerada
	Quantidade de resíduos gerados ao ano
	Tratamento dos resíduos sólidos municipais (reciclagem, incineração, compostagem e aterro)
	Reciclagem de vidro
	Taxas de reciclagem de resíduos de embalagens (metais, plásticos e madeira)
	Disposição de resíduos biodegradáveis (%)
	Área servida
	Comprimento dos locais de varrição
	Comprimento das tubulações
	Geração de resíduos domiciliares
	Geração de resíduos em parques e locais públicos
	Geração de resíduos pela limpeza de tubulações
	Quantidade e locais de acondicionamento
	Tamanho das lixeiras comunitárias de acondicionamento de resíduos
	Tamanho das lixeiras individuais de acondicionamento de resíduos
	Tamanho das lixeiras comunitárias de acondicionamento de resíduos
	Condições de manutenção das lixeiras comunitárias
	Condições de manutenção das lixeiras individuais
	Distância máxima das lixeiras comunitárias das casas
	Resíduos Domiciliares Coletados
	Resíduos de Parques e Locais Públicos Coletados
	Resíduos de Varrição Coletados
	Resíduos de Limpeza de Tubulações Coletados
	Número de contratos de terceirização do serviço de coleta e transporte dos resíduos
	População ou Casas ou Estabelecimentos servidos pela terceirização (Considerando cada categoria de resíduos)
	Número de supervisores
	Número de trabalhadores em manutenção dos veículos
	Existência de caminhões compactadores
	Capacidade dos caminhões compactadores
	Ano de compra dos caminhões compactadores
	Tempo de vida dos caminhões compactadores
	Existência de caminhões basculantes
	Capacidade dos caminhões basculantes
	Ano de compra dos caminhões basculantes
	Tempo de vida dos caminhões basculantes
	Existência de tratores
	Ano de compra dos tratores
	Tempo de vida dos tratores
	Existência de equipamentos de varrição
	Relação de população servida por funcionário de coleta
Relação de população servida por veículo	
Domicílios atendidos por funcionário de coleta	
Comprimento das vias por quantidade de equipamentos de varrição	
Capacidade de processamento na compostagem	
Quantidade de produtos produzidos pela compostagem	
Capacidade de processamento na incineração	
Quantidade de produtos produzidos pela incineração	
Produto gerado a partir da recuperação de materiais	
Capacidade da estação de transferência	
Número de gerentes de operações	
Quantidade de materiais recuperados em relação aos trabalhadores responsáveis pela classificação	
Capacidade total da disposição final	
Quantidade de resíduos na disposição final	
Capacidade remanescente da disposição final	
Existência de estrutura adequada (escritório, tratamento de lixiviado, poços de monitoramento das águas subterrâneas, aterro com sistema de extração de gás)	
Existência de energia elétrica e abastecimento de água	
Maturidade técnica	
Eficiência técnica	

Quadro 1 – Lista de Indicadores para GIRS (Continuação)\*

INDICADORES	
OPERACIONAL	Exigência de áreas para a gestão de resíduos
	Quantidade de trabalhadores em cada tecnologia de geração de energia
	Riscos de Fornecimento
	Utilização de recursos energéticos locais
	Área Ocupada
	Tratamento de pneus usados
	Tratamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos
	Quantidade de óleo recolhido no município em pontos de coleta
	Gestão do chorume
	Energia proveniente dos resíduos
	Taxa de deposição de resíduos biodegradáveis
	Disposição em Aterros
	Instalação de pontos de coleta nos municípios
	Instalação de aterros
	Eficiência nominal de interceptação
	Relação de resíduos reciclados coletados
	Grau de recuperação dos RSU que estão sob responsabilidade do poder público
	Grau de autofinanciamento da gestão pública de RSU
	Grau de disponibilização dos serviços públicos de rsu à população
	Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal
	Variação da Geração per capita de RSU
	Área coberta pelo serviço de coleta de resíduos Sólidos
	Funcionários na Coleta por habitantes
	Número de vassouras por Funcionário
	Média de Frequência de Trabalho
	Área de aterro por habitante
	Média de viagens ao aterro por dia por veículo
	Eficiência no transporte de resíduos
	Funcionários no Transporte/100 ton
	Nível de frequência de trabalho entre os motoristas
	Média de viagens por motorista por dia
	Média de consumo de diesel por tonelada por km de transporte
	Porcentagem de substituição de veículos
	Porcentagem de recebimento de resíduos pelos aterros
	Funcionários nos aterros por 100 ton de resíduos dispostos
	Veículos nos aterros por 100 ton de resíduos dispostos
	Porcentagem de reclamações atendidas
	Porcentagem de privatização da atividade de coleta
	Capacidade de respostas às reclamações dos consumidores
	Porcentagem dos resíduos recicláveis separados na fonte
	Porcentagem dos resíduos recicláveis separados no local de tratamento
Porcentagem de resíduos reciclados	
Porcentagem de resíduos recuperados	
Área disponível para a gestão de resíduos sólidos	
Marco legal no município	
Instrumentos legais na relação com as organizações de catadores	
Percentual de pessoas atendidas pela coleta seletiva	
Área de abrangência do serviço de coleta seletiva	
Parcerias entre as organizações	
Total reciclado	
Total disposto em aterros	
Total desviados	
Taxa de reciclagem	
Taxa de disposição em aterros	
Taxa de Desvio	
Reciclagem per capita	
Disposição per capita em aterros	
Desvios per capita	
Economia de Energia	
Redução de emissão de gases de efeito estufa	

Quadro 1 – Lista de Indicadores para GIRS (Continuação)\*

INDICADORES	
OPERACIONAL	Taxa de empregados por habitante urbano
	Incidência de empregados próprios
	Incidência de empregados de empresas contratadas em relação ao total de empregados no manejo dos RS
	Incidência de empregados administrativos no total de empregados no manejo
	Taxa de cobertura da coleta RDO em relação à população total
	Taxa de cobertura da coleta RDO em relação à população urbana
	Taxa de cobertura de coleta direta RDO relativo à população urbana
	Taxa de terceirização da coleta
	Produtividade média dos coletores e motoristas
	Taxa de motoristas e coletores por habitante urbano
	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população urbana
	Massa RDO coletada per capita em relação à população total atendida
	Incidência de empregados da coleta no total de empregados no manejo
	Relação: quantidades coletadas de RPU por RDO
	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida
	Taxa de cobertura da coleta seletiva porta-a-porta em relação a população urbana
	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU
	Massa recuperada per capita
	Relação entre quantidades da coleta seletiva e RDO
	Incidência de papel/papelão sobre total mat. Recuperado
	Incidência de plásticos sobre total material recuperado
	Incidência de metais sobre total material recuperado
	Incidência de vidros sobre total de material recuperado
	Incidência de "outros" sobre total material recuperado
	Massa per capita recolhida via coleta seletiva
	Massa de RSS coletada per capita
	Taxa de RSS sobre [RDO+RPU]
	Taxa de terceirização de varredores
	Taxa de terceirização de varrição
	Produtividade média dos varredores
	Taxa de varredores por habitante urbano
	Incidência de varredores no total de empregados no manejo
	Extensão total anual varrida per capita
	Taxa de capinadores por habitante urbano
	Relação de capinadores no total de empregados no manejo
	Quantidade total de RSU gerados
	Quantidade de RSU gerados/hab.
	Quantidade total RSU coletado/mês
	Quantidade de resíduos coletados seletivamente/mês
	Quantidade de resíduos coletados em vias públicas
	Capacidade dos veículos utilizados
	Distância média percorrida pelos veículos coletores no percurso da garagem até o centro geográfico do setor de coleta
Distância média percorrida pelos veículos no percurso entre o centro geográfico do setor de coleta e local de disposição	
Relação entre a quilometragem mensal e número de veículos	
Quilometragem média entre acidentes com veículos	
Quilometragem média entre quebras de veículos	
Número de paralizações de veículos por mês para manutenção corretiva	
Consumo de combustível para serviço de limpeza pública	
Relação entre consumo mensal de combustível e n° de veículos	
Quantidade de RSU reciclados	
Percentual de RSU que são reciclados	
Quantidade de RSU aproveitados, em relação aos coletados possíveis de serem reciclados	
Quantidade de RSU incinerados	
Percentual de RSU incinerados	
Quantidade de RSU compostados	
Percentual dos RSU compostados	
Quantidade de compostos utilizados pelo município	
Quantidade de RSU depositado em vazadouro a céu aberto	
Quantidade de RSU depositado em aterro controlado	

Quadro 1 – Lista de Indicadores para GIRS (Continuação)\*

INDICADORES	
OPERACIONAL	Percentual de RSU depositado em aterro controlado
	Quantidade de RSU depositado em aterro sanitário
	Percentual de RSU depositado em aterro sanitário
	Quantidade de resíduos recebidos de outros municípios
	Quantidade de resíduos enviados para outros municípios
	Instalação de mobiliário urbano
	Substituição mobiliário urbano
	Relação entre população atendida e população total
	Percentual de domicílios com lixo coletado
	Percentual de área urbana atendida pelo serviço de coleta de lixo
	Número de residências atendidas pela coleta seletiva
	Número de pessoas atendidas pela coleta seletiva
	Frequência de coleta em favelas
	Frequência de coleta em residências
	Frequência de coleta em prédios comerciais
	Frequência de varrição em vias públicas
	Relação entre resíduos coletados e o número de trabalhadores na coleta
	Relação entre a extensão das vias varridas e o número de varredores
	Relação entre os resíduos coletados nas vias e sua extensão
	Relação entre a extensão das vias onde ocorre varrição e a sua extensão total
	Relação entre os resíduos coletados e os resíduos produzidos
	Relação entre os RSU transportados e a capacidade nominal dos veículos
	Velocidade média de coleta
	Taxa de Coleta
	Relação entre distância percorrida durante coleta e número de veículos por turno
	Relação entre distância percorrida durante coleta e distância total percorrida
	Porcentagem de coleta seletiva
	Resíduos não separados
	Quantidade total de resíduos produzidos por cidadão
	Rastreamento do Destino dos RS
	Taxa de reciclagem
	Taxa de recuperação
	Quantidade de veículos utilizados
	Número de solicitações referentes ao serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos por mês
	Quantidade de resíduos da coleta convencional
	Quantidade de resíduos da coleta seletiva
	Extensão de vias atendidas pelo serviço de varrição, capina, roçada
	Quantidade de resíduos de varrição, capina e roçada
	Quantidade de resíduos da poda
	Geração de recursos através de taxas
	Nº de pessoas que trabalham em varrição
Nº de pessoas que trabalham em varrição/1000 hab	
Nº de pessoas que trabalham em coleta de lixo	
Nº de pessoas que trabalham em coleta de lixo/1000 hab	
Nº de pessoas que trabalham no tratamento e destinação final	
Nº de pessoas que trabalham no tratamento e destinação final/1000 hab	
Nº de motoristas	
Nº de motoristas/1000 hab	
Nº de pessoas que trabalham em atividades administrativas	
Nº de pessoas que trabalham em atividades administrativas/1000 hab	
Nº de pessoas que trabalham na fiscalização	
Nº de pessoas que trabalham na fiscalização/1000 hab	
Nº total de pessoas que trabalham no sistema de gestão de RSU	
Nº total de pessoas que trabalham no sistema de gestão de RSU/1000 hab	
Quantidade de horas extras diurnas realizadas/mês	
Quantidade de horas extras noturnas realizadas/mês	
Quantidade de licenças médicas ocorridas/mês	
Quantidade de acidentes ocorridos/mês	
Quantidade de faltas ocorridas/mês	
Relação entre a quantidade de resíduos coletados e o número total de funcionários	

Quadro 1 – Lista de Indicadores para GIRS (Continuação)\*

INDICADORES	
OPERACIONAL	Relação entre os RSU coletados e o nº de veículos por turno
	Número de trabalhadores existente por tipo de serviço
	Demanda de trabalhadores por tipo de serviço
	Índice dos trabalhadores existentes em função da demanda por tipo de serviço
	Número de equipamentos existente por tipo de serviço
	Índice dos equipamentos existentes em função da demanda por tipo de serviço
	Variação da geração per capita de RSU
	Manutenção dos equipamentos realizada localmente
	Tecnologia de reaproveitamento com baixo consumo de energia
	Veículo coletor específico e apropriado em termos de capacidade
	Eficiência de coleta
	Existência de lixeiras públicas
	Existência de coleta seletiva no município
	Abrangência da coleta seletiva no município
	Existência de pontos para entrega voluntária dos resíduos segregados
	Geração de resíduos sólidos urbanos per capita (kg/habitante por ano)
	AMBIENTAL
Índice de rejeito IR (%) (Está relacionado com a coleta seletiva)	
Área geo-administrativa	
Área coberta pelo serviço de gestão de resíduos	
Número de itens de reuso por ano	
Locais formais de reciclagem	
Locais informais de reciclagem	
Área ocupada por aterros	
Capacidade total dos aterros	
Geração de efluentes	
Consumo de vapor de água	
Emissão de CO <sub>2</sub>	
Emissões de gases de efeito estufa	
Emissão de outros gases	
Emissões de partículas	
Área requerida para tratamento dos resíduos	
Solo utilizado para tratamento dos resíduos	
Passivos Ambientais Evitados	
Consumo de eletricidade	
Consumo de combustíveis fósseis	
Pegada de Carbono	
Limite administrativo do município	
Quantidade de resíduos gerados pelo serviço de incineração	
Resíduos gerados a partir da recuperação de materiais	
Resíduos gerados pela estação de transferência	
Quantidade de violações (Ex. Despejo ilegal de lixo, exigência de fornecimento de contêineres de armazenamento)	
Emissão de diversos poluentes (CO <sub>2</sub> , VOC, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> )	
Poluição Sonora	
Potencial de eutrofização	
Remediação de Solos Contaminados	
Gestão de Escavação de Aterros	
Quantidade de Ocorrências de Lançamentos de RSU em Locais Inadequados	
Grau de Recuperação dos Passivos Ambientais	
Grau de Implementação das Medidas Previstas no Licenciamento das Atividades Relacionadas aos RSU	
Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aterros	
Monitoramento da Qualidade do Ar em Aterros	
Perda de Área devido às Disposições em Aterros	
Poluição das Águas	
Emissão de Ruídos	
Poluição do Ar	
Impactos Ambientais pela Disposição Ilegal de Resíduos em Locais Públicos	
Impactos na Imagem Social da Disposição Ilegal de Resíduos	
Massa per capita anual recuperada	
Massa per capita anual coletada seletivamente	
Taxa de rejeitos	

Quadro 1 – Lista de Indicadores para GIRS (Continuação)\*

‘INDICADORES		
AMBIENTAL	Taxa de material recolhido nos PEVs em relação à quantidade total coletada pela coleta seletiva	
	Taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total coletada pela coleta seletiva	
	Market share de produtos que tenham recebido selo verde	
	Razão de carga ambiental	
	Percentual da área contaminada por RSU	
	Grau de recuperação dos RSU que estão sob-responsabilidade do Poder Público	
	Índice de recuperação de materiais recicláveis	
	Recuperação de resíduo orgânico	
	Existência de aterro para resíduos inertes (resíduos de construção e demolição)	
	Número de pontos de resíduos clandestinos/extensão total das vias em km	
	Inclusão de ações de Educação Ambiental	
	Realização de eventos municipais com a temática ambiental	
	ECONÔMICO	Custo de triagem
		Custo de reciclagem
Custo do serviço de gestão de ambiental		
Salários na gestão de resíduos		
Receita da taxa dos aterros		
Custo em relação ao salário mínimo		
Custo em relação ao salário médio		
Dependência de subsídios		
Custo de operação		
Autonomia financeira		
Custo da compra de lixeiras individuais		
Custo da compra de lixeiras comunitárias		
Custo de reparação de lixeiras comunitárias		
Custo da compra de caminhões compactadores		
Custo do consumo de gasolina/diesel pelos caminhões compactadores		
Custo da manutenção dos caminhões compactadores		
Custo da compra de caminhões basculantes		
Custo do consumo de gasolina/diesel pelos caminhões basculantes		
Custo da manutenção dos caminhões basculantes		
Custo da compra dos tratores		
Custo do consumo de gasolina/diesel dos tratores		
Custo da manutenção dos tratores		
Volume de resíduos sólidos coletados diariamente em relação ao custo de coleta		
Volume de resíduos sólidos coletados diretamente pelo município em relação ao custo de coleta		
Volume de resíduos sólidos coletados diariamente pelo serviço terceirizado em relação ao custo de coleta		
Receita das vendas dos produtos da compostagem		
Receita das vendas dos produtos da recuperação de materiais		
Total de salário destinado aos gerentes de operações		
Média salarial dos gerentes de operações		
Custo com Benefícios Adicionais aos gerentes de operações		
Total de salário destinado aos engenheiros		
Média salarial dos engenheiros		
Custo com benefícios adicionais aos engenheiros		
Total de salário destinado aos técnicos		
Média salarial dos técnicos		
Custo com benefícios adicionais aos técnicos		
Total de salário destinado aos trabalhadores		
Média salarial dos trabalhadores		
Custo com benefícios adicionais aos trabalhadores		
Custo de operação e manutenção dos terrenos do sistema de gestão de resíduos		
Custo de operação e manutenção das instalações e equipamentos do sistema de gestão de resíduos		
Custos com água, eletricidade, gás etc, do sistema de gestão de resíduos		
Receita anual de vendas de produtos em relação ao custo total anual		
Receita anual de vendas de produtos, considerando a economia devido à redução do custo de disposição em relação ao custo total		
Quantidade de resíduos processados em relação ao custo		
Custo unitário dos resíduos na disposição final		
Custo das estações de transferência de resíduos e do transporte de resíduos		
Custo de Produção		

Quadro 1 – Lista de Indicadores para GIRS (Continuação)\*

‘INDICADORES	
ECONÔMICO	Possibilidade de crescimento tecnológico
	Custo de capital
	Custo de operação
	Retorno energético
	Taxa de Venda de Adubo
	Custos de implantação por tonelada de resíduos dispostos
	Custo de operação e manutenção por tonelada de resíduos dispostos
	Custo total operacional por tonelada de resíduos dispostos
	Custo total por tonelada de resíduos dispostos
	Custo total por habitantes por dia
	Investimento em gestão de resíduos de construção civil
	Impacto no custo da redução de resíduos de construção civil
	Custo da coleta, triagem e separação de resíduos de construção civil
	Custo do reuso de resíduos de construção civil
	Custo da reciclagem de resíduos de construção civil
	Custo do transporte de resíduos de construção civil das obras aos aterros
	Custo da disposição de resíduos de construção civil em aterros
	Receita da venda de materiais de resíduos de construção civil
	Redução dos custos de transporte de materiais de construção civil das obras aos aterros
	Redução dos custos pela disposição de resíduos em aterros
	Custo total do programa em relação a quantidade coletada seletivamente
	Percentual de autofinanciamento da coleta seletiva
	Percentual custo da coleta seletiva com a coleta regular e aterramento
	Custo da coleta seletiva em relação ao manejo de RS
	Relação entre despesas com coleta seletiva e despesas empregadas com limpeza urbana
	Percentual do orçamento municipal utilizado na coleta seletiva
	Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva
	Despesa por empregado
	Incidência de despesas com RSU na prefeitura
	Incidência de despesas com empresas contratadas
	Autossuficiência financeira
	Despesas per capita com RSU
	Receita arrecadada per capita com serviços de manejo
	Custo unitário da coleta
	Incidência do custo da coleta no custo total do manejo
	Custo unitário da varrição
	Incidência do custo da varrição no custo total do manejo
	Redução dos Custos pela Disposição de Resíduos em Aterros
	Custo total do programa em relação a quantidade coletada seletivamente
	Percentual de autofinanciamento da coleta seletiva
	Percentual custo da coleta seletiva com a coleta regular e aterramento
	Custo da coleta seletiva em relação ao manejo de RS
Relação entre despesas com coleta seletiva e despesas empregadas com limpeza urbana	
Percentual do orçamento municipal utilizado na coleta seletiva	
Aplicação dos recursos provenientes da coleta seletiva	
Despesa por empregado	
Incidência de despesas com RSU na prefeitura	
Incidência de despesas com empresas contratadas	
Auto-suficiência financeira	
Despesas per capita com RSU	
Receita arrecadada per capita com serviços de manejo	
Custo unitário da coleta	
Incidência do custo da coleta no custo total do manejo	
Custo unitário da varrição	
Incidência do custo da varrição no custo total do manejo	
Percentual do orçamento municipal utilizado na gestão de RSU	
Relação entre valor total cobrado através de taxa e valor total faturado	
Relação entre residências que recebem faturas e residências servidas pelo serviço de coleta	
Relação entre total de verba arrecadada através das taxas e o custo total do serviço	
Quantidade de faturas pagas/mês	
Valor médio mensal por residência da taxa de limpeza	

Quadro 1 – Lista de Indicadores para GIRS (Continuação)\*

‘INDICADORES	
ECONÔMICO	Relação entre valor da taxa de limpeza urbana e o salário mínimo
	Valor do salário dos funcionários varredores
	Valor do salário dos funcionários coletores
	Valor do salário dos funcionários motoristas
	Valor do salário dos funcionários fiscais
	Valor do salário dos funcionários encarregados
	Valor do salário dos funcionários administrativos
	Custo anual da coleta e transporte de resíduos
	Custo anual da coleta e transporte de resíduos/tonelada
	Custo anual da coleta e transporte de resíduos/cliente atendido
	Custo anual do tratamento dos RSU
	Custo anual do tratamento dos RSU/tonelada
	Rendimento mensal da venda de material para reciclagem/tonelada
	Rendimento mensal da venda de material compostado/tonelada
	Custo anual da disposição final dos RSU
	Custo anual da disposição final dos RSU/tonelada
	Custo anual da disposição final dos RSU/cliente atendido
	Custo total anual do serviço de limpeza urbana
	Custo total anual do serviço de limpeza urbana/tonelada
	Custo total anual do serviço de limpeza urbana/cliente atendido
	Custo per capita/dia
	Custo do serviço
	Valor da despesa com o serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos
	Valor da receita com o serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos
	Índice do desempenho financeiro da taxa do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos
	Valor da despesa com a disposição final adequada dos RS coletados
	Valor da despesa per capita com o serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos
	Grau de autofinanciamento da gestão pública de RSU
	Geração de recursos através de taxas
	Gastos municipais para promover a participação da comunidade no processo de gestão dos RSU
	Origem dos recursos para o gerenciamento de resíduos sólidos
	Percentual autofinanciado do custo de coleta, tratamento e disposição final no município
Recursos alocados para ações de Educação Ambiental (em relação ao custo da limpeza pública)	
Grau de Abrangência de Políticas Públicas de Apoio ou Orientação às Pessoas que Atuam com RSU	
Quantidade de Ações de Fiscalização Relacionadas à Gestão de RSU Promovidas pelo Poder Público Municipal	
Grau de Execução do Plano Municipal de RSU Vigente	
Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da gestão de RSU	
Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU	
Regulamentos em gestão resíduos de construção civil	
Multa paga devido à disposição ilegal de resíduos	
Vigor de elaboração de políticas	
Quantidade de programas de educação ambiental apresentados a comunidade	
Relação entre a demanda e a existência de leis específicas de serviço público e de limpeza urbana	
Existência do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.	
Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU	
Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal	
Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal	
Grau de execução do Plano Municipal de RSU vigente	
Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população	
Intersetorialidade	
Universalidade	
Integralidade dos serviços de saneamento básico	
Possui um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos de Serviço de Saúde, de Resíduos de Construção Civil	
Apresenta fiscalização dos serviços de limpeza pública	
Taxa de alfabetização	
População na área geo-administrativa	
População na área coberta pelo serviço de gestão ambiental	
Renda per capita	
Semelhança do poder aquisitivo	

Quadro 1 – Lista de Indicadores para GIRS (Continuação)\*

‘INDICADORES	
SOCIAL	Consumo per capita de alimentos
	Consumo per capita de papéis e cartões
	Porcentagem social
	Separação dos resíduos
	Possibilidade de separação dos resíduos
	Comunicação
	População na área administrativa
	Domicílios na área servida
	Estabelecimentos comerciais na área servida
	Instituições (Escolas, bibliotecas públicas, construções religiosas, etc) na área servida
	Estabelecimentos de serviços de saúde na área servida
	Parques e outros lugares públicos na área servida
	Número de mercados na área servida
	Número de indústrias na área servida
	Uso de lixeiras individuais padronizadas
	Uso de lixeiras comunitárias padronizadas
	Número de reclamações devido ao serviço de compostagem (por mosca, insetos, mal cheiro etc)
	Número de reclamações devido ao serviço de incineração
	Número de reclamações sobre o serviço de disposição final
	Quantidade de atividades organizadas de comunicação ao público (Ex. Campanhas, exposições, etc.)
	Quantidade de atividades de educação pública
	Número de participantes nas atividades de comunicação e educação pública
	Criação de empregos
	Impacto do tráfego de caminhões nas comunidades
	Danos à saúde
	Oportunidades de emprego
	Total de reclamações recebidas por habitante por dia
	Satisfação dos habitantes com o serviço de gestão de resíduos sólidos
	Sensibilização dos profissionais quanto à gestão de resíduos de construção civil
	Fornecimento de oportunidades de emprego
	Condições físicas de trabalho
	Impactos à saúde a longo prazo
	Segurança dos funcionários na gestão de resíduos sólidos
	Satisfação dos consumidores quanto à gestão de resíduos de construção civil
	Apelo Público à regulamentação das disposições ilegais de resíduos
	Adesão da população
	Programas de educação e divulgação
	Inclusão de catadores avulsos
	Renda média mensal nas cooperativas
	Participação de catadores nas ações de coleta seletiva
	Existência de cooperativas ou associações no município
	Quantidade de pedidos de serviços de limpeza pública ou coleta de resíduos
Quantidade de advertências emitidas pela instituição de gestão dos RSU	
Quantidade de reclamações sobre os serviços de gestão dos RSU	
Quantidade de escolas que possuem programas de educação ambiental vinculados à gestão dos RSU	
Quantidade de instituições com programas de educação vinculada à gestão dos RSU	
Quantidade de pessoas que levam seus resíduos até os PEVs	
Número de catadores com idade superior a 14 anos que atuam na área urbana	
Número de catadores com idade inferior a 14 anos que atuam na área urbana	
Número de catadores com idade superior a 14 anos que trabalham na área de disposição final dos RSU	
Número de catadores com idade inferior a 14 anos que trabalham na área de disposição final	
Número de catadores com idade superior a 14 anos que residem na área utilizada para o tratamento/disposição final	
Número de catadores com idade inferior a 14 anos que residem na área utilizada para o tratamento/disposição final	
Grau de disponibilização dos serviços públicos de RSU à população	
Envolvimento da população	
Conveniência dos usuários	
Relação entre a demanda e a existência de leis específicas de serviço público e de limpeza urbana	
Existência de Lei de regulamentação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.	
Utiliza mão de obra local	
Satisfação da população em relação à coleta pública periodicidade/frequência/horário)	
Capacitação contínua de agentes que atuam na área da limpeza pública	

Quadro 1 – Lista de Indicadores para GIRS (Continuação)\*

INDICADORES	
SOCIAL	Realização de Avaliação da gestão dos RS de forma participativa
	Material informativo sobre o manejo dos resíduos sólidos
	Número de parceiros (Associações, universidades, setor privado, movimentos sociais)
	Formas de mobilização
	Catadores organizados (cooperativas ou associações)
	Renda per capita mensal obtida pelos catadores
	Abrangência dos cursos de capacitação promovidos aos catadores
	Salubridade do local do trabalho dos catadores (EPI, banheiros, refeitório, armazenamento adequado do refugo e dos recicláveis, cobertura, piso impermeabilizado)
	Artesãos que utilizam resíduos pós-consumo como fonte de renda

\*Fonte: Milanez (2002); Brasil (2004); United Nations (2005); Brasil (2005); Polaz e Teixeira (2009); Brasil (2010a); Brasil (2010b); Ventura, Reis e Takayanagui (2010); Bringhenti, Zandonade e Gunther (2011); Armijo, Puma e Ojeda (2011); Santiago e Dias (2012); Rocha (2012); Gehrke (2012); Lima (2012); Yuan (2013); Zaman (2014); Parekh et al. (2014); Cifran et al. (2015); Gusca et al. (2015); Yano e Sakai (2016); Moraes et al. (2017); Brasil (2018); Brasil (2019) e Moraes (2018).