

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CERRO LARGO  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**LAÍSE PELLIN**

**AVALIAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE SANTO ÂNGELO/RS**

**CERRO LARGO**

**2023**

**LAÍSE PELLIN**

**AVALIAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE SANTO ÂNGELO/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Alcione Aparecida de Almeida Alves

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Aline Raquel Muller Tones

**CERRO LARGO**

**2023**

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Pellin, Laíse

AVALIAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE SANTO ÂNGELO/RS / Laíse  
Pellin. -- 2023.

67 f.:il.

Orientadora: Doutora Alcione Aparecida de Almeida  
Alves

Co-orientadora: Doutora Aline Raquel Muller Tones  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Cerro  
Largo,RS, 2023.

I. , Alcione Aparecida de Almeida Alves, orient. II.  
Tones, Aline Raquel Muller, co-orient. III. Universidade  
Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

**LAÍSE PELLIN**

**AVALIAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE  
RESÍDUOSSÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE SANTO ÂNGELO/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 03/07/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **ALCIONE APARECIDA DE ALMEIDA ALVES**  
Data: 11/07/2023 14:17:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Alcione Aparecida de Almeida Alves - UFFS**

**Orientadora**

Documento assinado digitalmente  
 **JULIANO ROBERTO ALVES GARCIA**  
Data: 10/07/2023 16:23:14-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Juliano Garcia – UFFS**

**Avaliador**

Documento assinado digitalmente  
 **ALEXIA ELISA JUNG ENGEL**  
Data: 10/07/2023 15:48:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Alexia Elisa Jung Engel - Engenheira Ambiental e Sanitarista**

**Avaliadora**

“Para a sociedade, a universidade se resume à mera formação de alunos, mas cabe a nós mostrar que ela é muito mais que isso, que é também pesquisa, extensão, mudança”.

Renato Janine Ribeiro

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado forças nos momentos em que mais precisei, pela paciência, persistência nos momentos em que queria desistir de tudo, enfim muito obrigada meu Deus esta é mais uma etapa vencida de muitas outras que irão vir.

Agradeço a minha família por ter me dado o apoio, amor, carinho e incentivo no decorrer da minha graduação e pela minha psicóloga por me incentivar a terminar este percurso da faculdade. A minha mãe Maria, pai Olívio, mana Poliana e mana Shamyla, que são a minha base, amo muito vocês, obrigada por tudo.

A todos os professores, técnicos e funcionários da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Cerro Largo/RS que tiveram um papel extremamente significativo ao longo desta jornada. A minha orientadora, Professora Dra. Alcione Aparecida de Almeida Alves e a minha coorientadora Professora Dra. Aline Raquel Muller Tones, pelo auxílio e estímulo, compreensão, dedicação, ensinamentos repassados e pela paciência que vocês tiveram em todos os momentos comigo, meus sinceros agradecimentos, pois este trabalho não existiria sem a ajuda e motivação de vocês. Obrigada por tudo!

Agradeço a todos amigos e amigas, em especial a Carmine por ter sido uma grande amiga aqui em Cerro Largo, pois nenhuma batalha é vencida sozinha e no decorrer desta luta algumas pessoas estiveram ao meu lado e percorreram este caminho como verdadeiros soldados, me estimulando para que eu buscasse a minha vitória e conquistasse meu sonho.

Enfim, a todos aqueles, citados ou não, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização da conclusão do curso em Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária, meus sinceros agradecimentos e também a todos que me diziam que eu não chegaria até aqui, vocês foram cruciais para que eu nunca desistisse e me impulsionaram a querer sempre mais.

## RESUMO

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos é um desafio para os municípios brasileiros. Considerando-se as exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída por meio da Lei Federal nº 12.305/2010, uma etapa importante nessa adequação é a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Considerando a importância deste instrumento planejador, este trabalho teve por objetivo avaliar o PMGIRS do município de Santo Ângelo, localizado na região das Missões no estado do Rio Grande do Sul. As etapas metodológicas compreenderam a realização do diagnóstico ambiental simplificado dos serviços executados nas etapas de gestão de resíduos sólidos, avaliação dos impactos ambientais e proposição de medidas de controle ambiental. Os resultados obtidos indicaram um atendimento de 74% do conteúdo mínimo preconizado no Art. 19 da PNRS. Há indicação no PMGIRS que os resíduos sólidos são dispostos no aterro sanitário da Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos CRVR em Giruá, localizada no município vizinho a Santo Ângelo. E, como proposição de melhorias elenca-se a educação ambiental com foco na logística reversa, bem como promover a implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios, oportunizando assim condições para os municípios efetuarem a disposição correta de seus rejeitos, com isto promovendo a diminuição nos gastos gerados para o seu manejo e destinação correta dos mesmos.

**Palavras-chave:** Legislações. PNRS. Planejamento municipal. Gestão ambiental.

## ABSTRACT

The proper management of solid waste is a challenge for Brazilian municipalities. Considering the requirements of the National Policy on Solid Waste (PNRS) established through the Federal Law No. 12.305/2010, an important step in this adequacy is the preparation of the Municipal Plan for Integrated Management of Solid Waste (PMGIRS). Considering the importance of this planning instrument, this study aimed to evaluate the PMGIRS of the municipality of Santo Ângelo, located in the Missões region in the state of Rio Grande do Sul. The methodological steps included a simplified environmental diagnosis of the services performed in the stages of solid waste management, evaluation of environmental impacts and proposal of environmental control measures. The results obtained indicated a compliance of 74% of the minimum content recommended in Article 19 of the PNRS. There is an indication in the PMGIRS that the solid waste is disposed of in the landfill of the Riograndense Waste Valorization Company (CRVR) in Giruá, located in the neighboring municipality of Santo Ângelo. And, as a proposal for improvement, we list environmental education with a focus on reverse logistics, as well as promoting the implementation of consortium or shared solutions with other municipalities, thus providing conditions for municipalities to make the correct disposal of their waste, thus promoting a decrease in spending generated for its management and correct disposal.

**Keywords:** Legislation. PNRS. Municipal planning. Environmental management.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Padrões de cores para coleta seletiva .....                          | 17 |
| Figura 2 – Classificação dos resíduos sólidos conforme PNRS .....               | 17 |
| Figura 3 – Mapa de localização do município de Santo Ângelo/RS .....            | 33 |
| Figura 4 – Questionamentos para a elaboração do PMGIRS de Santo Ângelo/RS ..... | 34 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Classificação dos resíduos quanto à sua periculosidade.....  | 19 |
| Quadro 2 – Classificação dos resíduos quanto à sua origem.....  | 20 |
| Quadro 3 – Requisitos mínimos de análise do PMGIRS.....   | 34 |
| Quadro 4 – Conteúdo mínimo para a elaboração de PMGIRS previsto nos 19 itens do art. 19 da Lei Federal nº 12.305/2010.....                    | 38 |
| Quadro 5 – Proposições de melhorias para o PMGIRS do município de Santo Ângelo seguindo conforme o art. 19 da Lei Federal nº 12.305/2010..... | 57 |

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Disposição final de RSU no Brasil e regiões, por tipo de destinação (t/ano e %)..27

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |  |
|---------|--|
| ABNT    | Associação Brasileira de Normas Técnicas   |
| ABRELPE | Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos                    |
| ANA     | Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico                                      |
| CBOMTE  | Classificação Brasileira de Ocupações do Ministério do Trabalho e Emprego          |
| CETESB  | Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental                                    |
| CONAMA  | Conselho Nacional do Meio Ambiente   |
| CORSAN  | Companhia Riograndense De Saneamento   |
| EMATER  | Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural |
| IBAM    | Instituto Brasileiro de Administração Municipal                                    |
| IBGE    | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                                    |
| IPTU    | Imposto Predial e Territorial Urbano   |
| LR      | Logística Reversa  |
| MPRS    | Ministério Público do estado do Rio Grande do Sul                                  |
| NBR     | Norma Brasileira   |
| PEV     | Ponto de Entrega Voluntária  |
| PGRS    | Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos  |
| PMGIRS  | Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos                           |
| PMSBs   | Planos Municipais de Saneamento  |
| PMSBPSA | Plano Municipal de Saneamento Básico Participativo de Santo Ângelo                 |
| PNRS    | Política Nacional dos Resíduos Sólidos   |
| PSGIRS  | Plano Simplificado de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos                        |
| RDO     | Resíduos Domiciliares  |
| RLU     | Resíduos de Limpeza Urbana   |
| RNTRC   | Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Cargas                         |
| RSD     | Resíduo Sólido Doméstico   |
| RSU     | Resíduos sólidos urbanos   |
| SIG     | Sistema de Informação Geográfica   |
| SNIS    | Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento                                   |
| UFFS    | Universidade Federal da Fronteira Sul  |

## SUMÁRIO

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>13</b> |
| 1.1          | OBJETIVOS .....   | 14        |
| <b>1.1.1</b> | <b>Objetivo geral .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>1.1.2</b> | <b>Objetivos específicos .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2</b>     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>  | <b>15</b> |
| 2.1          | RESÍDUOS SÓLIDOS .....  | 15        |
| <b>2.1.1</b> | <b>Classificação dos resíduos sólidos .....</b>                                 | <b>18</b> |
| 2.2          | PANORAMA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....                                     | 21        |
| <b>2.2.1</b> | <b>Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos .....</b>                         | <b>21</b> |
| <b>2.2.2</b> | <b>Geração dos resíduos sólidos urbanos.....</b>                                | <b>22</b> |
| <b>2.2.3</b> | <b>Acondicionamento dos resíduos sólidos urbanos .....</b>                      | <b>24</b> |
| <b>2.2.4</b> | <b>Coleta dos resíduos sólidos urbanos .....</b>                                | <b>25</b> |
| <b>2.2.5</b> | <b>Transporte e disposição final dos resíduos sólidos urbanos.....</b>          | <b>26</b> |
| <b>2.2.6</b> | <b>Princípios e objetivos da PNRS.....</b>                                      | <b>28</b> |
| <b>2.2.7</b> | <b>Logística reversa.....</b>   | <b>28</b> |
| <b>2.2.8</b> | <b>Coleta seletiva .....</b>  | <b>30</b> |
| <b>3</b>     | <b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>   | <b>32</b> |
| 3.1          | TIPO DE ESTUDO .....  | 32        |
| 3.2          | ÁREA DE ESTUDO E POPULAÇÃO DA AMOSTRA .....                                     | 32        |
| 3.3          | COLETA DE DADOS .....   | 33        |
| 3.4          | ANÁLISE DOS DADOS .....   | 34        |
| <b>4</b>     | <b>RESULTADO E DISCUSSÕES .....</b>   | <b>37</b> |
| 4.1          | PANORAMA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE<br>SANTO ÂNGELO/RS ..... | 37        |
| <b>4.1.1</b> | <b>Atendimento.....</b>   | <b>43</b> |
| <b>4.1.2</b> | <b>Atendimento parcial.....</b>   | <b>52</b> |
| <b>4.1.3</b> | <b>Não atendimento.....</b>   | <b>56</b> |
| <b>4.1.4</b> | <b>Proposição de melhorias .....</b>  | <b>56</b> |
| <b>5</b>     | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>   | <b>60</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>61</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Baseado em uma abordagem linear onde se vê "extrair, consumir e descartar", o sistema econômico atual deverá levar o planeta a um cenário de maior degradação ambiental e de escassez, visto o aumento da população mundial e à carência de recursos para satisfazer as necessidades presentes de consumo (COSENZA *et al.*, 2020).

A sociedade em conjunto aos diversos processos industriais, geram significativas proporções de resíduos sólidos, variam de acordo com o padrão econômico de qualidade de vida e condições de consumo. Em curto período de tempo ocorre o descarte, eventualmente torna-se um problema ambiental, insere-se condicionantes e tratamentos adequados e respectivas destinações finais, ambientalmente adequadas com finalidade de armazenamento em aterro sanitário (CHAVES *et al.*, 2020).

O avanço industrial acelerado, transformações dos produtos e aquisição momentânea, preocupam alarmantemente as condições referentes aos resíduos sólidos urbanos (RSU). A falta de gerenciamento e de controle na destinação dos RSU passaram a ocasionar problemas à saúde da população atrelada a saúde pública e os padrões de descarte. Diante deste cenário, buscaram-se por soluções emergenciais, com provisões relatadas no ano de 2016, a geração global de RSU foi de 2,01 bilhões de toneladas, com uma estimativa que aumente para 3,4 bilhões de toneladas até o final das próximas três décadas (KAZA *et al.*, 2018).

A organização de limpeza urbana com total obrigatoriedade descritas em legislações atribuídas aos municípios, instituem na gestão de resíduos domiciliares a responsabilidade pela coleta e destinação adequada. Com eficiente implantação de sistemas capazes de posteriormente ao transporte e triagem de forma colaborativa da logística reversa, o beneficiamento de reciclagem reaproveitando materiais e diminuição do consumo de matéria prima. Mediante esse compromisso com a sociedade, em conduta as viabilidades podem delegar a função, ou seja, passar para terceiros com existência de contrato para prestação de serviços (WIRTH, 2016).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, trazendo como um de seus instrumentos, a obrigatoriedade da elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) pelos municípios brasileiros. Os PMGIRS são instrumentos que devem ser elaborados e implantados pelos municípios a fim de minimizar possíveis problemas da gestão inadequada dos RSU, que se configura como um desafio para as administrações públicas. Logo, evidencia-se a importância

de avaliar a gestão de RSU e a adequação dos PMGIRS ao conteúdo mínimo previsto na PNRS, frente a realidade atual, especialmente em um contexto estadual.

Diante deste contexto, este trabalho se justifica a necessidade ao acesso de informações que disponibilizam a seriedade da problemática referente aos impactos da geração de resíduos sólidos, coleta seletiva, educação ambiental para ampliação da segregação de resíduos, com propostas de melhorias adjunto a análise do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

## 1.1 OBJETIVOS

Os objetivos foram norteados em geral e específicos, conforme descrito na sequência.

### 1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar as informações sobre a gestão integrada de resíduos sólidos no Município de Santo Ângelo/RS descritos no PMGIRS.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram conduzidos de modo a:

Apresentar o panorama da estrutura de gestão de resíduos sólidos no município de Santo Ângelo/RS;

Contextualizar as problemáticas ambientais vinculadas a destinação de resíduos;

Identificar possíveis inconsistências e realizar proposições de melhorias no PMGIRS de acordo com a PNRS.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta sessão será apresentado uma revisão de literatura acerca da gestão integrada e gerenciamento dos resíduos sólidos e alguns conceitos utilizados sobre o tema, bem como da legislação vigente.

### 2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os resíduos sólidos são definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços 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 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 1).

Sendo assim, pode-se entender que resíduo sólido, é proveniente das ações humanas, que é necessário um certo cuidado em sua destinação e, que após gerado pode ser reciclado ou não. Conforme o Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), o resíduo após ser gerado pela sociedade e sucessivamente descartado, pode haver outras maneiras de utilização, como até mesmo servir de matéria-prima para geração de um novo produto (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Conforme a NBR nº 10.004/2004 quanto a classificação dos resíduos sólidos (ABNT, 2004), todo e qualquer tipo de resíduo pode apresentar um certo risco de contaminação ao meio ambiente e a saúde humana quando descartado de forma inadequada. Isto acontece em função das características do resíduo, analisando suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas.

A PNRS implantou o princípio de gerenciamento correto de resíduo a partir da segregação na fonte geradora de acordo com a sua classificação, identificação, acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final correta. A PNRS também visa incentivar a busca por redução dos mesmos para que os danos ao meio ambiente e saúde pública sejam minimizados cada vez mais (BRASIL d, 2010).

Cabe ressaltar que, os resíduos não acondicionados corretamente desencadeiam uma problemática ambiental com grandes impactos como a proliferação de vetores, transmissão de doenças, efeito estufa pela emissão de gases poluentes atmosféricos entre outros contaminantes atrelados a poluição dos solos e dos corpos hídricos. Áreas para atividades com possíveis fins econômicos ou recreação passam a serem representadas de formas negativas após a poluição visual e os maus odores proporcionados pelo descarte incorreto de resíduos sólidos (MONTAGNA *et al.*, 2012).

As implementações de um manejo adequado dos resíduos sólidos devido à destinação dos mesmos, vem sendo indispensável por conta das constatações no meio ambiente e danos à saúde coletiva. Uma questão muito discutida é a maneira de repensar as práticas ecológicas e sociais, que aumentam gradativamente e por muitas décadas inimagináveis, as ações simples contribuirão para iniciar o equilíbrio entre os seres humanos na sua relação entre o material descartado diariamente (RODRIGUES, 2015).

Após décadas de geração de resíduos sem o menor cuidado ambiental iniciou-se movimentos e políticas ambientais de interesse internacional nas décadas de 70 e 80. O primeiro acordo tratado foi com a Agenda 21, também conhecida como Rio-92 ou ECO-92, onde os países assumiram deveres com o meio ambiente através do comprometimento de instituir políticas ambientais de forma sustentável. Esse compromisso foi assumido na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimentos, que sucedeu no Rio de Janeiro, em 1992 (BRASIL a, 1992).

Como uma oportunidade rentável, a reciclagem chega ao Brasil com essa percepção, visando o reaproveitamento. Ultrapassa os motivos econômicos, atinge os mais relevantes dos resultados as mudanças ecológicas, o planejamento de modo seguro e viável economicamente, para insistir na logística reversa afirmando bons acordos. Torna a reciclagem o papel fundamental para conscientização após o uso de cada tipo de material (CASTANHO *et al.*, 2006).

Disposto na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 275/2001 foram estabelecidas classificações e padronizações de cores para os diferentes tipos de resíduos auxiliando na identificação dos coletores no Brasil, conforme apresentado na Figura 1 com os padrões de cores para a coleta seletiva (BRASIL b, 2001).

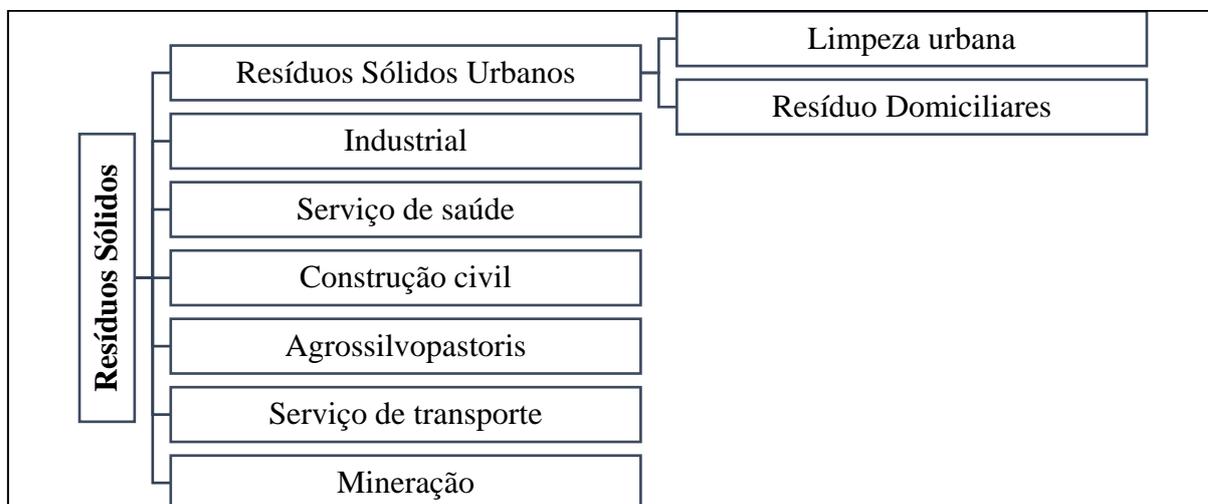
Figura 1 – Padrões de cores para coleta seletiva



Fonte: DOMINGOS *et al.* 2018.

A PNRS classifica os resíduos sólidos conforme a sua origem (Figura 2). O resíduo sólido urbano (RSU) engloba os resíduos domiciliares (RDO) e os resíduos de limpeza urbana (RLU) (BRASIL d, 2010).

Figura 2 – Classificação dos resíduos sólidos conforme PNRS



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Destacam-se os RSU como os resíduos em maior quantidade, conforme os dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil da (ABRELPE) de 2022 a geração de RSU chegou a 81,8 milhões de toneladas em 2021, o que corresponde a 224 mil toneladas diárias. Nós seres humanos, somos os geradores com crucial participação no processo de melhorias, como se a partir de sua colocação em um recipiente para coleta, não tivessem mais nenhum vínculo ou responsabilidade com o mesmo, essa analogia precisa de mudanças, somos responsáveis pelos descartes (ABRELPE, 2022).

As dificuldades e ineficiência do Poder Público em ações voltadas à gestão dos resíduos sólidos, a citar a coleta e disposição adequada, torna-se cada vez mais crítico, o que dificulta que os municípios possam dar uma destinação adequada aos RSU gerados. Muitas vezes, as ações para resolução dessa problemática são insuficientes devido ao fato de serem realizadas em menor ritmo e escala, se comparadas à intensidade e abrangência de sua geração (AMORMINO JÚNIOR, 2018).

Considerando o alto impacto ambiental causado pelos resíduos, visando incentivar a diminuição destes impactos e baseando-se na conferência Rio-92, o Brasil instituiu a PNRS disposta na Lei Federal nº 12.305/10. Este foi o marco regulatório nacional de maior importância relacionado aos resíduos, que ocorreu após tramitar por 20 anos no congresso nacional, sendo aprovada em 02 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404/2010. Contudo, o Brasil ainda é um dos maiores geradores de resíduos, por isso, é de grande importância desenvolver a gestão dos resíduos no país (ABRELPE, 2017; BRASIL d, 2010).

Dessa forma, são necessárias mudanças no modo de pensar, uma educação voltada para o consumo sustentável e a sensibilização da população que leve a pensar e levar em consideração as atuais características da sociedade contemporânea, e que toda população haja com mais postura ética, responsável e solidária quando se fala em resíduos e sua separação (MONTEIRO, 2001).

### **2.1.1 Classificação dos resíduos sólidos**

O processo de classificação dos resíduos sólidos é realizado na identificação de suas características desde o seu processo produtivo até as suas propriedades físicas e químicas e seus constituintes, assim podendo listar e analisar para posteriormente elaborar um laudo desta análise e obter um conhecimento deste resíduo quanto a sua periculosidade diante ao meio ambiente e a saúde humana, conforme a NBR nº 10.004/2004 (ABNT, 2004).

No Quadro 1, pode-se observar a classificação dos resíduos quanto a sua periculosidade diante ao meio ambiente e a saúde. Já no Quadro 2, observa-se a classificação dos resíduos diante a sua origem conforme a Lei Federal nº 12.305/2010, da PNRS.

Quadro 1 – Classificação dos resíduos quanto à sua periculosidade

| <b>Tipo</b>    | <b>Classificação</b> | <b>Descrição</b>  |
|----------------|----------------------|---|
| Classe I       | Perigosos            | São aqueles que apresentam periculosidade, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. Eles apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.  |
| Classe II      | Não perigosos        | São subdivididos em duas subclasses, II-A não Inertes e II-B inertes. Os resíduos não perigosos podem ser resíduos de restaurante (restos de alimentos), sucata de metais ferrosos e não ferrosos, resíduos de papel e papelão, plástico polimerizado, borracha, madeira, materiais têxteis, minerais não-metálicos, areia de fundição, bagaço de cana, e dentre outros resíduos não perigosos.   |
| Classe II<br>A | Não inertes          | Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.  |
| Classe II<br>B | Inertes              | 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 deionizada, à temperatura ambiente, conforme 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 anexo G da NBR 10.004/2004. |

Fonte: ABNT, 2004.

Quadro 2 – Classificação dos resíduos quanto à sua origem

| <b>Classificação</b>  | <b>Descrição</b>  |
|---|---|
| Resíduos domiciliares   | Os originários de atividades domésticas em residências urbanas;   |
| Resíduos de limpeza urbana  | Os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.   |
| Resíduos sólidos urbanos  | Os englobados nas alíneas “a” e “b”.  |
| Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços | Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”.   |
| Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico               | Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”.  |
| Resíduos industriais  | Os gerados nos processos produtivos e instalações industriais.  |
| Resíduos de serviços de saúde                                     | Os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos dos Sisnama e do SNVS.   |
| Resíduos de construção civil                                      | Os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. |
| Resíduos agrossilvopastoris                                       | Os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.   |
| Resíduos de serviços de transporte                                | Os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira.   |
| Resíduos de mineração   | Os gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.  |

Fonte: BRASIL d, 2010.

É de extrema importância ter uma classificação dos resíduos quanto a sua origem e periculosidade, podendo posteriormente ser reutilizado ou reciclado. O processo que não envolve alterações nos resíduos é chamado de reutilização, já quando ocorre alteração em suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas dos resíduos sólidos, será transformado os resíduos em novos produtos, avaliando conforme os órgãos ambientais (BRASIL, 2010a). Sendo assim a classificação, caracterização dos resíduos é devido ao conhecimento quanto a sua origem, e a geração é influenciada por diversos fatores quanto ao desenvolvimento socioeconômico da população a densidade urbana, a industrialização e a outros fatores como os hábitos de consumo, nível educacional e sazonalidade de ocupação (MENDEZ, 2017).

## 2.2 PANORAMA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A PNRS tem como preocupação a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos, indicando as responsabilidades dos geradores, do poder público e dos consumidores.

De acordo com Panorama divulgado em 2022 pela (ABRELPE), indica que mesmo no ano de 2022 o Brasil ainda conta com altos índices de municípios sem coleta seletiva cerca de 24,9%, e na região sul do país apresenta 8,6%. Segundo o autor, a gestão dos resíduos sólidos surge como principal e efetiva opção para a redução dos impactos gerados pelos resíduos, como no manejo adequado e no controle da saúde pública.

### 2.2.1 Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos

Segundo Zanta (2016), o gerenciamento dos resíduos sólidos são as estratégias de planejamento para prevenção à poluição, buscando reduzir ou evitar a geração de resíduos e poluentes que são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública. Sendo assim é necessário reduzir a sua geração na fonte, obter formas de reaproveitamento, ter um tratamento adequado e uma disposição final correta conforme as resoluções efetivas de cada município e região, e das especificações de cada tipo de resíduo.

Para Vieira *et al.* (2022), a gestão dos resíduos sólidos corresponde a diversas etapas que necessitam de decisões estratégicas, como analisando o resíduo gerado, classificando, quantificando, armazenando, identificando e dando a sua destinação. Mas para isso é necessário organização no setor, analisando as instituições políticas, instrumentos e meios disponíveis para executar tal gestão.

Nas diretrizes aplicáveis à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos conforme a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a PNRS, Art. 38. “Os geradores de resíduos sólidos deverão adotar medidas que promovam a redução da geração dos resíduos, principalmente os resíduos perigosos, na forma prevista nos respectivos planos de resíduos” (BRASIL d, 2010).

A PNRS também definiu as responsabilidades do poder público e dos geradores responsáveis pelos resíduos sólidos. Os municípios são responsáveis para elaborar Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRSs), documentos técnicos os quais devem atender ao conteúdo mínimo definido nos incisos I a XIX do art. 19 dessa Lei. Os PMGIRS podem estar inseridos nos Planos Municipais de Saneamento (PMSBs), de que trata a Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL c, 2007), desde que respeitado o conteúdo mínimo estabelecido nas duas normas legais. Se o município optar por soluções consorciadas

intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, ele poderá ser dispensado da elaboração do PMGIRS, desde que o plano intermunicipal preencha o conteúdo mínimo estabelecido (sólidos e nas demais normas aplicáveis (CHAVES *et al.*, 2020).

Entretanto, em 15 de julho de 2020, o Congresso Nacional brasileiro aprovou e o Presidente da República sancionou o Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026/2020), promovendo serviços de acesso à água e ao esgoto a população, no qual constam diversas diretrizes e metas a serem alcançadas. E, com isto, o Estado brasileiro faz o uso de concessão dos serviços ao setor privado para ajudá-lo no cumprimento dessas metas. Desse modo, o acesso à água e ao saneamento básico deixa de ser um serviço público essencial e torna-se um bem econômico com finalidade mercadológica de gerar lucro (BRASIL h, 2020).

A Lei Federal nº 14.026/2020 instituiu o prazo até 31 de dezembro de 2020 para extinção de lixões e aterros controlados que não possuem infraestrutura adequada e necessária para a proteção da saúde da população, bem como preservação do meio ambiente (BRASIL h, 2020).

A PNRS, regulamentada pelo Decreto Federal nº 10.936/2022, tem como alguns dos seus princípios a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos entre governo, empresas e população, impulsionando o retorno dos produtos às indústrias após o consumo (logística reversa), bem como a obrigação do poder público para realizar planos para o gerenciamento dos resíduos sólidos (BRASIL i, 2022).

A aprovação do novo marco legal do saneamento básico assume no país o compromisso de universalizar o acesso ao mesmo até o ano de 2033. Esta é uma demanda e necessidade realmente urgente para a sociedade, especialmente para as populações mais empobrecidas, que habitam em bairros com nenhum/pouca infraestrutura, sendo a fração com maior percentual de sem cobertura da rede de abastecimento de água potável, recolhimento regular de lixo e esgotamento sanitário, como também o seu respectivo tratamento (BRASIL h, 2022).

### **2.2.2 Geração dos resíduos sólidos urbanos**

Os RSU, segundo Schalch e colaboradores (2002), são de origem domiciliar gerado nas residências, nos comércios, produzido em escritórios, lojas, hotéis, supermercados, restaurantes e em outros estabelecimentos afins. Também são resíduos sólidos os resíduos de serviços oriundos da limpeza pública urbana, além dos resíduos de varrição das vias públicas, limpezas de galerias, terrenos, córregos, praias, feiras, podas, capinação, entre outros.

O PNRS ressalta a importância da gestão dos resíduos gerados, pois o seu descarte inadequadamente provoca graves problemas ambientais e a saúde humana, sendo que a geração dos resíduos só está aumentando. As concentrações de geração dos resíduos são de maneira descentralizada nas diferentes regiões das cidades, onde a população desempenha as suas atividades diárias, como em escritórios, escolas, centros comerciais, entre outros (ABRELPE, 2022; VIEIRA *et al.*, 2022).

No Brasil, no ano de 2022, foram geradas aproximadamente 82,5 milhões de toneladas de RSU, sofrendo influência direta da pandemia da COVID-19, com uma média diária de 224 mil toneladas de RSU geradas. Dessa forma, cada habitante do país gerou, em média, 1,043 kg de RSU. Embora 76,1 milhões de toneladas (93,04% de cobertura) de RSU sejam coletadas, 30,1 milhões de toneladas (39,5% do coletado) ainda encontram disposição inadequada, podendo ocasionar inúmeros impactos sociais e ambientais (ABRELPE, 2022).

Conforme Gomes (2020) relata que o aumento da geração de resíduos vem ocorrendo devido a constante inovação, novos produtos sendo gerados, trazendo conforto e bem estar a população, levando a exploração dos recursos naturais, assim ocasionando em maiores volumes de resíduos gerados.

Com isto analisando os dados da ABRELPE (2022), observou-se o aumento de geração de RSU, onde a geração no Brasil por ano é em cerca de 81.811.506 t/ano, e a população em média gera 381 kg/hab/ano, a região com maior geração de resíduos é o Sudeste, com cerca de 111 mil toneladas diárias aproximadamente (50%) da geração do país e 450 kg/hab/ano, já a região centro-oeste representa pouco mais de 7% do total gerado, com cerca de 6 milhões t/ano. Na região Sul, apresenta uma geração de 10,6%, com uma média de 0,776 kg/hab/dia, a menor geração média do país, onde a região Sudeste apresentando uma geração média de 1,234 kg/hab/dia, a maior do país. A gestão de resíduos sólidos surge então, como principal e efetiva opção, para redução dos impactos gerados pelos resíduos.

Devido a exigência imposta pela PNRS a respeito da obrigação da elaboração dos PMGIRS como premissa para os municípios terem acesso aos recursos da união, é comum que em diversos casos, os planos elaborados e aprovados não sejam aplicados, tendo como possíveis causas a falta de interesse dos gestores municipais ou carência de um órgão de planejamento e controle voltados à gestão dos resíduos sólidos (MORAES, 2017).

Assim, avaliar os PMGIRS de modo a verificar se estão sendo elaborados de acordo com o conteúdo mínimo da legislação é o primeiro passo para que a gestão de resíduos sólidos seja realizada de forma apropriada na esfera municipal (CHAVES *et al.*, 2020). Outrossim, Ramos e Schabbach (2012) afirmaram que avaliar políticas públicas contribui para que o

planejamento, formulação, acompanhamento da implementação, revisões e atualizações, bem como para a tomada de decisões.

### **2.2.3 Acondicionamento dos resíduos sólidos urbanos**

Conforme a Lei Federal nº 12.305/2010 da PNRS:

Os consumidores são obrigados, sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou quando instituídos sistemas de logística reversa na forma do art. 15, a acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados e a disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução. Parágrafo único: a obrigação referida no caput não isenta os consumidores de observar as regras de acondicionamento, segregação e destinação final dos resíduos previstas na legislação do titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. (BRASIL d, 2010, p. 45).

A fase de acondicionamento é o armazenar os resíduos sólidos em recipientes apropriados, revestidos, que garantam sua estanqueidade, em regulares condições de higiene, visando a sua posterior estocagem ou coleta, sendo realizada inicialmente nas residências, desde a separação dos resíduos sólidos do úmido, para posteriormente facilitar a sua reciclagem (BRASIL d, 2010).

Cerca de 80 mil toneladas de RSU são descartadas de forma inadequada no Brasil todos os dias, correspondendo a mais de 40% dos resíduos coletados. Mesmo com aumento de 6,2% ao ano do volume de resíduos disposto de forma adequada, “esse índice tem evoluído a passos lentos, e o volume absoluto de resíduos disposto de forma inadequada tem aumentado gradativamente”. No Brasil “existem 1.775 lixões, e muitos deles ainda com pessoas catando materiais em condições insalubres e degradantes à dignidade humana” (SILVA *et al.*, 2021a).

Esse cenário associa impactos ambientais, como poluição do ar, contaminação do solo, das águas superficiais e de lençóis freáticos, riscos à saúde pública, problemas socioeconômicos, poluição visual, mau odor e desvalorização imobiliária que se estendem para além das áreas de disposição final, afetando a população em geral (ESPINOSA, SILVAS, 2014).

A elaboração de um PMGIRS em conformidade com as diretrizes da Lei nº 12.305/2010 torna-se o principal subsídio para os municípios na solução dos seus problemas na área de

saneamento ambiental e de saúde pública, como também, no seu enriquecimento institucional, propondo modelos gerenciais compatíveis com sua veracidade, com a efetiva participação da população usuária dos serviços e da sociedade em geral, e propicia os instrumentos necessários para a gestão integrada dos resíduos sólidos no município (CHAVES *et al.*, 2020).

As dificuldades e ineficiência do Poder Público em ações voltadas à gestão dos resíduos sólidos, a citar a coleta e disposição adequada, torna-se cada vez mais crítico, o que dificulta que os municípios possam dar uma destinação adequada aos resíduos sólidos urbanos gerados. Muitas vezes, as ações para resolução dessa problemática são insuficientes devido ao fato de serem realizadas em menor ritmo e escala, se comparadas à intensidade e abrangência de sua geração (VIEIRA *et al.*, 2022).

#### **2.2.4 Coleta dos resíduos sólidos urbanos**

Segundo Mendez (2017), principais formas de coleta dos RSU são classificadas da seguinte maneira:

(a) Coleta regular: sistema mais comum e também conhecido como porta a porta, junto aos domicílios;

(b) Coleta extraordinária ou esporádica: ocorrendo por solicitação nos casos de móveis inservíveis e eletrodomésticos;

(c) Coleta especial: nos casos de resíduos específicos como resíduos sólido de serviço de saúde, resíduo sólido de construção civil, etc;

(d) Coleta seletiva: sistema de coleta dos resíduos com potencial de reciclagem como papel/papelão, plástico, vidros e metais;

Local específico para entrega: moradores levam os resíduos até pontos determinados como Ponto de Entrega Voluntária (PEV), esse método é comum em áreas de baixa densidade demográfica, mas em países da Europa e EUA é muito empregado.

Conforme os dados obtidos da ABRELPE (2022), o Brasil registrou um pequeno aumento na disposição final ambientalmente adequada dos RSU, sendo que no ano de 2022 tem um total de 76,1 milhões de toneladas coletadas, levando a uma cobertura de coleta de 93%. As regiões com difíceis acessos a serviços de coleta regular RSU e com baixa renda, são as que apresentam menor cobertura de destinação ambientalmente correta, chegando a uma geração de 29,7 milhões de toneladas, (39% do coletado) ainda encontram disposição final inadequada, podendo ocasionar diversos impactos socioambientais, e 61% dos RSU coletados são

encaminhados para aterros sanitários, com 46,4 milhões de toneladas enviadas para destinação ambientalmente adequada em 2022 (ABRELPE, 2022).

Silveira (2018) relatou que cada modelo de coleta dos resíduos é importante, como a coleta porta em porta e locais com PEV, são medidas vantajosas e com baixo custo, porém por serem entregas voluntárias, requer tempo e disposição dos envolvidos, assim ocorrendo redução na participação deste tipo de coleta.

Isso evidencia que, apesar dos avanços do país no sentido de propor políticas públicas para a gestão adequada dos resíduos sólidos, muitas melhorias são necessárias. A coleta de RSU executada pela maioria dos municípios brasileiros é parcial, o que contribui significativamente para o desconhecimento sobre a quantidade total gerada e o destino real dos RSU no Brasil (ABRELPE, 2022).

### **2.2.5 Transporte e disposição final dos resíduos sólidos urbanos**

“A disposição final é uma das alternativas de destinação final ambientalmente adequada previstas na PNRS, desde que observadas as normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (ABRELPE, 2022).

A roteirização consiste em reduzir o custo dos transportes e melhorar o serviço prestado, encontrando os melhores trajetos que um veículo deve fazer. O método mais simples e mais direto é o denominado método da rota mais curta, que pode ser baseado utilizando-se de *software*. Por meio de soluções computadorizadas, a rede de ligações e de “nós” pode ser banida em um banco de dados e, ao selecionar pares particulares da origem e do destino as rotas curtas podem ser desenvolvidas (BALLOU, 2006).

Existem muitos *softwares* que facilitam a atividade de roteirização que combinando uma tecnologia de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e um sistema de modelagem de capacidades de transporte em uma plataforma integrada. Trabalhando com todos os modais de transporte, este sistema, quando aplicado a modelos de roteamento e logística, pode ser utilizado por diferentes setores (públicos ou privados) como, por exemplo, na coleta de resíduos e recicláveis. Nesta perspectiva ressalta-se que a roteirização e a programação do veículo também contribuem para o cumprimento da frequência, horário e regularidade da coleta do resíduo urbano (LIMA *et al.*, 2011).

O destino final do RSU, tem como objetivo uma destinação correta, entre diversas formas da correta destinação, temos a incineração controlada e o aterro sanitário. Algumas das

formas mais comuns de disposição utilizadas pelos municípios brasileiros são os lixões, onde a disposição é a céu aberto, sem qualquer medida de proteção ao meio ambiente e a saúde pública. Essas medidas tem por objetivo a proteção do solo, do ar, bem como as águas subterrâneas e superficiais. O aterro sanitário é um modo de disposição no solo que não causa danos à saúde pública e à segurança, minimizando impactos ambientais (KAZA *et al.*, 2018).

Segundo os dados da ABRELPE (2022), o Brasil tem 2.774 municípios com disposição final ambientalmente adequada e 2.826 municípios com destinação inadequada, um quadro preocupante, devido a região Nordeste, onde apresentou maior número de disposição final de RSU inadequada, já a região Sul apresenta menor número de municípios com disposição final inadequada de RSU, com apenas 120 municípios e 1.071 com disposição adequada. Como pode-se observar na Tabela 1 temos a quantidade de RSU no decorrer do ano de 2022 e a sua porcentagem.

Tabela 1 – Disposição final de RSU no Brasil e regiões, por tipo de destinação (t/ano e %)

| Região       | Disposição adequada |       | Disposição inadequada |       |
|--------------|---------------------|-------|-----------------------|-------|
|              | t/ano               | %     | t/ano                 | %     |
| Norte        | 1.870.470           | 36,6% | 3.240.105             | 63,4% |
| Nordeste     | 6.214.527           | 37,2% | 10.491.191            | 62,8% |
| Centro-Oeste | 2.532.762           | 43,5% | 3.288.281             | 56,5% |
| Sudeste      | 29.773.638          | 74,3% | 10.298.552            | 25,7% |
| Sul          | 6.020.694           | 71,6% | 2.388.097             | 28,4% |
| Brasil       | 46.412.091          | 61,0% | 29.706.226            | 39,0% |

Fonte: ABRELPE, 2022.

De acordo com Leite (2019), o solo é um dos principais meios afetados com a disposição inadequada de RSU, uma vez que, existem uma grande diversidade de materiais de variadas composições, podendo conter metais pesados, hidrocarbonetos, compostos voláteis dentre outros, que podem causar a contaminação desse recurso natural. À medida que ocorre o processo de decomposição desses resíduos, os subprodutos são liberados no meio ambiente em forma de líquidos (lixiviados) e gases (biogás). No caso do lixiviado, este pode percolar todo o perfil do solo e contaminar o lençol freático, como também escoar e atingir os cursos d'água superficiais existentes nas proximidades do lixão.

### **2.2.6 Princípios e objetivos da PNRS**

A Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a PNRS reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo governo federal, isoladamente ou em regime de cooperação com estados, Distrito Federal, municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. A PNRS regulamenta o gerenciamento de resíduos sólidos como uma ampliação de alguns objetivos da Agenda 21 a nível nacional, e instituição de novos paradigmas como a logística reversa (BRASIL d, 2010).

### **2.2.7 Logística reversa**

De acordo ABRELPE (2022), na Lei Federal nº 12.305/2010 da PNRS, instituiu a logística reversa como um instrumento de implementação do princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, sendo um marco legal para diversos setores, com o intuito de desenvolver ações de um novo ciclo de aproveitamento de produtos e embalagens após o consumo, esta lei inclui os catadores de materiais recicláveis como agentes essenciais no tratamento de resíduos sólidos.

Conforme o Decreto Federal nº 7.404/2010, ela regulamenta a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a PNRS, cria o comitê interministerial da PNRS e o comitê orientador para a implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências. E o Decreto Federal nº 7.405/2010, institui o programa pró-catador, denomina comitê interministerial para inclusão social e econômica dos catadores de materiais reutilizáveis, além de outras providências.

A PNRS trata a logística reversa como um “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.” Para Amormino Júnior (2018), a logística reversa busca diminuir os resíduos depositados nos aterros sanitários ou lixões, e reduzir a extração de matérias-primas, como agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletrônicos, que são resíduos obrigatórios na estruturação e implementação do sistema de logística reversa por parte dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes.

Os instrumentos que asseguram a aplicabilidade da logística reversa, conforme listados na Lei são realizados com acordos setoriais; regulamentos expedidos pelo poder público; ou por termos de compromisso (BRASIL d, 2010).

Com a Lei Federal nº 12.305/2010, relata a importância de políticas públicas bem elaboradas, com planos municipais ligados a planos diretores, zoneamento ambiental, plano municipal de saneamento, integrando o meio ambiente e a importância de conscientização ambiental para tornar o município mais sustentável e as políticas públicas mais efetivas (GOMES, 2020).

Com isto o PMGIRS é um documento obrigatório para todos os municípios, onde aponta e descreve as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos, sendo necessário atualizar e revisar plurianualmente. Este documento deverá identificar e indicar medidas saneadoras para os passivos ambientais originados de áreas contaminadas, inclusive de lixões e aterros controlados e empreendimento sujeitos à elaboração de PGRS (BRASIL d, 2010).

Atualmente, em virtude da preocupação maior relacionada ao descarte de medicamentos em lugares inapropriados e de acúmulos em residências domésticas, foi publicado o Decreto Federal nº 10.388/2020 onde o governo federal regulamenta o sistema de logística reversa no Brasil, promovendo as farmácias e drogarias terem um ponto de recolhimento dos medicamentos vencidos, promovendo o descarte correto destes medicamentos (SOUZA, *et al.*, 2021).

Adicionalmente, no ano de 2017 foi relatado o acúmulo de 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico no mundo, ficando o Brasil atrás apenas dos Estados Unidos. Uma situação alarmante, altos níveis de quantidade resíduos eletroeletrônicos, desenfreado pelo consumo e substituição de produtos mais atuais (ACHARYA, 2017). Tendo em vista a carência de logística reversa também nesse setor, foi publicado no Brasil o Decreto Federal nº 10.240/2020, que implementa o sistema de logística reversa para produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico, com o objetivo em obter uma melhor estruturação, na implementação e a operacionalização de sistema de logística no mercado interno.

A implantação do novo marco legal do plano de saneamento básico, conforme a Lei Federal nº14.026/2020, veio devido à grande dificuldade de implementação da Lei Federal nº11.445/2007, trazendo inovações conceituais na disponibilização da infraestrutura da rede de água e esgoto, trazendo definições de metas para a universalização de serviços, uma nova normatização regulatória pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), contratos de concessão serão feitos por licitação, trazendo incentivo na prestação de regionalizada dos serviços (LEITE *et al.*, 2022).

E com alteração no tocante da periodicidade da revisão dos PGRS dos municípios, passando para um prazo de 4 anos para um prazo não superior a 10 anos, e com novos prazos para o encerramento de lixões (BRASIL d, 2020). Com a adoção deste novo prazo para a implementação efetiva da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos sólidos, veio buscando uma adequação melhor na gestão dos resíduos sólidos nos municípios (LEITE et al., 2022).

### **2.2.8 Coleta seletiva**

A coleta seletiva consiste em coletar os resíduos previamente segregados de acordo com sua constituição e transportá-los de maneira adequada, para uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final. Seu manejo pode ser efetuado pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana, com recursos próprios da prefeitura, ou de empresas sob contrato de terceirização ou sistemas mistos, como o aluguel de viaturas e a utilização de mão-de-obra da prefeitura (MONTEIRO, 2001).

Para Silveira, Berté e Pelanda (2018), a coleta seletiva de RSU pode ser realizada de duas maneiras; a coleta de porta em porta e a de pontos de entrega voluntária. A coleta de porta em porta, consiste nos resíduos separados e deixados fora de seus estabelecimentos para a coleta, sendo de poder público ou de sucateiros ou de outras empresas responsáveis pelo serviço, onde os materiais recicláveis são diferenciados dos outros através de sua segregação em embalagens diferentes ou de dias diferentes de coleta. E a forma de pontos de entrega voluntária é realizada a segregação em locais previamente definidos e identificados na cidade ou em centros de triagem, onde a população leva os resíduos até estes locais.

Conforme institui a PNRS no título V, Art. 40, “O sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos e a logística reversa priorizarão a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda”, é um dos princípios da Lei a inclusão de catadores, com o intuito de obter um desenvolvimento econômico sustentável através da inclusão social e da preservação ambiental (BRASIL d, 2010).

No Brasil os municípios que apresentam coleta seletiva são cerca de 4.183, representando 75,1% do total de municípios em todo o país. As regiões com maiores percentuais de iniciativa de coleta seletiva é a região Sul e Sudeste, com um percentual acima de 90%, porém a região de menor percentual é a região centro-oeste, com cerca de 51,4%. É importante ressaltar que em muitos municípios as atividades de coleta seletiva acabam não abrangendo a

totalidade de população, principalmente em locais menos assistidos ou de difíceis acessos (ABRELPE, 2022).

Para êxito do processo da gestão dos resíduos sólidos, é fundamental o trabalho dos catadores de materiais recicláveis, os principais agentes na cadeia produtiva de reciclagem (SANCHEZ, 2003).

Não há consenso na literatura da quantidade de pessoas que exercem a atividade da catação. Comumente, os catadores de materiais recicláveis não recebem do poder público orientação, capacitação ou apoio de infraestrutura para desenvolverem as competências descritas pela nova Classificação Brasileira de Ocupações do Ministério do Trabalho e Emprego (CBOMTE) (BRASIL, 2002), desestruturando, principalmente o espírito de qualquer tipo de organização existente entre esses trabalhadores.

Desde 1989, multiplicam-se no Brasil as experiências de gestão compartilhada de resíduos sólidos através de programas municipais de coleta seletiva em parceria com catadores de materiais recicláveis organizados em associações ou cooperativas. Estes programas integram o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares e vêm incorporando gradativamente um perfil de inclusão social e geração de renda para os setores mais carentes e excluídos do acesso aos mercados formais de trabalho (CHAVES *et al.*, 2020).

A implantação da coleta seletiva apresenta como desafios a serem considerados o custo da logística do material *in natura* até os locais de processamento, o baixo valor agregado que reflete no valor de mercado do material e o volume de material coletado individualmente pelas associações em cada um dos municípios que pode interferir na frequência de venda e custo do transporte (GOMES, 2020).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta sessão está descrito o tipo e a área de estudo, a população da amostra, bem como a coleta e a análise de dados.

#### 3.1 TIPO DE ESTUDO<sup>1</sup>

A metodologia aplicada apresenta uma pesquisa exploratória, descritiva que faz uso de revisão de literatura (GIL, 2008). Este estudo foi conduzido em duas etapas: a primeira etapa com objetivo de avaliar o panorama geral e contextualizar o PMGIRS do município de Santo Ângelo/RS, e a segunda etapa tem o intuito de sugerir possíveis melhorias ao PMGIRS considerando a PNRS.

Assim, para atingir o objetivo proposto este trabalho subdividiu metodologicamente o passo a passo da pesquisa, sendo este: Caracterização da área de estudo; Coleta de dados; e Análise de dados.

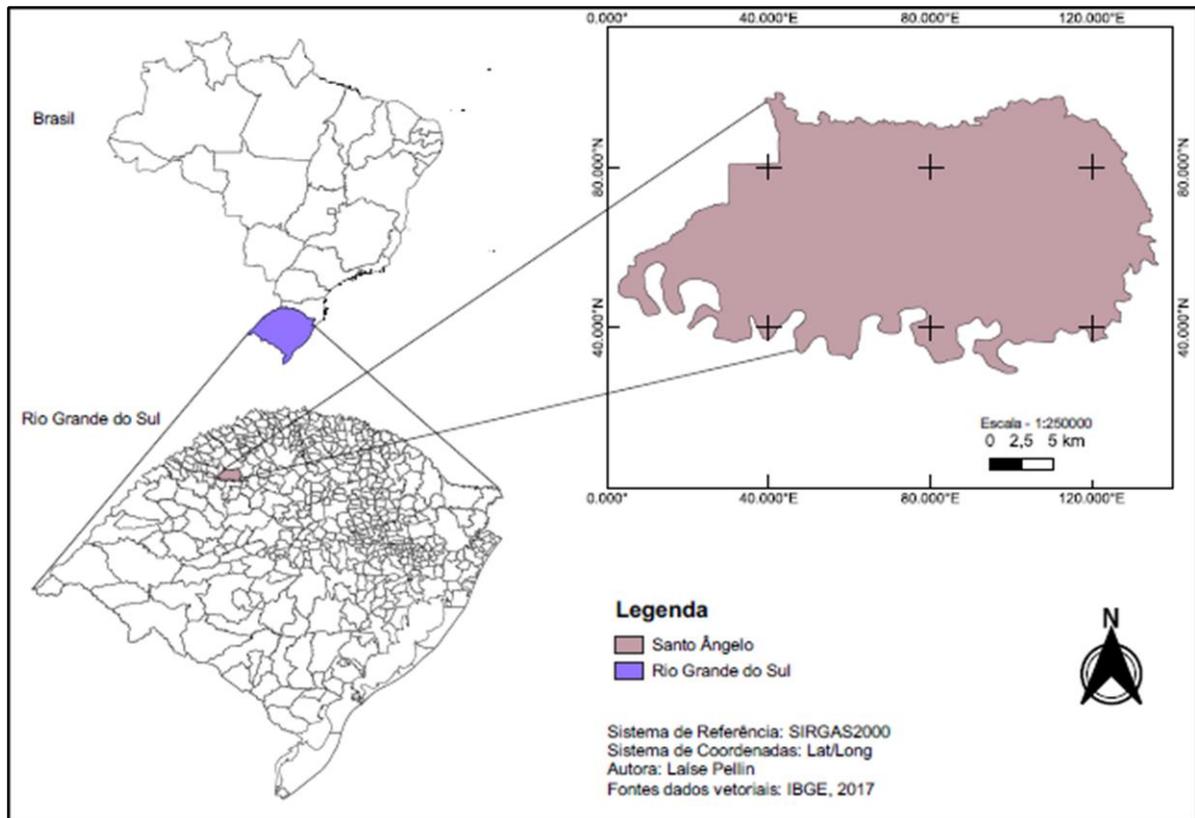
#### 3.2 ÁREA DE ESTUDO E POPULAÇÃO DA AMOSTRA

O município de Santo Ângelo está localizado na mesorregião noroeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 3), com uma população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2021 de 77.544 habitantes. Pertence a região das missões, sendo o maior município, com uma área equivalente à 679,340 km<sup>2</sup>, com uma densidade demográfica de 112,09 hab/km<sup>2</sup> (BRASIL e, 2010).

---

<sup>1</sup> Destaca-se que, este trabalho não infere, substituiu ou ainda ratifica para fins de atendimento aos instrumentos jurídicos nacionais as observâncias e não observâncias previstas em lei, não devendo ser utilizado para tal fim.

Figura 3 – Mapa de localização do município de Santo Ângelo/RS.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A cidade de Santo Ângelo possui cerca de 80 bairros e está dividida em 14 distritos, onde a sua maior aglomeração populacional está dividida na região central.

### 3.3 COLETA DE DADOS

Será analisado neste trabalho o PMGIRS do município de Santo Ângelo, RS, e como são executadas cada uma das etapas do plano até para onde são destinados os resíduos do município.

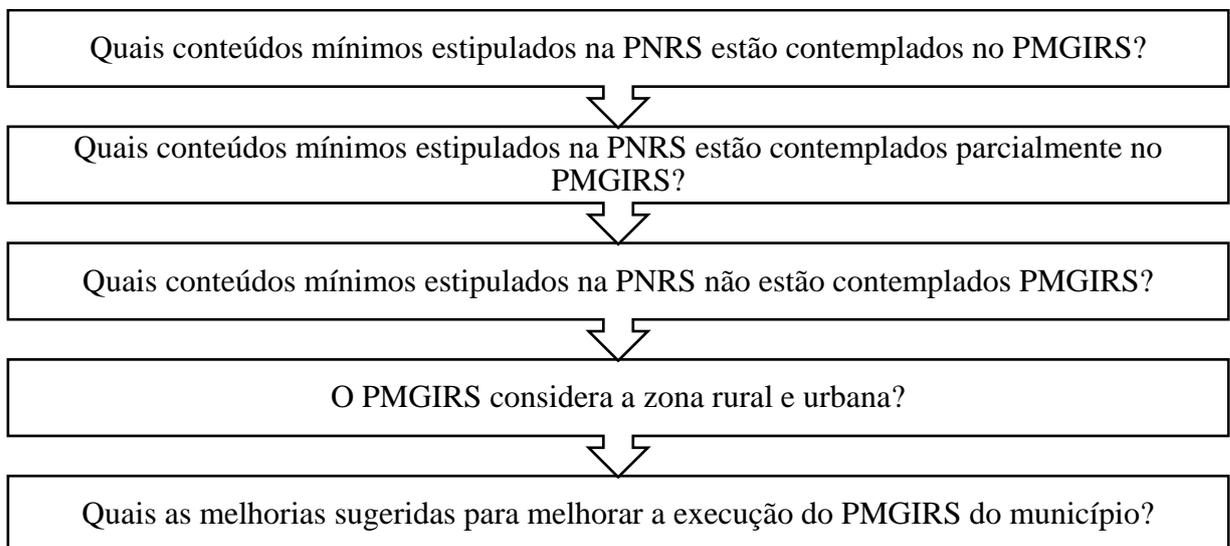
Além disso, ainda serão coletados dados secundários disponibilizados no site eletrônico da Prefeitura Municipal de Santo Ângelo, a fim de obter informações de indicadores para a elaboração do diagnóstico simplificado sobre o manejo de resíduos sólidos na cidade, analisando possíveis melhorias.

### 3.4 ANÁLISE DOS DADOS

O trabalho será fundamentado em pesquisa documental no analisado o PMGIRS, sob a perspectiva de identificação de carências e potencialidades do município de Santo Ângelo/RS no que tange a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos.

Com os dados obtidos em pesquisa documental, buscar-se a respostas aos seguintes questionamentos apresentados na (Figura 4).

Figura 4 – Questionamentos gerais acerca do PMGIRS de Santo Ângelo/RS.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A partir desta análise, torna-se possível avaliar o PMGIRS, bem como realizar as proposições de melhorias a partir da análise dos requisitos mínimos da PNRS, conforme apresentado no Quadro 3 abaixo.

Quadro 3. Requisitos mínimos de análise do PMGIRS.

| <b>Itens</b> | <b>Especificação de conteúdo mínimo do PMGIRS</b>  |
|--------------|--|
| I            | Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas; |

|      |  |
|------|--|
| II   | Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, observado o plano diretor de que trata o § 1º do art. 182 da Constituição Federal e o zoneamento ambiental, se houver;  |
| III  | Identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais;  |
| IV   | Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, observadas as disposições desta lei e de seu regulamento, bem como as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS; |
| V    | Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e observada a Lei nº 11.445, de 2007;   |
| VI   | Indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;   |
| VII  | Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS e demais disposições pertinentes da legislação federal e estadual;  |
| VIII | Definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público;  |
| IX   | Programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização;  |
| X    | Programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos;  |
| XI   | Programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver;   |

|       |  |
|-------|--|
| XII   | Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos;   |
| XIII  | Sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços, observada a Lei nº 11.445, de 2007;  |
| XIV   | Metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;  |
| XV    | Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; |
| XVI   | Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33;    |
| XVII  | Ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento;  |
| XVIII | Identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras;   |
| XIX   | Periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal.  |

## **4 RESULTADO E DISCUSSÕES**

Nesta sessão encontra-se a análise da gestão integrada de resíduos sólidos do município de Santo Ângelo de acordo com o descritos no PMGIRS, bem como a proposições de melhorias de acordo com a PNRS.

### **4.1 PANORAMA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SANTO ÂNGELO/RS**

O município de Santo Ângelo possui PMGIRS vigente desde o ano de 2021, onde no Quadro 4 é possível observar todos os itens pertinentes à legislação e o seu atendimento conforme PNRS. Considerando os critérios elencados no Quadro 4.

Quadro 4 – Conteúdo mínimo para a elaboração de PMGIRS previsto nos 19 itens do art. 19 da Lei Federal nº 12.305/2010

| Itens | Especificação de conteúdo mínimo do PMGIRS  | Diagnóstico  | Atendimento |     |         | Pág.            |
|-------|---|--|-------------|-----|---------|-----------------|
|       |   |  | Sim         | Não | Parcial |                 |
| I     | Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas;  | Há especificação acerca da quantificação e qualificação do RSU   | X           |     |         | 19-23           |
| II    | Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, observado o plano diretor de que trata o § 1º do art. 182 da Constituição Federal e o zoneamento ambiental, se houver;   | Empresas de Reciclagem/ Aterro Sanitário de Giruá  | X           |     |         | 69-71           |
| III   | Identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais; | Solução consorciada com o município de Giruá   | X           |     |         | 69-72           |
| IV    | Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, observadas as disposições desta lei e de seu regulamento,                      | Na pag. 74 atende parcialmente, pois atendem aos resíduos de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, pilhas, baterias, pneus, eletroeletrônicos e seus componentes, óleos |             |     | X       | 53- 60<br>73-74 |

|     |   |   |   |  |   |                |
|-----|---|---|---|--|---|----------------|
|     | <p>bem como as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;</p>  | <p>lubrificantes e resíduos, embalagens de óleo lubrificante e embalagens de agrotóxicos, óleos de cozinha. Porém falta campanhas para o recolhimento de resíduos de grande volume, (sofás, geladeiras, máquinas de lavar, etc.).</p> |   |  |   |                |
| V   | <p>Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e observada a Lei nº 11.445, de 2007;</p> | <p>Transbordo provisório no antigo aterro sanitário de Santo Ângelo e posteriormente encaminhado ao Aterro Sanitário de Giruá.</p>  | X |  |   | 24             |
| VI  | <p>Indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;</p>   | <p>Quantidade de resíduos sólidos coletados, separados, destinado a reciclagem e o orgânico encaminhado para a destinação correta.</p>  | X |  |   | 19-23          |
| VII | <p>Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS e demais disposições pertinentes da legislação federal e estadual;</p>        | <p>Caminhão adequado para o transporte dos RSU conforme a sua classificação.</p>  |   |  | X | 24-25<br>30-38 |

|      |  |   |   |  |   |                |
|------|--|---|---|--|---|----------------|
| VIII | Definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público;                                    | Composto por um comitê coordenador e executivo, contando com colaboradores externos e uma equipe técnica para a elaboração do PMGIRS.   | X |  |   | 9-10           |
| IX   | Programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização;  | Um conjunto de objetivos e ações elencados para todos os tipos de resíduos destacados no PMGIRS.  | X |  |   | 75-76          |
| X    | Programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos;  | Aplicada em escolas e bairros, por meio de palestras e atividades educativas, com o uso de materiais informativos e divulgação de informações nas rádios e jornais de circulação local. |   |  | X | 76-79<br>85-89 |
| XI   | Programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver; | Associação Reciclagem Educação Ambiental Ecos do Verde  | X |  |   | 82-83<br>87-89 |
| XII  | Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos;   | Cooperativa de catadores para a triagem e reciclagem (Ecos do Verde), há necessidade de incentivos públicos e melhores condições de trabalho.   |   |  | X | 28-32<br>87-88 |

|      |  |   |   |  |   |                      |
|------|--|---|---|--|---|----------------------|
| XIII | Sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços, observada a Lei nº 11.445, de 2007;  | Taxas cobradas dos usuários do serviço, como moradores, comércio e prestadores de serviço, cobrado conforme o tamanho de seu imóvel.  | X |  |   | 40-43<br>93-94       |
| XIV  | Metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;  | Programas e ações com objetivos e metas no planejamento para gerenciamento dos Resíduos Sólidos.  | X |  |   | 75-77                |
| XV   | Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; | Realização de campanhas para o recolhimento de resíduos eletroeletrônicos a cada 4 a 5 meses e a reutilização dos óleos de cozinha.   | X |  |   | 15<br>53-60<br>97-98 |
| XVI  | Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33;    | O controle e fiscalização dos resíduos provenientes da logística reversa nas indústrias municipais, são lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; pneus; eletroeletrônicos; óleos lubrificantes e resíduos; e embalagens de óleo lubrificante, não abordando os medicamentos, que possuem grande |   |  | X | 54<br>74             |

|       |  |  |   |  |  |                   |
|-------|--|--|---|--|--|-------------------|
|       |  | preocupação quando descartado incorretamente.  |   |  |  |                   |
| XVII  | Ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento;  | Criação de um sistema online, possibilitando o armazenamento em formato digital, sobre todas as atividades envolvendo a gestão de resíduos sólidos, desde RSU, RSI, RSSS, RSCC, resíduos especiais e serviços de limpeza urbana. | X |  |  | 95-96             |
| XVIII | Identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras; | Remediar áreas degradadas pela deposição incorreta de resíduos, incluindo o antigo aterro sanitário de Santo Ângelo.   | X |  |  | 85-86             |
| XIX   | Periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal.                            | Projeção até o ano de 2040 e sugerindo uma revisão no ano de 2025, podendo ocorrer edição, reedificação, aperfeiçoamento e correção, a cada 4 (quatro) anos.   | X |  |  | 14<br>62-66<br>99 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Conforme apresentado no Quadro 3 o PMGIRS do município de Santo Ângelo possui e contempla totalmente 14 itens do conteúdo mínimo da PNRS e apresenta um atendimento parcial em 5 itens.

O atendimento parcial foi entendido como parcial porque não foi mencionado o conteúdo mínimo presente no Art. 19 da Lei Federal nº 12.305/2010, da PNRS. Conforme a PNRS, o PMGIRS é um importante instrumento, podendo ser elaborado a nível nacional, estadual e municipal onde é diagnosticada a situação atual do município a respeito dos resíduos gerados, e posteriormente realizando um estudo para definir diretrizes, estratégias e metas para serem desenvolvidas em ações do gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL d, 2010).

Para Santos e Pinto Filho (2022), a gestão dos RSU nos municípios é de extrema importância, para isto há a necessidade de mudanças e reformulações nas políticas públicas para que haja avanços em direção à gestão sustentável, com a prevenção, geração, coleta, disposição e reaproveitamento dos resíduos.

#### 4.1.1 Atendimento

O PMGIRS considera a zona rural e urbana, tendo um conhecimento dos materiais gerados em todo o município, buscando uma melhor solução em cada área específica, sendo que a projeção populacional de Santo Ângelo apresenta aproximadamente 94% da população residindo na área urbana do município, sendo assim o PMGIRS não abordou muito a respeito da gestão dos resíduos sólidos nas áreas rurais. É necessário um correto manejo e gerenciamento dos resíduos sólidos em áreas rurais, pois descartados incorretamente acaba contaminando o meio ambiente e o ciclo produtivo das culturas cultivadas, além das nascentes de rios e arroios e seus afluentes.

De acordo com um estudo realizado em um município do Rio Grande do Sul, verificou-se que o PMGIRS do município possui o recolhimento dos resíduos sólidos em áreas rurais, apresentando em sua coleta uma maior quantidade de resíduos encaminhadas para a reciclagem. O estudo elenca a necessidade de políticas públicas eficientes para o correto manejo dos resíduos sólidos, por apresentar após a análise contradição nos dados coletados da quantidade de resíduos sólidos gerados na área rural, diante da diminuição da população em áreas rurais (CHRISTMANN; BASSAN, 2020).

No tocante ao item I (Quadro 3), identificou-se que há especificação acerca da quantificação e qualificação do RSU. A quantificação foi realizada considerando os anos de 2017-2018 em relação aos resíduos domiciliares coletados e submetidos a triagem e/ou

tratamento através de sua disposição em aterro sanitário, obtendo-se a partir disto uma quantificação média de 0,650 kg/hab/dia. Para a qualificação considerou-se o método de quarteamo de resíduos amostrados conforme a ABNT NBR nº 10.007/2004, identificando-se prioritariamente os seguintes resíduos: orgânico, rejeito, vidro, papelão, papel, plástico duro, plástico mole, pet, metal, alumínio e eletrônico. Estes resultados corroboram ao levantamento descrito pela ABRELPE 2022, em que indica a média nacional per capita de resíduos sólidos urbanos igual a 1,043 kg/hab/dia.

Uma comparação sobre a quantificação e qualificação dos RSU esta intrinsecamente relacionada ao desenvolvimento econômico conforme Luizari (2019), referindo-se o indicador social como uma forma de geração de mais resíduos domiciliares, ou seja, quanto maior for a renda *per capita*, maior a geração de resíduos. Na aplicação gravimétrica em estudo do diagnóstico aplicado dos RSU gerados na cidade de São José dos Pinhais – PB a quantificação e qualificação resultou na geração de maiores quantidades de resíduos inorgânicos, não relacionando as condições sociais do local, mas sim a qual técnica implantada. Neste caso a coleta seletiva eficaz reduz o volume descartado em aterros, podendo assim obter um melhor tratamento nos demais resíduos (LIRA, 2019).

Considerando o item II, o município não participa atualmente de consórcio de destinação de Resíduo Sólido Doméstico (RSD), a sua destinação atual é encaminhada para o aterro sanitário da CRVR localizado no município de Giruá-RS. Porém havendo a necessidade da construção de aterro sanitários no município, foi realizado um levantamento para identificação de uma área mais favorável e adequada seguindo as normas estabelecidas pela ABNT NBR nº 8.419/1992, e levando em consideração o município possuir área aeroportuária e buscando melhores vias de acesso, sendo assim o melhor local para instalação de um aterro sanitário seria nos distritos de Lajeado do Cerne, Cristo Rei e Lajeado Micuim.

Knopf *et al.* (2022), descreveram que com a construção de um aterro sanitário consorciado no município, traz benefícios na redução dos custos relacionados à disposição final de RSU, porém compete ao município definir as prioridades, os investimentos e o planejamento para uma destinação correta dos RSU, pois considera-se os aspectos econômicos, sociais e ambientais do local. Conforme um estudo realizado em Maceió/AL referente a produção de biogás, pelo processo de digestão anaeróbia dos resíduos orgânicos, gerando desta forma um incentivo para a produção do biogás como alternativa de economia local, de sustentabilidade ambiental do ciclo de vida e recuperação de energia dos resíduos domésticos (SILVA *et al.*, 2020).

Para o item III, conforme destacado no item anterior, a destinação atual dos RSD do município é encaminhada para o aterro sanitário da CRVR localizado em Giruá-RS, apresentando uma destinação ambientalmente adequada de RSU. Porém o município de Santo Ângelo não possui uma participação atualmente de consórcio de destinação de RSD, entretanto possui um estudo com uma melhor área da região com possibilidade de formação de consórcio para triagem e disposição final de resíduos sólidos urbanos. Segundo Nascimento e Pinto (2018), implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios é uma forma estratégica, pois ocorre uma melhor gestão, uma diminuição dos custos operacionais e um gerenciamento mais eficiente.

O consórcio intermunicipal mostra-se um instrumento de iniciativa para a solução de problemas coletivos, como Peralta e Antonello (2019), eles elencam como vantagens na redução do número de áreas utilizadas de aterros, maiores ganhos financeiros, e permitindo aumento de profissionais para operação e fiscalização ambiental, elencando que os consórcios representam a união de recursos de cada município associado, que sozinho não produziria o resultado desejado na resolução de um problema.

O item V, conforme observado na Lei Federal nº 11.445/2007, onde é estabelecida as diretrizes nacionais para o saneamento básico, é elencado a respeito da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, onde o município atende as atividades de instalações operacionais de coleta de RSU, varrição, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana. Possui uma destinação provisória dos resíduos úmidos/orgânicos que são considerados rejeitos, são encaminhados até o transbordo provisório, localizado na antiga célula do aterro sanitário de Santo Ângelo.

De acordo com Vieira *et al.* (2022), os serviços públicos ofertados à população como coleta de RSU, serviços de varrição, limpeza de canais e praias, capina de estradas, podas e fiscalização são essenciais para um bom atendimento e gerenciamento dos resíduos gerados e são direitos fundamentais a população, dentre os serviços públicos de limpeza urbana, enquadra-se também nos serviços de saneamento básico, garantindo uma melhor qualidade de vida a população.

O município de Santo Ângelo no ano de 2020, conforme os dados do seguinte plano em análise, informa que ocorreu uma geração de 17.248,09 toneladas de RSU, encaminhados para o aterro sanitário de Giruá, uma geração alta, onde conforme o relatório final do Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações (2018) elencou a respeito de sua importância por ser uma fonte de energia renovável e limpa, e com a geração do biogás ocorre a produção de um

rico biofertilizante como subproduto, que pode ser utilizado na manutenção das áreas verdes (SINDUSCON-SP, 2018).

Em análise ao item VI, verificou-se os indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos com a porcentagem de cada tipo de resíduo gerado e encaminhado para a reciclagem, e a quantidade de RSU coletados e destinados corretamente no ano de 2020, vendo uma eficácia em seu serviço prestado.

Conforme Vieira *et al.* (2022), a gestão dos resíduos sólidos no Brasil é uma tarefa difícil, por haver uma grande deficiência no sistema público de coleta seletiva, resultando em dificuldades na quantificação de resíduos gerados, sendo associada a respeito da deposição irregular dos resíduos em locais públicos e pela falta de aspectos tecnológicos, políticos e econômicos.

Conforme o estudo realizado na análise do PMGIRS de Canoas, apresentou um atendimento plenamente em apenas 8 itens do conteúdo mínimo para a elaboração do PMGIRS da PNRS, verificando uma dificuldade no atendimento aos requisitos mínimos da Lei Federal 12.305/2010, um fator preocupante, podendo prejudicar a efetividade da gestão dos RSU, porém ao referente ao item VI, possui um atendimento completamente, apresentando indicadores no Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), de modo a possibilitar a comparação com a série histórica correspondente, porém o autor propõem como melhorias no PMGIRS, que o município a crie um sistema de informações sobre os resíduos, assim podendo obter melhores informações de como está sendo realizada a gestão dos RSU em Canoas (VIGNE *et al.*, 2019).

Considerando o item VIII (Quadro 3), as responsabilidades quanto à implementação e operacionalização do PMGIRS do município de Santo Ângelo conta com 4 pessoas do comitê coordenador sendo (Secretário do Meio Ambiente, Fiscal Ambiental, Coordenador de Secretaria e o Coordenador Técnico de Saneamento Básico e Ambiental), com 13 pessoas do comitê executivo sendo uma equipe formada por (Engenheiros Cíveis e Agrônomo, Topógrafo, Advogada, pessoa responsável pela Arquitetura e Urbanismo, responsáveis da rede de distribuição de água da Companhia Riograndense De Saneamento (CORSAN), Fiscal Sanitário e Ambiental e o Coordenador da Secretaria de Agricultura), e juntamente contando com a colaboração e apoio de 5 órgãos sendo (CORSAN, Ministério Público do estado do Rio Grande do Sul (MPRS), Associação de Reciclagem e Educação Ambiental Ecos do Verde, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) Campus Cerro Largo e a Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/RS))

e por 8 integrantes da equipe técnica (Engenheiros Ambientais e Sanitaristas, químicos, e Engenheiros Civis), todos sendo responsáveis pela execução da revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico Participativo de Santo Ângelo (PMSBPSA).

Conforme uma pesquisa realizada por Carbonai *et al.* (2020), a respeito da gestão ambiental de resíduos sólidos em pequenos municípios, revelou que cerca de 63,2% dos municípios dispõem de um PMGIRS, necessitando da presença de um conjunto de órgãos (conselho) com um entendimento no assunto a ser elaborado, e para um bom gerenciamento de resíduos sólidos há a necessidade de políticas públicas e práticas de gestão reiteradas no governo local. Já para a elaboração do PMGIRS no município de São Paulo, contou-se com a participação da sociedade civil organizada e do poder público local e estadual em diversas reuniões, através da formação de grupos, assim tomando decisões para um melhor planejamento e gestão dos resíduos gerados na cidade, promovendo assim a elaboração de propostas para a criação de uma rede regional de cooperativas com outros municípios, incentivando educação ambiental dentro do gerenciamento dos resíduos sólidos, pelos programas e ações que buscam junto aos municípios a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos (MENGHINI; BATISTA, 2016).

Com o tocante ao item IX do Quadro 3, os programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização no plano municipal de Santo Ângelo, foi definido através de audiências públicas ocorridas no ano de 2019, entre o poder público com membros da comunidade, no setor empresarial e da sociedade civil. A construção dos programas e ações, foram realizadas para um atendimento emergencial (logo após a publicação do PMGIRS), ações de curto (02 a 04 anos), médio (05 a 10 anos) e longo (11 a 20 anos) prazo e admitidas soluções graduais e progressivas de forma a atingir a universalização, a qualidade e a sustentabilidade dos serviços prestados para os próximos vinte anos com o intuito de obter um melhor gerenciamento dos resíduos sólidos gerados no município.

Para a elaboração do PMGIRS em Natal/RN, as ações e programas propostos foram divididas em duas partes, em preocupações com pessoas qualificadas para o desenvolvimento das ações contínuas na educação ambiental, e na definição de uma área adequada para a construção de um futuro aterro sanitário, conforme as legislações pertinentes (SILVEIRA, CLEMENTINO, 2017). Para Pina *et al.* (2022), para a eficiência de um PMGIRS, deve-se obter uma divulgação das ações e programas propostos, afim de garantir uma continuidade na execução, e ter um acompanhamento para solucionar os problemas relativos à gestão dos resíduos sólidos na região.

No item XI, os programas e ações voltado aos materiais reutilizáveis e recicláveis é realizada pela cooperativa de catadores (Associação Reciclagem Educação Ambiental Ecos do Verde), que faz a classificação e gerencia a reciclagem dos resíduos. No plano propuseram-se programas e ações em relação a melhorias na estrutura das unidades de triagem existentes, através de adequação nas instalações e implantando pontos de entrega voluntária para os resíduos especiais e de grandes volumes (móveis ou resíduos que se assemelham aos resíduos domésticos), buscando alternativas para a sua correta destinação.

Pina *et al.* (2022), destaca a importância dos consórcios públicos no apoio ao processo de reciclagem dos resíduos, com implantações de cooperativas de catadores de materiais recicláveis, trazendo melhorias nas questões econômicas, sociais, culturais, e com a geração de trabalho e renda ao município. Segundo Perônico (2021), em uma análise sobre a criação de parceria entre fabricantes, distribuidores e comerciantes, as cooperativas de catadores obtiveram uma fração seca dos resíduos sólidos, papel, plástico, metal e vidro mais eficaz. Para as cooperativas a meta criada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) era a redução de pelo menos 22% de embalagens dispostas em aterro até 2018, o que corresponde a 20% da taxa de recuperação da fração seca.

No item XIII, identificou-se que o PMGIRS possui um sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, conforme estabelecido pela Lei nº 11.445/2007. Os valores gastos com os serviços públicos de gerenciamento de resíduos sólidos são provenientes das taxas cobradas dos usuários do serviço, como moradores, comércio e prestadores de serviço, sendo realizada a cobrança conforme o tamanho do empreendimento, conforme a Lei Municipal nº 4.163/2017. Os valores arrecadados para os serviços de coleta, triagem e destinação final dos resíduos sólidos coletados, não alcança os valores gastos, porém obteve-se uma melhora a partir do ano de 2017, com as mudanças nos cálculos da taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos. Os programas e ações definidos para a sustentabilidade financeira dos serviços de saneamento está sendo realizada pelo programa de gestão financeira, onde é garantido o equilíbrio financeiro entre os custos com os serviços de limpeza urbana, coleta e destinação final dos resíduos sólidos.

Conforme o estudo realizado no norte do Paraná, relata a respeito das taxas cobradas para o manejo de resíduos domiciliares e públicos é cobrada junto no carnê do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) dos municípios consorciados, porém não supre as despesas para manter os serviços prestados (PERALTA; ANTONELLO, 2019).

Com uma análise sobre a taxa cobrada para o manejo dos RSU no estado do Rio de Janeiro, um local com grandes gerações de resíduos, observou-se que por possuir diferenças

sociais em demais regiões e formas diferentes na cobrança dos serviços prestados, não se obteve uma eficácia na cobrança para cobrir as despesas decorrentes do manejo dos RSU, onde foi atribuída a cobrança das taxas nos boletos do IPTU, por 85% dos municípios estudados e pela forma de cobrança pela característica do imóvel do contribuinte, como o uso dado ao imóvel, a área construída e a metragem (LAUREANO, 2023).

Em relação ao item XIV, identificou-se programas e ações de metas para a redução dos RSU encaminhados para disposição final ambientalmente adequada. Para a redução dos resíduos sólidos estará sendo aplicada através de programas de educação ambiental; com coleta e transporte regulares; com pontos de entrega voluntários de resíduos especiais e buscando o desenvolvimento e implantação de alternativas para a sua correta destinação; melhorias no transbordo dos resíduos encaminhados para o aterro sanitário; maior separação dos resíduos recicláveis, através de melhorias na central de triagem; redução de áreas degradadas pelo descarte incorreto, e promovendo garantias no sistema de gestão financeira.

Conforme um estudo realizado no município de Florianópolis/SC, baseado pelos métodos de coleta seletiva por bombonas e contentores, verificou-se que a coleta seletiva de orgânicos traz inúmeros benefícios, ocorre retorno de nutrientes ao meio ambiente. Um incentivo a realização de compostagem, pode ser adequada em pequenos espaços com composteiras verticais, método funcional pela praticidade do sistema cuidadosamente elaborado, o produto final húmus pode ser utilizado no próprio local na ornamentação. O estudo relata que total de RSU coletados foi de 66,64 milhões de toneladas (BRASIL g, 2021).

Vieira *et al.* (2022) elencaram em um contexto mundial, a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, uma evolução positiva nos últimos anos, onde em muitos países da Europa tem se observado a diminuição na geração de resíduos, atribuído a normativas mais rígidas e ao reaproveitamento dos resíduos, como exemplo elenca a União Europeia, onde obteve uma redução de 144 milhões para 61 milhões de toneladas de RSU em 2015, e conseguiu aumentar a quantidade de recicláveis, de 25 milhões de toneladas em 1995 (52 kg per capita) para 69 milhões (137 kg per capita em 2015), onde o Brasil apresenta uma pequena porcentagem de resíduos reciclados.

Conforme a análise do item XV, o município possui a participação do poder público em relação a logística reversa, na realização de campanhas para o recolhimento dos resíduos eletroeletrônicos e de óleos de cozinha, sendo estes utilizados para a confecção de sabão, e o município busca alternativas para o recolhimento de resíduos de grande porte (sofás, geladeiras, utensílios domésticos). A Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano, é a responsável pelo acompanhamento dos programas e ações propostas no PMGIRS, de modo a

garantir uma melhor gestão dos resíduos gerados no município e minimizar os descartes incorretos.

Para Ferreira *et al.* (2021), a administração pública municipal tem a responsabilidade de gerenciar os resíduos sólidos, desde a sua coleta até a sua disposição final, que deve ser ambientalmente segura, pois com seu descarte incorreto causa danos ao meio ambiente e a saúde da população. Para Vieira *et al.* (2022), os gestores públicos no gerenciamento da gestão dos resíduos sólidos têm atribuições de criar estratégias gerenciais efetivas, buscando um tratamento e destinação adequada para os resíduos, porém é um desafio diante da sociedade, pois é necessário quebrar os padrões comportamentais da sociedade e harmonizar a interação homem e meio ambiente. É importante demonstrar a importância do tratamento e destinação adequada para os resíduos que, além de essencial para a preservação ambiental, agrega valor socioeconômico.

Identificou-se no item XVII, referente as ações preventivas e corretivas a serem praticadas e incluindo programa de monitoramento, foi proposto no PMGIRS de Santo Ângelo/RS a criação de um sistema online de licenciamento ambiental municipal e a criação do sistema on-line para a gestão dos resíduos sólidos, onde será possível ter acesso a informações sobre a quantidade de resíduos coletado, triado, reciclados e enviado para o aterro sanitário, assim podendo ter um melhor conhecimento a respeito dos custos para o município na execução de cada atividade. Tendo o acesso e o controle dos dados armazenados sobre os resíduos sólidos e do saneamento, assim possibilitando um rápido acesso aos dados, fornecendo uma base para as tomadas de decisão sobre a gestão de resíduos sólidos presentes e futuras.

As práticas para obtenção dos conteúdos mínimos para o PMGIRS exigida pela lei, é tarefa árdua para os municípios, pois engloba muitos itens, e por possuírem carências de dados disponibilizados para obtenção de melhor estudo do cenário no Brasil, a não sistematização de informações, dificulta a atração social para o diálogo participativo, entre outros, sendo obstáculos para a elaboração de um plano conciso e coerente com a realidade local (MOREIRA *et al.*, 2020).

Em relação ao item XVIII, identificou-se uma preocupação a respeito das áreas contaminadas, causadas pelo descarte irregular de resíduos. Para tanto, foi proposto ações de educação ambiental sobre os locais onde o descarte é recorrente e a realização de remediação das áreas degradadas causadas pela deposição incorreta destes resíduos. Um local com área de passivo ambiental no município é o antigo aterro sanitário de Santo Ângelo, onde ocorre o transbordo do resíduo que é encaminhado para o aterro sanitário de Giruá, local que necessita do encerramento da célula, tratamento dos efluentes e remediação da área de acordo com as

diretrizes e leis ambientais. Conforme o relatado por Nascimento e Pinto (2018), a respeito das preocupações ambientais devido as atividades humanas que acabam causando danos ambientais aos ecossistemas podendo causar danos irreversíveis, com isto ele aborda a necessidade da identificação dos passivos ambientais, das áreas contaminadas e propor medidas saneadoras, para obter uma proteção ao meio ambiente.

De acordo com a análise do consórcio de desenvolvimento sustentável do alto sertão na Bahia, pode-se analisar o quanto é necessário a população ter um PMSB, para conseguir ter condições para um GRS, este estudo relata sobre locais desassistidos, com extrema pobreza, onde somente 37% das cidades estudadas possuíam um PMGIRS, onde nenhum município possuía o PMSB, e sem o PMGIRS os governos federais não disponibilizam acesso aos recursos para as despesas dos RSU, assim ocorrendo o descarte em locais inadequados e a disposição dos resíduos em lixões a céu aberto, salientando-se o quão importante faz-se o implemento de um PMGIRS (LEAL; SAMPAIO, 2021).

O atendimento ao item XIX, referente ao período da revisão do PMGIRS, onde a sua vigência conforme o novo marco legal de saneamento básico pela Lei Federal nº 14.026/2020, tem a periodicidade de sua revisão, observado o período máximo de 10 anos. O plano em análise foi realizado com uma projeção até o ano de 2040, buscando retratar cenários futuros para o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, contudo o departamento para controle operacional é realizado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, visando o monitoramento, a aplicabilidade e a melhoria contínua do PMGIRS de Santo Ângelo, sugerindo uma revisão no ano de 2025, e neste período estando aberto para edição, reedificação, aperfeiçoamento e correção, a cada 4 (quatro) anos, buscando sempre aprimorar e melhorar continuamente a gestão de resíduos sólidos conforme as necessidades da sociedade santo-angelense.

De acordo com Leal e Sampaio (2021), para uma eficácia em um PMGIRS há a necessidade de atualização/revisão das políticas urbanas municipais, como plano diretor, da lei de uso e ocupação do solo, do código de obras, de postura, tributário, entre outras revisões presentes no plano, que serão realizadas por uma equipe técnica qualificada.

Santos e Pinto Filho (2022), após a análise da GRSU em pequenos municípios do Brasil, apresentam um panorama complexo, necessitando de uma melhor participação ativa do Poder Público, organizações, empresas/indústrias e sociedade e por profissionais capacitados para a execução das propostas de gestão e gerenciamento dos RSU, salientando a respeito da área ambiental o quanto há necessidade de revisões e melhorias nas problemáticas dos resíduos gerados.

#### 4.1.2 Atendimento parcial

De acordo com o item IV descrito no Quadro 3, os resíduos integrantes do sistema de logística reversa gerados pelas empresas do município de Santo Ângelo, são: lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, pilhas, baterias, pneus, eletroeletrônicos e seus componentes, óleos lubrificantes e resíduos, embalagens de óleo lubrificante e embalagens de agrotóxicos. Com base nos dados fornecidos pelas empresas nos anos de 2017-2018, foi possível quantificar e verificar onde é necessário maior atenção, para o correto funcionamento do sistema de logística reversa, sendo necessário a integração de todas as partes, desde o fabricante ao consumidor final. Alguns resíduos, como as embalagens de óleos lubrificantes, têm sua cadeia de retorno mais estruturada e alcançam bons índices de retorno e reciclagem dos resíduos, já outros produtos, como eletrodomésticos não contam com a mesma estruturação.

Os óleos de cozinha recolhidos em restaurantes locais de Santo Ângelo e de moradores, são coletados e encaminhados para a sua reutilização no processo de fabricação de sabão ecológico, chamado o “Programa Sabão Ecológico Curumim”. Os resíduos eletroeletrônicos são coletados anualmente em parceria com entidades representantes dos comerciantes através de campanhas de recolhimento e devoluções dos componentes eletroeletrônicos e embalagens de agrotóxicos, por uma empresa privada onde recolhe, transporta os resíduos até sua sede, realiza a triagem e encaminha para correta destinação, sem ônus para o município de Santo Ângelo.

Os resíduos classificados como especiais à necessidade de um desenvolvimento de projetos e implantação de alternativas ambientalmente corretas e economicamente viáveis para a coleta, tratamento e disposição final, diante do exposto no PMGIRS de Santo Ângelo, apresentou a quantidade de resíduos eletroeletrônicos coletados nas campanhas dos anos de 2011 à 2019, porém o município não apresentou o recolhimento para resíduos de maior volume, como geladeiras, freezer, máquinas de lavar roupa, fornos, micro-ondas e demais resíduos sem ser eletroeletrônicos como sofás, camas, entre outros.

No que diz a respeito do Art. 33 da PNRS, a proposta é diminuir a geração de resíduos induzindo a população a ter um consumo sustentável, com um aumento da reciclagem, obtendo uma reutilização dos resíduos e posteriormente o que não for proveniente a sua reutilização descarta-lo de forma ambientalmente correta. Com a logística reversa de produtos eletroeletrônicos, no Brasil apresenta-se duas grandes gestoras, como a *Green Eletron*, sendo uma das maiores gestoras de logística reversa de eletroeletrônicos e pilhas do Brasil, e a

*Reciclus* sendo uma grande gestora de coleta de lâmpadas. Diante destes acordos setoriais o projeto Energia Amiga da UNIJUÍ, situada no município de Ijuí, é uma associação privada sem fins lucrativos que atua a mais de 10 anos, com o objetivo de desenvolver educações ambientais a respeito da logística reversa, com ênfase nos eletroeletrônicos, com a realização deste projeto são realizadas campanhas para o recolhimento dos resíduos eletroeletrônicos no município (SCHNEIDER; RADUNS; ENDERLE,2020).

A ABRELPE (2022) descreveu a respeito de melhorias na logística reversa com a implantação do novo marco legal de saneamento básico Lei Federal nº 14.026/2020, onde diversos setores passaram a ser responsáveis pelo desenvolvimento de ações para a implementação de sistemas de logística reversa de produtos e embalagens pós-consumo, no intuito de priorizar seu retorno para um novo ciclo de aproveitamento, como no setor de embalagens de defensivos agrícolas, as embalagens de óleos lubrificantes, no recolhimento de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, medicamentos, equipamentos eletroeletrônicos e seus componentes, baterias de chumbo-ácido, embalagens de aço, embalagens em geral (papel, papelão, vidro, metal e plástico).

No tocante ao o item VII, em relação as regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos, o PMGIRS não apresentou uma descrição mais detalhada a respeito do tipo de caminhão adequado para o transporte dos resíduos conforme a sua classificação quanto a sua periculosidade e ao seu risco potencial ao meio ambiente e à saúde pública, conforme a classificação dos resíduos sólidos da ABNT NBR nº 10.004/2004.

Conforme Cicca e Garrido (2021), em uma análise às normas de transporte rodoviário de resíduos perigosos, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), relata que cabe ao gerador contratar transportadoras aptas, possuidoras de Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Cargas (RNTRC) e que tenham veículos com equipamentos compatíveis com o estado físico e o tipo de embalagem dos resíduos a serem destinados, de modo a garantir a integridade e estanqueidade das embalagens e evitar o espalhamento do resíduo durante o transporte.

No Brasil os veículos utilizados para a coleta dos RSU é feita de uma maneira bastante empírica, sendo que o tipo de veículo utilizado influência nas etapas posteriores do seu gerenciamento, alguns dos modelos mais utilizados são: caminhões compactadores, que possui uma capacidade de 400 a 550 kg/m<sup>3</sup>, são utilizado para o transporte de lixo domiciliar, público e comercial, e a descarga deve ocorrer nas estações de transferência, usinas de triagem ou nos aterros sanitários; caminhões basculantes sem compactação, onde a carga é vazada por meio do basculamento hidráulico da caçamba, utilizado na coleta de resíduos públicos e no auxílio dos

serviços de varrição; caminhões com carroceria de madeira aberta, utilizados para a coleta de resíduos públicos e em locais de difícil acesso; caminhões baú sem a compactação, com uma capacidade de volume 4 m<sup>3</sup> a 12 m<sup>3</sup>; são utilizados em comunidades pequenas, com baixa densidade demográfica; e veículos poliguindastes, onde possuem a capacidade para transportar caixas estacionárias cheias, ideal para grandes volumes de lixo domiciliar, podem ser utilizadas várias caixas compactadoras, com capacidade de 10 m<sup>3</sup> a 30 m<sup>3</sup> de lixo solto; entre outros tipos utilizados (PINHEIRO; FERREIRA, 2017).

Conforme o elencado no item X, os programas e ações relacionados a educação ambiental são realizadas nas escolas e bairros, por meio de palestras e atividades educativas, com o uso de materiais informativos e divulgação de informações nas rádios e jornais de circulação local. Está voltada na área de geração e redução (promovendo uma maior eficiência na coleta seletiva porta a porta e na diminuição da geração dos resíduos sólidos), no monitoramento e remediação das áreas degradadas causadas pela disposição inadequada dos resíduos sólidos, e na reutilização com a implantação do programa de reaproveitamento dos resíduos orgânicos, com a construção de uma unidade de compostagem, assim reduzindo os resíduos orgânicos. Porém o plano não apresentou uma ênfase na reciclagem dos resíduos sólidos na etapa de implantação de metas, programas e ações, onde é necessária uma educação ambiental conjunta.

Silva *et al.* (2021b) descreveu a importância das universidades e das instituições de pesquisa, referindo-se em relação aos programas de educação ambiental e de formas de promover boas práticas e conhecimento para a sociedade no desenvolvimento de novas maneiras para um melhor gerenciamento dos resíduos sólidos.

Em um estudo realizado Vale do Taquari/RS, a maioria dos municípios possuem algum tipo de iniciativa na educação ambiental, buscando implantar a educação ambiental nas escolas através de algumas disciplinas e na distribuição de folders, maneiras utilizadas para incentivar o descarte consciente, o cadastramento de catadores, uma melhor coleta seletiva nas áreas desassistidas, rurais e urbanas, e criação de postas de coleta de resíduos especiais (pilhas, remédios, etc.) (CALDERAN; MAZZARINO; TURATI, 2017).

Em relação ao item XII, aos mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos, Santo Ângelo conta com a central de triagem gerenciada pela Ecos do Verde, onde é realizada a triagem dos resíduos, pesados e vendidos, assim gerando uma renda para os trabalhadores da cooperativa. Porém o local precisa de algumas melhorias na central de triagem, sendo necessários investimentos em sua estrutura física e no aumento dos postos de trabalho, com isto obtendo um aumento na reciclagem,

gerando maiores lucros e reduzindo a quantidade de resíduos enviadas para o aterro sanitário. Falta maiores incentivos para a reciclagem, elencar a valorização dos resíduos sólidos.

De acordo com Lopes, Silva e Medeiros (2020), a PNRS veio no âmbito de melhorias na gestão dos resíduos sólidos, onde o Brasil passa a ter um mecanismo de desenvolvimento social, econômico e ambiental, e com a reciclagem não só possibilita o aumento da vida útil dos materiais, mas também gera novos negócios empresariais, como também contribui para a proteção ambiental. Com a inclusão de cooperativas, possibilita a coleta e classificação dos resíduos, gerando trabalho e renda para pessoas de baixa renda que dependem da reciclagem.

Conforme a revisão realizada sobre a GRS em pequenos municípios, Santos e Pinto Filho (2022), abordam o município de Toledo/PR, relata que após as mudanças e adequações em melhorias ambientais relacionadas ao descarte e gestão dos resíduos sólidos o município necessita de um monitoramento na área de vigilância dos aterros, em sua compostagem e nas licenças de operação, buscando assim uma melhora no tratamento e destinação desses resíduos, e com uma cooperação intermunicipal regional irá tornar mais efetiva a inclusão de um maior número de catadores nos processos de valorização dos resíduos.

Acerca do item XVI, a respeito da logística reversa no âmbito do controle e fiscalização no que consta no seguinte plano em análise, o município apresenta um atendimento parcial, no que diz a respeito da logística reversa dos medicamentos, onde não é mencionado no PMGIRS. É apresentada uma abordagem e preocupação quanto aos resíduos de construção civil, resíduos sólidos industriais (empresas geradoras de grande volume trata-se de frigoríficos (abatedouros de suínos e bovinos), indústrias de usinagem, indústrias de fabricação de plásticos e empresas que realizam o comércio de produtos automotivos (postos de combustíveis) e os resíduos sólidos de serviços de saúde. Os resíduos que se enquadram no sistema de logística reversa gerados anualmente nas indústrias municipais, são lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; pneus; eletroeletrônicos; óleos lubrificantes e resíduos; e embalagens de óleo lubrificante.

De acordo com o Decreto Federal nº 10.388/2020, que institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores, este decreto institui com que as drogarias e farmácias terão que disponibilizar e manter, em seus estabelecimentos, um ponto fixo de recebimento de medicamentos para cada dez mil habitantes, nos Municípios com população superior a cem mil habitantes, sendo necessário registrar e informar no manifesto de transporte de resíduos a massa, em quilogramas, dos medicamentos vencidos ou em desuso descartados recebidos (BRASIL f, 2020).

A ABRELPE (2022) considerou que, após a instituição deste novo decreto e com outras ações já implantadas a respeito da logística reversa, no ano de 2021 foi coletado cerca de 52,8 toneladas de resíduos de medicamentos vencidos ou em desuso por meio do recolhimento em 3.634 pontos de entrega voluntária, distribuídos em 74 municípios de 20 estados, mais o Distrito Federal, assim garantindo que este resíduo chegue em seu destino ecologicamente adequado.

#### **4.1.3 Não atendimento**

Na análise dos dezenove itens do conteúdo mínimo para a elaboração de PMGIRS previsto no art. 19 da Lei Federal nº 12.305/2010 da PNRS, o PMGIRS do município de Santo Ângelo, obteve um atendimento total em 74% dos itens em análise e um atendimento parcial em 26 % dos itens, sendo assim não constatando um não atendimento com esta análise ao plano.

Para Santos e Pinto Filho (2022), o não cumprimento das normas estabelecidas pela PNRS, acaba provocando um cenário de degradação ambiental pela disposição final dos resíduos sólidos em locais inadequados, e uma má assistência à comunidade de catadores de resíduos recicláveis que utilizam do mesmo para sua sobrevivência.

Segundo Moreira *et al.* (2020), o não cumprimento do conteúdo mínimo exigido pela PNRS, é devido a diversos fatores na implementação do PMGIRS, começando em relação as questões políticas e econômicas do município, sendo necessário um melhor planejamento estratégico para obtenção ao sucesso pretendido, com uma melhor qualificação técnica de profissionais para a elaboração e monitoramento do plano e de funcionários municipais, sendo necessário esforços individuais e do poder público para obter um melhor cumprimento das normas estabelecidas.

#### **4.1.4 Proposição de melhorias**

De acordo com a análise apresentada no Quadro 2, a respeito dos itens pertinentes à legislação e o seu atendimento conforme PNRS, no Quadro 4 estão elencados os itens com atendimento parcial, com sugestões de melhorias para o PMGIRS do município de Santo Ângelo, diante do que foi exposto no seguinte plano em análise, buscando propor para futuras elaborações ou até mesmo para o período que será monitorado o plano, podendo obter alterações na sua edição, reedificação buscando sempre aprimorar e melhorar continuamente a gestão dos resíduos sólidos conforme as necessidades sociedade santo-angelense.

Quadro 5 – Proposições de melhorias para o PMGIRS do município de Santo Ângelo seguindo conforme o art. 19 da Lei Federal nº 12.305/2010.

| Itens | Especificação de conteúdo mínimo do PMGIRS   | Atendimento parcial   | Proposições de melhorias  |
|-------|--|---|---|
| IV    | Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, observadas as disposições desta lei e de seu regulamento, bem como as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS; | Na pag. 74 atende parcialmente, pois atendem aos resíduos de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, pilhas, baterias, pneus, eletroeletrônicos e seus componentes, óleos lubrificantes e resíduos, embalagens de óleo lubrificante e embalagens de agrotóxicos, e óleos de cozinha. Porém falta campanhas para o recolhimento de resíduos de grande volume, (sofás, geladeiras, máquinas de lavar, etc.). | Realizar campanhas para o recolhimento desses resíduos de grande volume, deixando armazenados em locais adequados e fechados, podendo analisar e realizar reformas nos mesmos para posteriormente vendê-los ou doar para quem necessita, e os que não são possíveis para sua reutilização entrar em contato com uma empresa especializada para o seu recolhimento e descarte correto posteriormente. Promover parcerias com municípios vizinhos, para obter uma melhor educação ambiental focada principalmente nos resíduos eletroeletrônicos, onde possuem um alto índice poluidor. |
| VII   | Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS e demais  | Caminhão adequado para o transporte dos RSU conforme a sua classificação  | O PMGIRS de Santo Ângelo não especificou os veículos utilizados para a coleta e transporte dos resíduos. Sendo necessário uma melhor abordagem a respeito, dos resíduos Classe I, por apresentarem risco à saúde pública e ao meio ambiente.  |

|     |  |   |   |
|-----|--|---|---|
|     | disposições pertinentes da legislação federal e estadual;  |   |   |
| X   | Programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos;  | Aplicada em escolas e bairros, por meio de palestras e atividades educativas, com o uso de materiais informativos e divulgação de informações nas rádios e jornais de circulação local.   | Dar melhor atenção na reciclagem dos resíduos sólidos na etapa de implantação de metas, programas e ações. Promover pontos de entrega voluntarias de resíduos recicláveis, em locais de grande circulação da população, como exemplo supermercados e promover a diminuição de sacolas plásticas.  |
| XII | Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos;   | Cooperativa de catadores para a triagem e reciclagem (Ecos do Verde), há necessidade de incentivos públicos e melhores condições de trabalho.   | Promover ações comunitárias para melhorar a infraestrutura do local, juntamente com incentivos públicos, buscando melhorar as condições de trabalho dos trabalhadores da cooperativa.   |
| XVI | Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no Art. 33 da Lei Federal nº12.305/2010 da PNRS; | O controle e fiscalização dos resíduos provenientes da logística reversa nas indústrias municipais, são lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; pneus; eletroeletrônicos; óleos lubrificantes e resíduos; e embalagens de óleo lubrificante, não abordando os medicamentos, que possuem uma grande preocupação quando descartado incorretamente. | Promover a implantação da logística reversa de medicamentos no PMGIRS de Santo Ângelo, conforme a Lei Federal nº10.388/2020, que institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso. Promovendo educação ambiental a respeito do seu descarte correto e a implantação de pontos de coletas voluntarias nas farmácias, em hospitais e nas redes básicas de saúde do município. |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Através das adequações e melhorias propostas acima no Quadro 5, a educação ambiental é um tema imprescindível relacionado aos resíduos sólidos, pois engloba tanto a classificação dos resíduos, sua separação e a destinação correta. Proporcionando benefícios para a população na diminuição dos resíduos sólidos encaminhados para o aterro sanitário, pois os resíduos gerados nas residências, quando separados de forma correta pode-se obter um melhor aproveitamento na reciclagem. Atribuindo melhorias na Cooperativa de catadores para a triagem e reciclagem (Ecos do Verde), haverá melhores condições de trabalho para os cooperados e assim aumentando a reciclagem dos resíduos sólidos, melhorará a renda dos trabalhadores. Com uma ampliação do local, possibilita para melhor um armazenamento e a inclusão de um ponto de entrega voluntária de demais resíduos gerados pelos moradores do município de Santo Ângelo. As proposições de melhorias elencadas no Quadro 4, são sugestões para a revisão de futuros PMGIRS ou em sua execução, sendo que podem sofrer alteração durante a sua execução.

De acordo com Souza *et al.* (2021) relataram que para um bom funcionamento das legislações é necessário orientar e incentivar a população sobre o descarte correto dos resíduos, principalmente dos medicamentos, realizando campanhas de orientação nas escolas, desde as séries iniciais, assim as crianças propagariam o conhecimento em suas residências, colaborando para a multiplicação do conhecimento e para a erradicação de medicamentos nos lixos de suas residências.

Em um estudo realizado em um município do Rio Grande do Sul no ano de 2019, verificou-se que a logística reversa de medicamentos mesmo sendo obrigatória, muitas drogarias e farmácias não possuíam o recebimento dos medicamentos para a correta destinação, menciona que mesmo o município possuindo ações específicas em relação logística reversa de embalagens de agrotóxicos e pneus, e algumas ações pontuais em relação a (pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista e resíduos eletrônicos) é necessário construir o apoio de entidades ou empresas privadas, campanhas educativas junto à população e ao comércio local, destacando a segregação, o correto acondicionamento, a coleta, o transporte e a destinação final dos resíduos, bem como a participação na construção e efetivação destas cadeias de logística reversa (CUNHA; POHREN, 2020).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os objetivos propostos para este estudo, pode-se considerar que a análise do panorama da estrutura de gestão de resíduos sólidos no município de Santo Ângelo/RS, apresentou 14 requisitos mínimos elencados no PMGIRS (I, II, III, V, VI, VIII, IX, XI, XIII, XIV, XV, XV, XVII, XVIII e XIX), representando cerca de 74% dos incisos atendidos. Os requisitos mínimos um atendimento parcialmente foram (IV, VII, X, XII e o XVI), onde há uma necessidade de melhorias a serem revisadas e analisadas conforme a PNRS, a respeito do conteúdo mínimo para a elaboração de um PMGIRS. Apresentando um desempenho regular, pois apesar de atender ao conteúdo mínimo exigido pela PNRS, fica clara a carência de estratégias e propostas voltadas para a promoção de um melhor planejamento municipal visando o aumento da eficiência no setor de reciclagem, melhorias nas condições de trabalho dos catadores.

Os resíduos gerados no município possuem uma disposição ambientalmente correta, sendo encaminhados para o aterro sanitário da Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos CRVR em Giruá, localizada no município vizinho de Santo Ângelo. Elenca-se melhorias na educação ambiental focada na logística reversa em promover a implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios. Conforme a implementação da logística reversa dos medicamentos, conforme a Lei Federal nº10.388/2020, que institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso. Promovendo educação ambiental a respeito do seu descarte correto e a implantação de pontos de coletas voluntárias nas farmácias, em hospitais e nas redes básicas de saúde do município.

O município de Santo Ângelo possui ainda, uma área que necessita de recuperação, localizada no antigo lixão, local onde é realizado o transbordo dos resíduos orgânicos para posteriormente encaminhar para o aterro sanitário de Giruá.

Faz-se saber que, com a implantação dos programas e metas destacadas no PMGIRS do município de Santo Ângelo, é necessária a colaboração do poder público e da população, juntamente com um monitoramento e uma gestão integrada para que se torne eficiente as metas previstas. Analisando-as conforme a viabilidade de implantação de cada ação proposta quanto ao atendimento às legislações e quanto aos benefícios econômicos, ambientais e sociais.

Espera-se que com este estudo auxilie em melhorias e atualizações dos PMGIRS seguidas conforme as legislações pertinentes e de acordo com a evolução da tecnologia e nas mudanças da sociedade, bem como que facilite a implantação de boas práticas de gestão.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>. Acesso em: 10 dez. 2022.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 10 dez. 2022.

ACHARYA, Sanjay. New report offers guidance to e-waste management in Latin America. Disponível em: [http://www.itu.int/net/pressoffice/press\\_releases/2015/14.aspx#.WU2SoY7yu03](http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2015/14.aspx#.WU2SoY7yu03). Acesso em: 10 dez. 2022.

AMORMINO JÚNIOR, M. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado/Coordenação geral André Vilhena. – 4. ed. – São Paulo (SP): CEMPRE, 316 p. 2018. Acesso em: 8 nov. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004:2004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial**. – 5ª. edição. Porto Alegre: Bookman Editora, 616 p. 2006.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Agenda 21 Global**. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 1992(a).

BRASIL Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução Nº 275 de 25 de abril 2001**. Disponível: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res27501.html>. Acesso: 15 dez, 2022 (b).

BRASIL. **Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o Saneamento Básico; altera (...) e dá outras providências(c).

BRASIL. **Lei nº 12.305, 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 5 dez. 2022(d).

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Cidades e Estados**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/santo-angelo.html/>. Acesso em: 15 dez, 2022(e).

BRASIL, Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020. Regulamenta o § 1º do caput do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores(f).

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico Temático: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Visão Geral 2020. Brasília: 2021(g).

BRASIL. **Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico [...]. Diário Oficial da União, Brasília, DF, p. 1, 16 jul. 2020. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm). Acesso em: 5 dez. 2022(h).

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022.** Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS. Diário Oficial da União, Brasília, 2022(i).

CALDERAN, T.B.; MAZZARINO, J.M.; TURATI, L. A potencialidade dos consórcios intermunicipais frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos: estudo de caso no COREDE-Vale do Taquari, RS, Brasil. *Revista Estudo & Debate*, 24(3), 2017.

CARBONAI, D.; BAUM, J.; CAMIZ, S. Gestão municipal de resíduos e ambiente institucional no Rio Grande do Sul. *EURE*, Santiago, 46(138):139-153, 2020.

CASTANHO, S.C.R. *et al.* Joint Venture para o Beneficiamento e Reciclagem de Embalagens Longa Vida. In: III SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 3., 2006, Resende, RJ. **Anais [...]**. Piracicaba, SP: Associação Educacional Dom Bosco, 2006.

CHAVES, G.L.D. *et al.* Ferramenta de avaliação dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: parte 1. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 25(1):167–179, 2020.

CHRISTMANN, I.F.; BASSAN, D.S. A importância da gestão integrada dos resíduos sólidos: o caso das cargas de resíduos domiciliares rurais de Santa Cruz do Sul–RS. **Polêmica**, 20(3):142-162, 2020.

CICCA, I.F.C.; GARRIDO, F.S.R.G. Instrumento para atendimento às normas de transporte rodoviário de resíduos perigosos: Apoio aos gestores de sustentabilidade de unidades de saúde. **Research, Society and Development**, 10(8):e53210817677-e53210817677, 2021.

COELHO, C.A. *et al.* Gestão Ambiental nas Instituições 39 Públicas: Abordagem de Práticas de Gestão Ambiental na Secretaria de Educação do Município de Dormentes – PE. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, 04:46-63, 2018.

COSENZA, J. P. *et al.* Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS**, 9(1):1-30, 2020.

CUNHA, J.G.; POHREN, R. **Sistema de Logística Reversa Nacional e Status de Implementação em um Município da Região do Sul do País.** 3º Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. 1-11, 2020.

DOMINGOS, D. C.; BOEIRA, S. L. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos domiciliares: análise do atual cenário no município de Florianópolis. **GeAS**, 4(3):14-30, 2015.

ESPINOSA, D.C.R.; SILVAS, F.P.C. Resíduos sólidos: abordagem e tratamento. *In* A. Filippi Jr., M. A. Romério, & G. C. Bruna (Eds.), **Curso de gestão ambiental**, 2. ed., pp. 195-255. Barueri: Manole. 2014.

FERREIRA, A.S. *et al.* Pontos de coleta de resíduos sólidos recicláveis: uma análise para implementação na cidade de Parnaíba. XII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador, BA. 2021. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2021/III-042.pdf>. Acesso: 29 maio, 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, G.S. **Avaliação do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e proposição de melhorias, Laguna, Santa Catarina, Brasil**. [Trabalho de conclusão de graduação]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 96 f. 2020.

KAZA, S. *et al.* **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Urban Development. Washington, DC: World Bank. 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317> License: CC BY 3.0 IGO/. EEEE Acesso: 12 dez, 2022.

KNOPF, D.S.; LORENZI JUNIOR, D.; PONTELLI, G.E.; KNEIPP, J.M. Gestão de resíduos sólidos: dificuldades e potencialidades em um consórcio intermunicipal. **Exacta**. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.2022.20776>.

LAUREANO, F.G. Como os municípios cobram pelo lixo? Um diagnóstico sobre a taxa para manejo de resíduos sólidos urbanos dos municípios do Rio de Janeiro. **R. Bras. Planej. Desenv.**, 12(1):28-54, 2023.

LEAL, T.L.M.C; SAMPAIO, R.J. Gestão dos resíduos sólidos: o caso do consórcio de desenvolvimento sustentável do alto sertão na Bahia. *Urbe*, 13:1-13, 2021.

LEITE, A.A. *et al.* **Resíduos Sólidos: diagnóstico do cenário e impactos socioambientais no agreste paraibano**. *Revista nordestina de biologia*, 26(1):1943, 2019.

LEITE, C.H.P. *et al.* **Novo marco legal do saneamento básico: alterações e perspectivas**. *Eng. Sanit. Ambient.* 27(5), 2022.

LIMA, J.C.F. *et al.* **Integração da Rede de Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos na Região Metropolitana de Campinas-SP**. *Conexão academia*. Ano 1 - N°1. 2011.

LIRA, R.A.C. Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos gerados na cidade de São José dos Pinhais -PB. TCC (Bacharelado em Engenharia civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Paraíba, 2019.

LOPES, R.N.; SILVA, A.; MEDEIROS, B.E. Estudo de caso e análise swot de uma cooperativa de coleta de resíduos sólidos na cidade de Três Rios/RJ. **Epitaya E-Books**, 1(12):112-121, 2020.

LUIZARI, J. D. Análise da geração e composição dos resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso no plano piloto - DF. **Monografia de Projeto Final**, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 100 p. 2019.

MENDEZ, G.P. **Avaliação da gestão municipal de resíduos sólidos através de indicadores ambientais**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.

MENGHINI, R.P.; BATISTA, M.G.M. Análise do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Cananéia-SP quanto ao atendimento à política nacional de resíduos. **Atas de Saúde Ambiental-ASA**, 4(1), 98- 104. 2016.

MONTAGNA, A. *et al.* Curso de Capacitação/Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: planejamento e gestão. **Florianópolis: AEQUO**, 2012. 98p.

MONTEIRO, J.H.P. *et al.* **Gestão integrada de resíduos sólidos: manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>. Acesso: 13 out, 2022.

MORAES, J. L. **Os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos e sua implantação em municípios da região centro sul do Ceará**. 2017. 126 f. Tese (Doutorado) – Pós-Graduação em Geografia - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2017.

MOREIRA, P.; GONÇALVES, M.B.; CANTÃO, L.G.V.; ARAUJO, A.S.; ALMEIDA, B.A. Análise do plano municipal de gestão integrada de Resíduos sólidos do município de Tucuruí-PA. 11º Fórum Intermunicipal de Resíduos Sólidos, Porto Alegre –RS, 2020.

NASCIMENTO, R.M.; PINTO, A.E.M. Sustentabilidade e precaução: uma avaliação do plano municipal de gerenciamento de resíduos de Macaé referenciados na Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Direito da Cidade**, 10(1):78-94, 2018.

PERALTA, L.R.; ANTONELLO, I.T. A contribuição do consórcio público para o atendimento das diretrizes da política nacional de resíduos sólidos: cias Joaquim Távora – norte do Paraná. **ACTA Geográfica**, 13(31):36-51, 2019.

PERÔNICO, J.M.A. Crédito de Logística Reversa de embalagens pós-consumo: avaliação dos efeitos dos programas em cooperativas de catadores no Município de São Paulo - SP. 2021. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

PINA, L.G.; FLORENCIO, M.N.S.; COSTA, B.M.G. Gerenciamento de resíduos sólidos: um estudo de caso aplicado no consórcio público do agreste central. **Revista Valore**, Volta Redonda, 7:152-164, 2022.

PINHEIRO, I.S.; FERREIRA, J.A. Economicidade dos Serviços de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos. **Rio de Janeiro, escola de contas e gestão do TCE-RJ**, 2017.

RAMOS, M.P.; SCHABBACH, L.M. O estado da arte da avaliação de políticas públicas: conceituação e exemplos de avaliação no Brasil. **Revista de Administração Pública**, 46(5):1271-1294, 2012.

RODRIGUES, D.C. **Proposição de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para o Centro Integrado de Operação e Manutenção da CASAN (CIOM)**. 2015. 127 f. TCC (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015.

SANCHEZ, E. Catador X Agente Ambiental. **Revista Limpeza Pública**, São Paulo, 60, p.12, 2003.

SANTO ÂNGELO. Plano Municipal de Saneamento Básico Participativo de Santo Ângelo-RS. Volume V – Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Prefeitura Municipal de Santo Ângelo/RS, 2021.

SANTOS, F.K. N.; PINTO FILHO, J.L.O. Revisão integrativa sobre a gestão ambiental de resíduos sólidos em pequenos municípios. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, 19(4):226-245, 2022.

SCHNEIDER, M.S.; RADUNS, C.D.; ENDERLE, T.P. **Gestão de resíduos sólidos: logística reversa de eletroeletrônicos, pilhas e lâmpadas**. XXII Jornada de Extensão. Salão do Conhecimento. Unijuí, 2021.

SCHALCH, V. *et al.* **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2002

SILVA, C. O.; KONRAD, O.; CALLADO, N.H.; MARDER, M.; ARAUJO, L.G.S. Resíduos sólidos orgânicos domésticos como substrato potencial para produção de biogás. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, 11(2):204-212, 2020.

SILVA, T.G.E. *et al.* Economia circular: um panorama do estado da arte das políticas públicas no Brasil. **Revista Produção Online**, 21(3):951–972, 2021a.

SILVA, I.O. *et al.* Gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de Jales – SP e sua relação para com a política nacional de resíduos sólidos (PNRS). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, 7(1):11475-11499, 2021b.

SILVEIRA, R.M.C., CLEMENTINO, M.L.M. Novas regras, velhos entraves: o desafio da gestão dos resíduos sólidos nos municípios brasileiros. *Anais do Encontro Nacional da Associação de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional*, São Paulo, SP, 17. 2017.

SILVEIRA, A.L. da; BERTÉ, R.; PELANDA, A.M. **Gestão de Resíduos Sólidos: Cenários e mudanças de paradigmas**. Curitiba: Intersaberes, 2018.

SINDUSCON-SP. Guia Interativo de Eficiência Energética em edificações. 2018. Disponível em: <<https://www.guiaenergiaedificacoes.com.br/wp-content/themes/backup/pdfs/guia-de-eficiencia-energetica.pdf>>. Acesso em: 12 de maio, 2023.

SOUZA, B.L. *et al.* Logística reversa de medicamentos no Brasil. **BJD**, 7(3):21224-21234, 2021.

VIEIRA, C.R. *et al.* Análise descritiva do modelo de gestão de resíduos sólidos urbanos do município de Jaboatão dos Guararapes - PE. **Mix Sustentável**, 9(1):27-37, 2022.

VIGNE, C.K. *et al.* Análise do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) da cidade de Canoas/RS em face das exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Anais do 10º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, João Pessoa. 2019.

WIRTH, I.G. **Movimento de Catadores e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: a experiência do Rio Grande do Sul.** [tese de doutorado]. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP: [s.n.], 2016.

ZANTA, V.M; FANTONI, C.; FERREIRA, C.F.A. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos. 2023.