



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

RAYSSA GUIMARÃES ROSA

DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO
MUNICÍPIO DE TASSO FRAGOSO – MA

BALSAS-MA
SETEMBRO/2021

RAYSSA GUIMARÃES ROSA

**DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO
MUNICÍPIO DE TASSO FRAGOSO – MA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal do
Maranhão (UFMA) como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^a Dr^a Débora Batista
Pinheiro Sousa.

BALSAS-MA
SETEMBRO/2021

Guimarães Rosa, Rayssa.

Diagnóstico do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Tasso Fragoso-MA / Rayssa Guimarães Rosa. - 2021.

82 f.

Orientador(a): Débora Batista Pinheiro Sousa.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, Balsas/MA, 2021.

1. Composição Gravimétrica. 2. Educação Ambiental. 3. Impactos Ambientais. 4. Lixão. 5. Quarteamento. I. Batista Pinheiro Sousa, Débora. II. Título.

RAYSSA GUIMARÃES ROSA

**DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO
MUNICÍPIO DE TASSO FRAGOSO – MA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal do
Maranhão (UFMA) como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Ambiental.

Aprovado em 24 de Setembro de 2019.

Profa. Dra. Débora Batista Pinheiro Sousa (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Profa. Dra. Alana Gandra Lima de Moura (Membro Interno)
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Daniel Silva Jaques (Membro Externo)
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

Balsas, 24 de Setembro de 2019.

Dedico esse trabalho a minha amada avó, Emília de Almeida Guimarães, que, ao longo de toda a minha vida, foi suporte, refúgio e fortaleza; e a todos que contribuíram com a minha formação.

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora, pela concretização dessa etapa tão esperada de um árduo caminho. Sem a fé e a confiança nos propósitos de Deus, eu não teria vencido nenhuma das etapas da minha vida. Não haveria força, estímulo e superação.

A minha família, pelo incentivo, amparo e carinho, por nunca pouparem esforços para que eu seguisse no caminho dos meus objetivos. O apoio de vocês é fundamental para mim, para a minha caminhada. Essa conquista é dedicada a cada um de vocês. Muito obrigada!

Aos meus queridos amigos, os que permaneceram desde a primeira fase da vida e os que Deus me presenteou ao longo dela, até aqui. Espero que cada um de vocês saibam o quanto são importantes para mim e como influenciaram na minha caminhada. Em especial, aqueles que estão diariamente comigo, me alegrando nos momentos difíceis e dividindo comigo os momentos alegres. E ao Ir. Itaiaci Sobral, por ter me ensinado sobre valores, fé, consciência e vida. Muito obrigada!

A minha orientadora, professora Débora Batista Pinheiro Sousa, por acreditar, se dedicar, incentivar e fazer dar certo este trabalho. Agradeço-a pela compreensão, humanidade, sabedoria e humildade. E estendo minha gratidão por tê-la como amiga e irmã, sendo suporte e ânimo em todas as horas.

A todo o corpo administrativo e técnico da UFMA/Campus Balsas, pelo carinho, suporte e disponibilidade. A todo o corpo docente, pelos ensinamentos, compreensão e incentivo durante todos os dias e por, mesmo em um ano tão difícil para todos nós, buscarem a excelência no que fazem. A todos aqueles que, muitas vezes, dividiram comigo suas trajetórias que servem como exemplo. Em especial, aqueles que se tornaram amigos enviados como presentes durante essa jornada, que me apoiaram, espelharam, ajudaram e ensinaram tanto. Muito obrigada!

A todos os meus ex-colegas de trabalho (Marista) por não pouparem ajuda, incentivo e compreensão durante os cinco anos de convivência. Vocês sempre estarão em meu coração. Muito obrigada!

À UFMA pela oportunidade de formação acadêmica.

À Prefeitura Municipal e Secretaria de Meio Ambiente e Turismo de Tasso Fragoso-MA, por me receberem para a realização dos dois Estágios Obrigatórios e por toda a contribuição dada a esse trabalho.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana”.

(Carl Jung)

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.

(Josué 1:9)

RESUMO

A escassez de estudos com base em dados científicos que analisam e explicam sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos no município de Tasso Fragoso-MA, evidencia uma preocupação quanto aos impactos sobre o meio ambiente e a saúde pública, bem como, a falta de políticas públicas voltadas à questão. Assim, no presente estudo, objetivou-se diagnosticar a situação atual do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos no município de Tasso Fragoso – MA. Para tanto, foi realizada uma busca nos principais documentos e legislações municipais, estaduais e federais vigentes para compreender os dados sobre geração e sobre as formas de tratamento e disposição dos resíduos sólidos urbanos locais. Para a caracterização dos resíduos, foi seguido o método de quarteamento proposto pela ABNT, que direciona a preparação da amostra, a determinação do peso específico aparente, o cálculo da geração per capita e a determinação da composição gravimétrica. Por fim, foi realizada a construção de cenários tendenciais (2021 a 2041) com o intuito de elaborar proposições preventivas e corretivas para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. O peso específico aparente resultou em um total de 211,16 kg/m³ e a quantidade total de resíduos gerados foi de 3658,8 kg/dia. A partir disso, pode-se definir a geração per capita para a população do município de Tasso Fragoso-MA, sendo igual a 0,719 kg/hab.dia. Adicionalmente, a maior fração dos resíduos domiciliares de Tasso Fragoso-MA é composta de plásticos, correspondendo a 36,07% da amostra, compondo grande parte das embalagens de produtos comercializados, além de ser a forma de acondicionamento de resíduos mais utilizada, e isso evidencia uma problemática gerada pela ausência de cooperativa de reciclagem ou associação de catadores. Assim, tendo em vista o cenário atual e tendencial, percebe-se que existem desafios em longo prazo que devem ser transpostos, tais como, o esforço conjunto para a elaboração de políticas públicas voltadas para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, que incluem o encerramento do atual lixão municipal, dispendo e destinando, assim, de forma ambientalmente adequada, os diversos tipos de resíduos gerados no município. Além disso, observa-se que serão necessárias ações de sensibilização e educação ambiental, bem como outros instrumentos preventivos que visem a redução da geração de resíduos no município.

Palavras-chave: lixão, quarteamento, composição gravimétrica, educação ambiental, impactos ambientais.

ABSTRACT

The scarcity of studies based on scientific data that analyze and explain the management of solid waste in the municipality of Tasso Fragoso-MA, highlights a concern about the impacts on the environment and public health, as well as the lack of policies to the issue. Thus, in this study, the objective was to diagnose the current situation of Urban Solid Waste Management in the city of Tasso Fragoso - MA. Therefore, a search was carried out in the main documents and municipal, state and federal legislation in force in order to understand the data on generation and on the forms of treatment and disposal of local urban solid waste. For the characterization of the residues, the quartering method proposed by the ABNT was followed, which directs the preparation of the sample, the determination of the apparent specific weight, the calculation of the per capita generation and the determination of the gravimetric composition. Finally, the construction of trend scenarios (2021 to 2041) was carried out in order to elaborate preventive and corrective proposals for the management of urban solid waste. The apparent specific weight resulted in a total of 211.16 kg/m^3 and the total amount of waste generated was 3658.8 kg/day . From this, it is possible to define the per capita generation for the population of the city of Tasso Fragoso-MA, being equal to $0.719 \text{ kg/habitant.day}$. Additionally, the largest fraction of household waste in the Tasso Fragoso-MA is made up of plastics, corresponding to 36.07% of the sample, making up a large part of the packaging of commercialized products, in addition to being the most used form of packaging waste, and this highlights a problem generated by the absence of a recycling cooperative or association of collectors. Thus, in view of the current and trending scenario, it is clear that there are long-term challenges that must be overcome, such as the joint effort to develop public policies aimed at the management of urban solid waste, which include the closure the current municipal dump, thus disposing and disposing, in an environmentally appropriate way, the various types of waste generated in the municipality. In addition, it is observed that awareness and environmental education actions will be needed, as well as other preventive instruments aimed at reducing waste generation in the municipality.

Keywords: garbage dump, quartering, gravimetric composition, environmental education, environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de caracterização e classificação de resíduos sólidos proposto pela ABNT, NBR 10.004.	23
Figura 2 - Diagrama Esquemático de Definições.	24
Figura 3 - Cadeia para destinação dos resíduos urbanos.	36
Figura 4 - Geração de Resíduos Sólidos por Região.	37
Figura 5 - Índice de Cobertura de Coleta de RSU no Brasil e Regiões (%).	39
Figura 6 - Disposição Final Adequada x Inadequada de RSU no Brasil (t/ano).	40
Figura 7 - Disposição final de RSU no Brasil, por tipo de destinação (t/ano).	40
Figura 8 - Geradores e responsáveis que devem elaborar o PGRS.	42
Figura 9 - Tabela com a quantidade de municípios com iniciativas de coleta seletiva.	45
Figura 10 - Esquema de quarteamento de resíduos sólidos.	48
Figura 11 - Mapa de Localização do Município de Tasso Fragoso-MA.	49
Figura 12 - Elementos turísticos do município de Tasso Fragoso/MA. (A) Morro do Garrafão, (B) Morro do Elefante, (C) Paredão do Talhado e (D) Inscrições rupestres encontradas no Sítio Caboclo II.	50
Figura 13 - Mapa de Localização do Lixão do Município de Tasso Fragoso-MA.	Erro! Indicador não definido.
Figura 14 - Vista panorâmica da área onde os resíduos são dispostos.	Erro! Indicador não definido.
Figura 15 - Resíduos dispostos em vale na área lateral limítrofe do lixão.	Erro! Indicador não definido.
Figura 16 - Resíduos com incidência de incineração inadequada.	Erro! Indicador não definido.
Figura 17 - Pilha de resíduos dispostas no lixão e presença de aves.	Erro! Indicador não definido.
Figura 18 - (A) Resíduos sendo despejados sobre a lona, (B) e (C) resíduos sendo colocados em sacos plásticos para pesagem e (C) saco de resíduos sendo pesado.	53
Figura 19 - Amostra B1, após o segundo quarteamento, que foi utilizada para determinação da composição gravimétrica.	54
Figura 20 - Representação espacial da massa coletada (RDO+RPU) per capita dos municípios participantes do SNIS em relação à população urbana (indicador IN021) – Macrorregião Nordeste.	62
Figura 21 - Composição Gravimétrica dos RSU do município de Tasso Fragoso-MA.	64
Figura 22 - Percentual da massa de resíduos secos recicláveis, de resíduos de matéria orgânica (ou úmidos) e outros.	65
Figura 23 - Representação espacial da taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total de RDO+RPU (indicador IN031) dos municípios participantes do SNIS – Macrorregião Nordeste.	65
Figura 24 - Expansão da Área Urbana do Município em um cenário de 20 anos (2021 a 2041).	67
Figura 25 - Geração de Resíduos Sólidos Totais (ton/dia) e Per Capita (kg/hab.dia), em	

percentuais de Resíduos Secos Recicláveis e Resíduos de Matéria Orgânica, em um cenário de 20 anos.	68
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de RSU.	25
Quadro 2 - Modificações Advindas da Implantação da PNRS.	29
Quadro 3 - Legislação de âmbito nacional e normas técnicas aplicáveis ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.	30
Quadro 4 - Regras e procedimentos aplicáveis em etapas específicas do gerenciamento de resíduos sólidos.	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de pesagem das amostras utilizadas para o cálculo do peso específico aparente.....	60
Tabela 2 - Valores obtidos da pesagem dos sacos com resíduos.....	60
Tabela 3 - Composição gravimétrica dos RSU, expressa em quilogramas e porcentagem, de uma das três caçambas.....	63
Tabela 4 - Composição gravimétrica dos RSU do município de Tasso Fragoso-MA, expressa em quilogramas e porcentagem.	63
Tabela 5 - Estimativa para os valores de população (hab.), geração total e geração per capita de resíduos no cenário de 20 anos (2021 a 2041).....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3R's	Reduzir, Reutilizar e Reciclar
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MINTER	Ministério do Interior
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma brasileira
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
RDO	Resíduos Domiciliares
RLU	Resíduos de Limpeza Urbana
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 JUSTIFICATIVA	19
1.2 OBJETIVOS	19
1.2.1 Objetivo Geral	19
1.2.2 Objetivos Específicos	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	21
2.2.1 Conceitos Básicos	21
2.2.2 Classificação e caracterização	22
2.3 ASPECTOS LEGAIS	26
2.3.1 Legislação Federal	26
2.3.2 Legislação Estadual	32
2.3.3 Legislação Municipal	33
2.4 GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	34
2.4.1 Manejo de Resíduos Sólidos	36
2.4.1.1 Geração	36
2.4.1.2 Segregação	37
2.4.1.3 Acondicionamento e Armazenamento	38
2.4.1.4 Coleta e Transporte	38
2.4.1.5 Destinação Final de RSU	39
2.5 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PGRS)	41
2.5.1 Educação Ambiental	43
2.5.1.1 Reduzir, Reciclar e Reutilizar – 3R’s	44
2.5.2 Coleta Seletiva	45
2.6 URBANIZAÇÃO FRENTE AOS RESÍDUOS SÓLIDOS	46
2.7 DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	47
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	49
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	49
3.2 PARA O DIAGNÓSTICO	51
3.2.1 Procedimento de Coleta de Dados	51

3.2.2 Procedimento de Caracterização dos Resíduos	51
3.2.2.1 Preparo da Amostra e Quantificação de Resíduos Sólidos Urbanos	51
3.2.2.2 Cálculo da Geração per capita	53
3.2.2.3 Determinação da Composição Gravimétrica	54
3.3 PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS E ELABORAÇÃO DAS PROPOSIÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS PARA O GERENCIAMENTO	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1 CENÁRIOS	60
4.2 DIAGNÓSTICO	60
4.2.1 Quantificação dos Resíduos Sólidos Urbanos	60
4.2.2 Geração Per Capita	61
4.2.3 Composição Gravimétrica	63
4.3 ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO	66
4.3.1 Gerenciamento Atual e Tendencial dos Resíduos Sólidos Urbanos de Tasso Fragoso-MA	66
4.3.2 Ações Preventivas e Corretivas no Manejo de Resíduos Sólidos	69
4.3.2.1 Regras e procedimentos em etapas do gerenciamento de RSU	70
4.3.2.2 Programa de Educação Ambiental	71
4.3.2.3 Programa de Coleta Seletiva	73
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
APÊNDICE A – TABELA DO EXCEL COM OS VALORES OBTIDOS PARA A PROJEÇÃO PARA CENÁRIO DE 20 ANOS	76
APÊNDICE B - RELAÇÃO DOS PARÂMETROS E AS DEVIDAS EQUAÇÕES OU CONSIDERAÇÕES UTILIZADAS PARA SUA DETERMINAÇÃO	77

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento do saneamento básico se deu de acordo com a evolução das diversas civilizações, ou recuando com a queda de algumas e/ou renascendo com o surgimento de outras (FERNANDES, 2016). A Lei N° 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece a Política Federal de Saneamento Básico, destacou, em seu Art. 3º, o saneamento básico compreendendo um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007). Sendo assim, é de extrema relevância o gerenciamento de resíduos sólidos como prioridade nas políticas públicas (GIOVANETTI, 2014), visto que há uma relação direta entre os resíduos sólidos e os problemas ambientais (FERNANDES, 2016) e de saúde humana.

Os resíduos sólidos são gerados desde o surgimento da humanidade, mas a partir da Revolução Industrial, iniciada na segunda metade do século XVIII, a quantidade e as características químicas, físicas e biológicas dos resíduos foram modificando-se (FERNANDES, 2016) e, além disso, o crescimento populacional e o incentivo ao aumento do consumo contribuíram para o aumento da geração de resíduos sólidos. Assim, a capacidade de degradação natural desses resíduos não continuou da mesma forma de antes (ALBERTIN et al., 2010), acarretando em problemas à natureza.

Com isso, a problemática dos resíduos sólidos ganhou evidência, principalmente no que tange as questões de saúde pública (TOLEDO, 2018). Porém, somente a partir dos anos 1970, por meio das conferências voltadas às discussões acerca do meio ambiente, como a Conferência de Estocolmo, em 1972, e a Rio 92, em 1992, os resíduos sólidos passaram a ser vistos, em âmbito mundial, como um viés ambiental.

De acordo com Toledo (2018), alguns dos objetivos destaques da Agenda 21, documento produzido na Rio 92, foi:

Promover padrões de consumo e produção que reduzam as pressões ambientais e atendam às necessidades básicas da humanidade; e, desenvolver uma melhor compreensão do papel do consumo e da forma de se implementar padrões de consumo mais sustentáveis (UNCED, AGENDA 21, p.2,1992).

Portanto, há uma preocupação com a quantidade de resíduos que são gerados e com o manejo inadequado destes visto que, não importando a origem, irão gerar desperdícios, constituem uma ameaça à saúde pública e agravam a degradação ambiental, que comprometem a qualidade de vida das populações, especialmente nos centros urbanos, além de contribuir com as desigualdades sociais.

CAPÍTULO I

A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos pode ser entendida como a maneira de conceber, implementar e administrar sistemas de manejo de resíduos sólidos urbanos, considerando uma ampla participação dos setores da sociedade e tendo como perspectiva o desenvolvimento sustentável (SILVA, 2016).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei Federal Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010b), em seu Art. 3º, Parágrafo XI, caracteriza a gestão integrada de resíduos sólidos como o conjunto de ações voltadas à busca de soluções para os resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental e cultural, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA, 2017). Conseqüentemente, o gerenciamento dos resíduos sólidos, que se insere na gestão destes, é uma tarefa do poder público e são os gestores públicos, em geral, que o fazem, sendo atribuição do Distrito Federal e dos municípios.

O gerenciamento estrutura-se nas etapas de segregação, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos, sendo exatamente nesta última os agravantes mais comuns e preocupantes. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010b), com relação às formas de disposição final dos resíduos sólidos, apenas 17,3% eram aterros sanitários, sendo 22,3% aterros controlados e 72,3% lixões. O lixão é considerado uma forma totalmente inadequada de disposição final de resíduos sólidos, visto que ocorrem queimadas a céu aberto, trabalho em condições insalubres dos catadores que separam resíduos recicláveis, resíduos de serviços de saúde sendo dispostos com resíduos domiciliares sem prévio tratamento, dentre outros.

As legislações ambientais, que têm se tornado mais restritivas, apresentam-se, assim, como uma importante ferramenta de atuação dos órgãos ambientais fiscalizadores das esferas federais e estaduais, de modo a cobrarem dos municípios uma adequação no que tange as questões de gestão de resíduos sólidos, além de cobranças que partem da própria população sobre o município. Dessa forma, é esperado que os municípios adotem sistemas de gerenciamento dos resíduos sólidos, como por meio do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), de modo a minimizar os impactos ambientais negativos, visto que, por meio destes, são feitos diagnósticos da situação atual da gestão, bem como estabelece-se metas para atender aos preceitos estabelecidos nas referidas legislações (MAEDA, 2013).

Neste sentido, surge a seguinte problemática: o município de Tasso Fragoso-MA, por meio de sua gestão de resíduos sólidos urbanos, atende ao Plano Nacional de Resíduos

CAPÍTULO I

Sólidos? O município situa-se no extremo sul do Estado do Maranhão, área transicional entre o Cerrado e a Amazônia, e às margens da Bacia do Rio Parnaíba, apresentando um potencial para o planejamento e desenvolvimento de ações no campo do turismo cultural, além da grande relevância para a pesquisa científica e para ações educativas e de visitação, porém o município não apresenta um PMGIRS ou Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), tampouco possuem dados atualizados de caracterização dos resíduos sólidos urbanos gerados, o que justifica a importância do desenvolvimento desse trabalho.

1.1 JUSTIFICATIVA

O lixo ou a geração de resíduos sólidos urbanos é um problema com forte relação à economia e consumismo material, a extração de recursos naturais, exploração de madeira, minério, resíduos dispensados pelas indústrias, fábricas, laboratórios químicos, a própria população que dejeta seu lixo de maneira inadequada, aumentando cada vez mais a produção de resíduos sólidos urbanos.

Este projeto propõe diagnosticar, através de um levantamento de dados pré-existentes e da caracterização física dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), a atual situação do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos do município de Tasso Fragoso-MA. Esse diagnóstico tem sua importância justificada quando se torna relevante a preocupação com o gerenciamento de resíduos sólidos e seus impactos sobre o meio ambiente e a saúde pública.

Os resíduos sólidos, como já discutido, são consequências das atividades rotineiras do homem e dos animais. Em sua maioria, são descartados e despejados no meio ambiente de forma desordenada, gerando grandes problemas. A produção exagerada dos resíduos e seu manejo inadequado modificam não somente o meio ambiente, como também os aspectos sociais, tecnológicos e econômicos.

Este trabalho se justifica, ainda, pela escassez de estudos com bases em dados científicos que analisam e explanam sobre os impactos gerados pela gestão de resíduos sólidos no município de Tasso Fragoso-MA, bem como pela ausência de caracterização de resíduos sólidos, que é fundamental para a elaboração do Plano, documento necessário para a gestão ambiental municipal, uma vez que essa deve estar alinhada à Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Nº 12.305/2010.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

CAPÍTULO I

- ✓ Diagnosticar a situação atual do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos no município de Tasso Fragoso – MA.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Obter, junto aos órgãos municipais, informações de como o município têm realizado o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos gerados;
- ✓ Analisar a conformidade das informações obtidas com relação aos termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS);
- ✓ Realizar a caracterização física dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do município, incluindo análise de composição gravimétrica, por meio do método de quarteamento de resíduos (ABNT, 2004);
- ✓ Propor, a partir dos resultados observados, alternativas para a adequação, prevenção e melhoria do gerenciamento de resíduos sólidos no município de Tasso Fragoso-MA em conformidade com a PNRS.

CAPÍTULO II

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada a revisão bibliográfica relacionada ao tema de resíduos sólidos urbanos. No primeiro momento será abordado um panorama geral dos resíduos sólidos e sua legislação vigente, além da caracterização dos mesmos, segundo seus aspectos físicos, químicos e biológicos. Após isso, será apresentado todo o esquema de gerenciamento de resíduos sólidos, desde a sua coleta até sua destinação final adequada. E por fim, são mostrados os aspectos econômicos e a relevância da análise gravimétrica dos resíduos.

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

2.2.1 Conceitos Básicos

São diversas as interpretações acerca dos resíduos sólidos ao longo do histórico de observações tendo, cada interpretação, um nível e uma temática diferentes. De acordo a definição disposta na Lei Nº 12.305, sancionada em 02 de agosto de 2010, e regulamentada pelo Decreto Nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, em seu Art. 3º, inciso XVI, o resíduo sólido é:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d' água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, p.6).

Enquanto a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2004) conceitua-o como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, 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 a rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Sinteticamente, os resíduos sólidos são definidos como materiais heterogêneos resultantes das inúmeras atividades humanas e da natureza que, por vezes, são considerados inúteis, indesejáveis ou descartáveis e, assim, acarretam problemas sanitários, econômicos e, principalmente, estéticos (ABNT, 2004). No entanto, esses resíduos podem ser parcialmente reutilizados, dissociando-se, assim, do conceito de “lixo”, uma vez que, como disposto em Ferreira (1999), lixo é tudo aquilo que não se quer mais e se joga fora; coisas inúteis, velhas e sem valor, e o resíduo pode se tornar matéria-prima para produção de um novo produto ou

CAPÍTULO II

processo (MONTEIRO et al., 2001) e, pela possibilidade de ser reutilizado, gera, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia dos recursos naturais (BRASIL, 2006).

2.2.2 Classificação e caracterização

A Lei N° 12.305, da PNRS (BRASIL, 2010b), utiliza os critérios de origem e periculosidade para classificar os resíduos sólidos, distribuindo-os em:

I - quanto à origem:

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

II - quanto à periculosidade:

- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
- b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Enquanto a ABNT (2004), por meio da Norma Brasileira (NBR) 10.004, utiliza o critério de riscos potenciais de contaminação para classifica-los em classes, conforme a Figura 1, sendo estas:

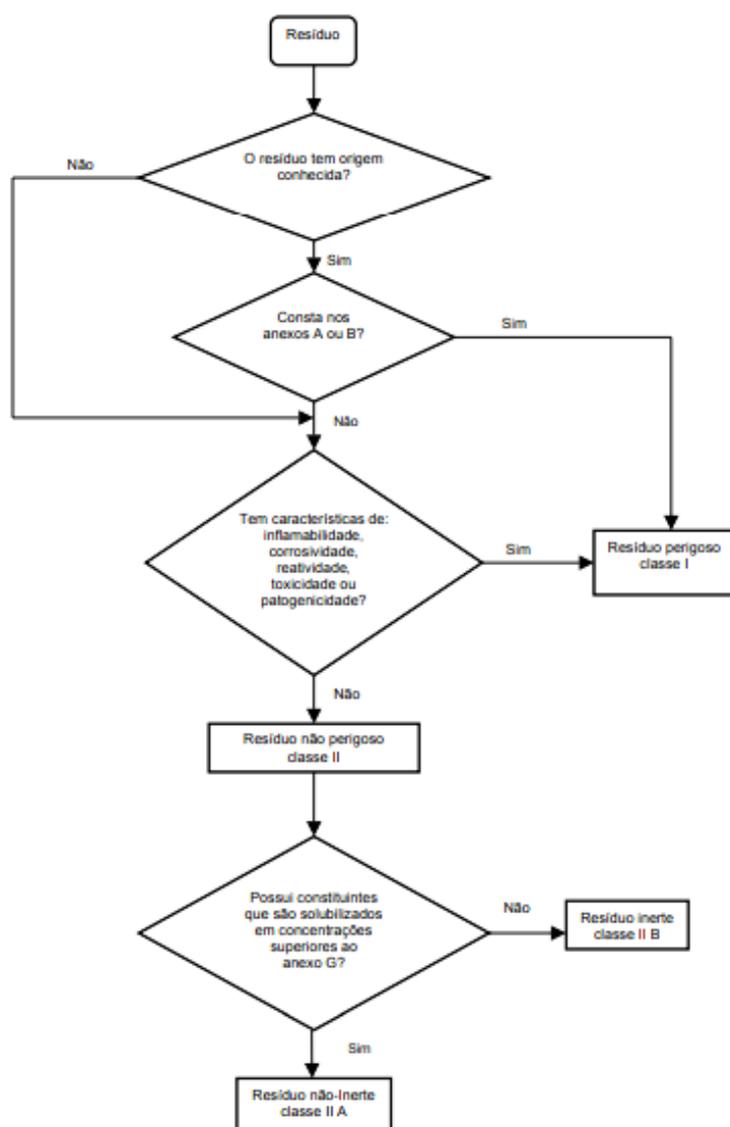
- Classe I (Perigosos): aqueles que apresentam risco à saúde pública e/ou ao meio ambiente, podendo ser inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos e patogênicos (ex.: baterias, pilhas, óleo usado, resíduo de tintas e pigmentos, resíduo de serviços de saúde, resíduo inflamável, etc.);
- Classe IIA (Não-perigosos: Não Inertes): aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I, perigosos, ou de resíduos Classe IIB - Inertes, nos termos da NBR 10.004. São aqueles que, quando em contato com a água,

CAPÍTULO II

solubilizam algum de seus componentes. Logo, têm, possivelmente, como características, a solubilidade em água, a biodegradabilidade ou a combustibilidade (ex.: restos de alimentos, resíduo de varrição não perigoso, sucata de metais ferrosos, borrachas, espumas, materiais cerâmicos, etc.);

- Classe IIB (Não-perigosos: Inertes): aqueles que, quando ou submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, sendo assim, não apresentam riscos ao meio ambiente e à saúde.

Figura 1 – Fluxograma de caracterização e classificação de resíduos sólidos proposto pela ABNT, NBR 10.004.



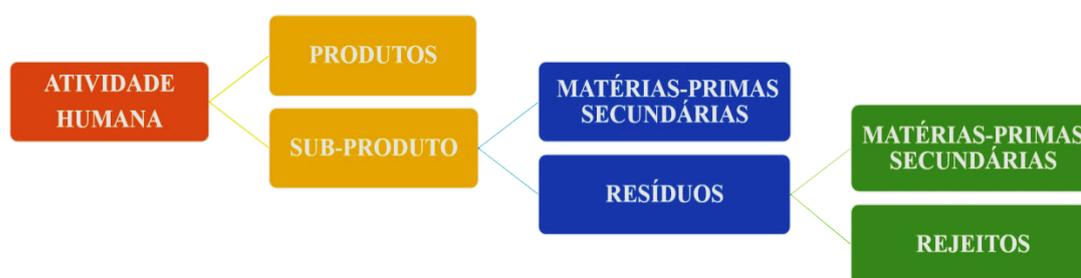
Fonte: ABNT (2010).

CAPÍTULO II

De acordo com Lima (2001), as substâncias que constituem os resíduos sólidos podem ser: facilmente degradáveis, moderadamente degradáveis, dificilmente degradáveis ou não degradáveis. Sendo estas variáveis de acordo com a cidade e suas características climáticas, culturais, geográficas e outras.

De maneira geral, segundo Ferla (2016) e Philippi (2005), os resíduos constituem subprodutos provenientes da atividade humana que possuem características próprias definidas pelo processo que os geraram, conforme Figura 2. Do ponto de vista da população, os materiais descartados que são reaproveitados deixam de ser resíduos, e são considerados matérias-primas secundárias.

Figura 2 - Diagrama Esquemático de Definições.



Fonte: Adaptado de Philippi (2005).

Como a abordagem principal dessa pesquisa está voltada ao diagnóstico da gestão de RSU, faz-se necessária sua conceituação. De acordo com Junkes (2002), os RSU são conceituados como o conjunto de resíduos provenientes das atividades humanas em aglomerados urbanos. São enquadrados nessa classificação, os resíduos domiciliares, comerciais, industriais, entulhos de construção civil, resíduos de unidades de saúde, os decorrentes dos serviços de limpeza pública urbana e de prestação de serviços, além dos gerados em terminais rodoviários, ferroviários, portos e aeroportos (MAGALHÃES, 2008).

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2014) também discutiu que a composição de resíduos sólidos urbanos se difere entre cada região, relacionando-se com características, hábitos e consumo, atividades mais comuns, clima e descarte de resíduos. Assim, os resíduos variam em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, por exemplo, sendo os mesmos fatores que diferenciam as comunidades entre si (MONTEIRO, 2001). Os resíduos provenientes de atividades domiciliares classificam-se em secos ou úmidos, de acordo com o Manual de Orientação do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012):

Os resíduos secos são constituídos principalmente por embalagens fabricadas a

CAPÍTULO II

partir de plásticos, papéis, vidros e metais diversos, ocorrendo também produtos compostos como as embalagens “longa vida” e outros. Já os resíduos úmidos são constituídos principalmente por restos oriundos do preparo dos alimentos. Contém partes de alimentos in natura, como folhas, cascas e sementes, restos de alimentos industrializados e outros (BRASIL, 2012).

Essa classificação baseia-se nas características físicas e/ou químicas dos resíduos. A Tabela 1 apresenta, sinteticamente, exemplos de resíduos para cada uma das classes conforme a natureza física e composição química.

Quadro 1 - Classificação de RSU.

Natureza Física	Seco	Papel, plástico, metais, couros tratados, tecidos, vidros, madeiras, guardanapos e tolhas de papel, pontas de cigarro, isopor, lâmpadas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças, entre outros.
	Úmido	Restos de comida, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, etc.
Composição Química	Orgânico	Composto, por exemplo, de pó de café e chá, cabelos, restos de alimentos, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, ossos, aparas e podas de jardim.
	Inorgânico	Composto por produtos manufaturados como plásticos, vidros, borrachas, tecidos, metais (alumínio, ferro etc.), isopor, lâmpadas, velas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiça.

Fonte: Adaptado de Silva (2014).

Entende-se por características físicas, de acordo com o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2013):

- A composição gravimétrica, que está voltada ao peso percentual do material em relação à massa total dos resíduos. De acordo com Ferla (2016), sua determinação é fundamental para dimensionamento de frota de coleta seletiva, de pátio de compostagem, assim como de centrais de recebimento de matérias recicláveis;
- O peso específico, que está relacionado ao peso não compactado dos resíduos em função do volume que é ocupado por eles. Ferla (2016) aborda que sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações, como coletores de resíduos, contêineres, etc.
- O teor de umidade, que quantifica, por meio do percentual de peso, a presença de água na massa de resíduos sólidos. Ferla (2016) destaca sua influência nos processos de tratamento e destinação de resíduos. Sendo sua

CAPÍTULO II

determinação importante para os sistemas térmicos, para a compostagem e para ambientes de aterros sanitários;

- A compressividade, que se refere ao grau de compactação, ou seja, indica a redução de volume que uma massa de resíduo pode sofrer se submetida a uma determinada pressão. Assim como as demais características, a determinação da compressividade é importante para o dimensionamento de equipamentos compactadores e de aterros sanitários; e
- A geração per capita, que está relacionada à quantidade de resíduo gerado por indivíduo em um dia, em uma determinada região. Sendo, também, importante para o dimensionamento e a organização das etapas do gerenciamento de resíduos, desde a coleta e transporte, até a disposição final.

Enquanto as características químicas estão relacionadas, também conforme o IBAM (2013), ao:

- Poder calorífico, indica a capacidade, em termos de potência, do material desprender determinada quantidade de calor, energia, se submetido a processos térmicos;
- Potencial hidrogeniônico (pH), que indica o teor de acidez ou alcalinidade do material;
- Composição química, que está relacionada, de acordo com Capaz e Horta Nogueira (2014), aos teores de cinzas, de matéria orgânica, carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, resíduo mineral total, resíduo mineral solúvel e gorduras; e
- Relação carbono/nitrogênio (C/N), que indica o grau de decomposição da parte orgânica dos resíduos nos processos de tratamento e disposição final.

De acordo com a ABRELPE (2020) a geração anual de RSU obteve um valor de 71,6 milhões de toneladas com um índice de cobertura de coleta de 91,2% para o país.

2.3 ASPECTOS LEGAIS

2.3.1 Legislação Federal

No Brasil, a Lei Federal Nº 2.312, de 03 de setembro de 1954, foi a pioneira na discussão sobre resíduos sólidos, destacando em seu Art. 12º: *“a coleta, o transporte, e o destino final do lixo, deverão processar-se em condições que não tragam inconvenientes à saúde e ao bem-estar públicos”* (BRASIL, 2001b). Essa Lei, em 1961, por meio do Decreto

CAPÍTULO II

Nº 49.974-A, foi regulamentada com denominação de Código Nacional de Saúde, estabelecendo-se, assim, normas gerais sobre a defesa e a proteção a saúde, fortalecendo o Art. 12º da lei anterior, em seu Art. 40º (BRASIL, 2001b).

Em 01 de março de 1979, de acordo com Valadares (2009), a Portaria Nº 53 do Ministério do Interior (MINTER) dispôs sobre a prevenção à poluição do solo, do ar e das águas, através do controle dos resíduos sólidos provenientes das atividades humanas, estabelecendo que resíduos de natureza tóxica devem passar por tratamento no local gerado e nas condições pré-estabelecidas pelo órgão estadual de controle da poluição e de preservação ambiental:

Todos os resíduos sólidos portadores de agentes patogênicos, inclusive os de estabelecimentos hospitalares e congêneres, assim como alimentos e outros produtos de consumo humano condenados, deverão ser adequadamente acondicionados e conduzidos em transporte especial, nas condições estabelecidas pelo órgão estadual de controle de poluição e preservação ambiental e, em seguida, obrigatoriamente incinerados.

Com a instituição da Lei Federal Nº 6.938, em 31 de agosto de 1981, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), foi estabelecido no Art. 2º, que *“é responsabilidade do Poder Público a manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo”* (VALADARES, 2009). Possibilitando, assim, a ascensão das discursões acerca do meio ambiente, como exemplo, o surgimento, no final da década de 80, do termo “desenvolvimento sustentável” e do princípio dos 3R’s (reduzir, reutilizar e reciclar).

A promulgação da Constituição Federal de 1988 discorreu sobre a questão dos resíduos sólidos direcionando diversos de seus artigos à discussão do meio ambiente e da saúde ambiental. Em seu Art. 23º, incisos VI e IX, estabeleceu como *“competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas”*, e o Art. 30º atribuiu ao poder municipal a responsabilidade de *“V - organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, que têm caráter essencial”* (BRASIL, 1988), o que implica a oferta de serviços públicos, por meio do estabelecimento de Lei Orgânica Municipal que deverá estabelecer os princípios e as diretrizes que condicionam as ações pretendidas pelo serviço público municipal.

O Art. 54º da Lei Nº 9.605/98, de 12 de fevereiro de 1998, dispôs sobre a penalização de lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, que esteja em desacordo com as exigências estabelecidas em leis e regulamentos (MONTAGNA et al. 2012).

CAPÍTULO II

Enquanto o país não estabelecia a sua PNRS, alguns Estados brasileiros foram estabelecendo suas políticas estaduais de resíduos sólidos por meio de legislação específica (ANVISA, 2006). Em 05 de janeiro de 2007, foi sancionada a Lei Nº 11.445, instaurando diretrizes para a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) que objetivava a universalização dos serviços de saneamento, por meio, também, da inserção do controle e da gestão de resíduos sólidos e de limpeza urbana (BRASIL, 2007).

Em 02 de agosto de 2010, por meio da Lei Nº 12.305, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos, após discussões e audiências públicas, a PNRS estabeleceu definições, princípios, objetivo, instrumentos e diretrizes acerca da gestão integrada e do gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo as metas e delegando responsabilidades aos geradores, ao poder público e aos demais instrumentos econômicos passíveis de geração de resíduos sólidos (BRASIL, 2010b; ROCHA, 2018).

A PNRS tem como princípio a responsabilidade compartilhada entre o governo, as empresas e a população. O Art 8º estabelece os instrumentos:

- I - os planos de resíduos sólidos;
- II - os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;
- III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- IV - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- V - o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;
- VI - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
- VII - a pesquisa científica e tecnológica;
- VIII - a educação ambiental;
- IX - os incentivos fiscais, financeiros e creditícios;
- XI - o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir);
- X - o Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
- XI - o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir);
- XII - o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa);
- XIII - os conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde;
- XIV - os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;
- XV - o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos;
- XVI - os acordos setoriais;
- XVII - no que couber, os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, entre eles: a) os padrões de qualidade ambiental; b) o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais; c) o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental; d) a avaliação de impactos ambientais; e) o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima); f) o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- XVIII - os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta; XIX - o

CAPÍTULO II

incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

A Lei impôs a obrigação às prefeituras de implantarem a coleta seletiva dos resíduos recicláveis nas residências, além de sistemas de compostagem para resíduos orgânicos, como restos de alimentos, o que reduz a quantidade levada para os aterros, com benefícios ambientais e econômicos. Além de estabelecer um prazo de dois anos para os governos estaduais e municipais elaborarem um plano de resíduos sólidos, com diagnóstico da situação da atual do gerenciamento dos resíduos no município e as metas para redução e reciclagem, além de dar um fim aos lixões. A existência desse plano, que será simplificado nas cidades com menos de 20 mil habitantes, é condição para que o município tenha acesso aos recursos da União. Destaca-se, assim, o Art. 18º da PNRS:

§ 1º Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no caput os Municípios que: I – optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos referidos no § 1º do art. 16; II – implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

Além disso, Rocha (2018), com base em Cempre (2014), elaborou um quadro que apresenta as mudanças decorrentes da implantação da PNRS:

Quadro 2 - Modificações Advindas da Implantação da PNRS.

ANTES	DEPOIS
Falta de prioridade para os resíduos urbanos	Municípios farão plano de metas sobre resíduos sólidos com a participação dos catadores
Existência de lixões na maioria dos municípios	Os lixões precisam ser erradicados em um prazo de 4 anos
Resíduos orgânicos sem aproveitamento	Prefeituras passarão a fazer compostagem
Coleta seletiva cara e ineficiente	É obrigatório controlar custos e medir a qualidade de serviços
Exploração por atravessadores e risco à saúde	Catadores reduzem riscos à saúde e aumentam renda em cooperativas
Informalidade	Cooperativas são contratadas pelos municípios para coleta e reciclagem
Problemas de qualidade e quantidade das matérias	Aumenta a quantidade e melhora a qualidade de matéria-prima reciclada
Falta de qualidade e visão de mercado	Trabalhadores são treinados e capacitados para ampliar a produção
Inexistência de Lei Nacional para nortear os investimentos das empresas	Marco Legal estimulará ações empresariais
Falta de incentivos financeiros	Novos instrumentos financeiros impulsionarão a reciclagem

CAPÍTULO II

Baixo retorno de produtos eletroeletrônicos pós-consumo	Mais produtos retornarão à indústria após o uso pelo consumidor
Desperdício econômico sem a reciclagem	Reciclagem avançará e gerará mais negócios com impacto na geração de renda
Não separação dos resíduos recicláveis nas residências	Consumidor fará separação mais criteriosa nas residências
Falta de informação	Campanhas educativas mobilizarão moradores
Falhas no atendimento da coleta municipal	Coleta seletiva melhorará para recolher mais resíduos sólidos
Pouca reivindicação junto às autoridades	Cidadão exercerá seus direitos junto aos governantes

Fonte: Rocha (2018); Cempre (2014).

Ao longo dos anos, a legislação pertinente ao que tange os resíduos sólidos foi sendo ampliada no cenário nacional, bem como as normas técnicas que devem ser aplicadas quando elaborados os PMGIRS. A Tabela 3, apresentada pelo Ministério de Meio Ambiente (BRASIL, 2014), elenca as leis, os decretos, as resoluções e as portarias, bem como as normas técnicas aplicáveis na elaboração dos planos.

Quadro 3 - Legislação de âmbito nacional e normas técnicas aplicáveis ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

LEGISLAÇÃO	
Legislação Nacional	Descrição
Lei Federal Nº 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente;
Lei Federal Nº 9.605/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente;
Lei Federal Nº 9.974/2000	Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxico, seus componentes e afins;
Lei Federal Nº 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento;
Lei Federal Nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos;
Lei Federal Nº 9.966/2000	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional;
Lei Federal Nº 10.257/2001	Estatuto das Cidades. Estabelece diretrizes gerais da política urbana;
Lei Nº 9.966/2000	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a

CAPÍTULO II

	fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional;
Decreto Federal Nº 7.404/2010	Regulamenta a Lei nº 12.305/2010;
Decreto Nº 4.871/2003	Dispõe sobre a instituição dos planos de áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional;
	Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos, quando houver;
	Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos, quando houver;
	Plano Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos;
Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA RDC N° 306/2004	Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde;
Resolução ANTT Nº 420/2004	Aprova as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos;
Resolução CONAMA Nº 05/1993	Dispõe sobre resíduos sólidos gerados em Portos, Aeroportos, Terminais Ferroviários e Rodoviários e estabelecimentos prestadores de Serviços de Saúde;
Resolução CONAMA Nº 275/2001	Estabelece o código de cores para diferentes tipos de resíduos;
Resolução CONAMA Nº 307/2001	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;
Resolução CONAMA Nº 313/2002	Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais;
Resolução CONAMA Nº 316/2002	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos;
Resolução CONAMA Nº 348/2004	Altera a Resolução CONAMA nº 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos;
Resolução CONAMA Nº 358/2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos de saúde;
Resolução CONAMA Nº 362/2005	Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado e contaminado;
Resolução CONAMA Nº 401/2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado;
Resolução CONAMA Nº 404/2008	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbano;
Resolução CONAMA Nº 416/2009	Dispõe sobre a preservação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada;
Resolução CONAMA Nº 420/2009	Dispõe sobre os critérios e valores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e

CAPÍTULO II

	estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas;
Resolução CONAMA N° 424/2010	Revoga o parágrafo único do art. 16 da Resolução n° 401, de 04 de novembro de 2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA;
Resolução CONAMA N° 450/2012	Altera os Arts. 9°, 16, 19, 20, 21 e 22, e acrescenta o art. 24-A à Resolução n° 362, de 23 de junho de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado;
Portaria MINTER N° 53/1979	Dispõe sobre o destino e tratamento de resíduos.
NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS	
ABNT/NBR 10.004/2004	Resíduos sólidos – classificação;
ABNT/NBR 10.007/2004	Amostragem de resíduos sólidos;
ABNT/NBR 17.505-5/2006	Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – operações;
ABNT/NBR 12.235/1992	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos;
ABNT/NBR 13.463/1995	Coleta de resíduos sólidos;
ABNT/NBR 7.503/2005	Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos;
ABNT/NBR 9.735/2005	Conjunto de equipamentos para emergências no transporte terrestre de produtos perigosos;
ABNT/NBR 13.221/2007	Transporte terrestre de resíduos;
Portaria da ANP n° 20/2009	Estabelece os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado e a sua regulação;
Portaria da ANP n° 19/2009	Estabelece os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de refino de óleo lubrificante usado ou contaminado, e a sua regulação;
Instrução Normativa do Ibama n° 3/2010	Institui os procedimentos complementares relativos ao controle, fiscalização, laudos físico-químicos e análises, necessários ao cumprimento da Resolução do Conama n° 401/2008;
Instrução Normativa do Ibama n 1/2010	Institui, no âmbito do Ibama, os procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução do Conama n° 416/2009, pelos fabricantes e importadores de pneus novos, sobre coleta e destinação final de pneus inservíveis.

FONTE: Brasil (2014).

2.3.2 Legislação Estadual

As legislações vigentes no Estado do Maranhão, referentes aos resíduos sólidos são as seguintes:

CAPÍTULO II

- Lei Estadual Nº 5.253, de 29 de outubro de 1991, que dispõe sobre a conduta do lixo hospitalar no Estado;
- Lei Estadual Nº 5.342, de 31 de dezembro de 1992, que instituiu o Código de Proteção de Meio Ambiente e dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e o uso adequado dos recursos naturais do Estado do Maranhão;
- O Decreto Estadual Nº 13.494, de 12 de novembro de 1993, que regulamentou o Código de Proteção de Meio Ambiente criado na Lei Estadual Nº 5.342;
- Lei Estadual Nº 8.521, de 30 de novembro de 2006, que dispõe sobre a produção, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, o destino final dos resíduos e embalagens vazias, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, no Estado do Maranhão;
- O Decreto Estadual Nº 23.118, de 29 de maio de 2007, que regulamentou a Lei Nº 8.521;
- O Decreto Estadual Nº 25.748, de 05 de outubro de 2009 e o Decreto Nº 27.318, de 14 de abril de 2011, que alteraram, acrescentaram e revogaram dispositivos do Decreto Nº 13.494, de 12 de novembro de 1993, que regulamentou o Código de Proteção do Meio Ambiente do Estado do Maranhão;
- Lei Estadual Nº 9.279, de 20 de outubro de 2010, que institui a Política Estadual de Educação Ambiental e o Sistema Estadual de Educação Ambiental do Maranhão.

Apesar da disposição da legislação, a aplicabilidade destas, pelos órgãos responsáveis, ainda não é eficiente no Estado.

2.3.3 Legislação Municipal

As legislações vigentes no município de Tasso Fragoso, no Maranhão, referentes aos resíduos sólidos são as seguintes:

- Lei Nº 268, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe a Política Municipal de Meio Ambiente e Turismo e dá outras providências;

CAPÍTULO II

- Lei Nº 484, de 01 de setembro de 2014, que estabelece diretrizes para a implantação da Política Municipal de Resíduos Sólidos e para a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no município.

Embora a Lei Nº 484 tenha entrado em vigor no ano de 2014, ainda não foi elaborado pelo município o PMGIRS ou PGRS. A Lei apresenta como instrumentos da Política Municipal de Resíduos Sólidos (TASSO FRAGOSO, 2014):

- I - o plano de gestão integrada de resíduos sólidos;
- II - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- III - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- IV - o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;
- V - a cooperação técnica e financeira entre os setores públicos e privados, em forma de parcerias para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
- VI - a pesquisa científica e tecnológica aplicada à área de reciclagem e gerenciamento de resíduos;
- VII - a educação ambiental;
- VIII - os incentivos fiscais, financeiros e creditícios;
- IX - o Fundo Municipal do Meio Ambiente;
- X - o Conselho Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e, no que couber, o Conselho Municipal de Saúde;
- XI - os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;
- XII - os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta celebrados no âmbito do Município de Tasso Fragoso/MA.

2.4 GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Sob o aspecto ambiental, estabelece-se como premissa o fato dos resíduos serem parte do saneamento básico. Sendo assim, é o ponto de equilíbrio entre o bem-estar da população e o desenvolvimento de problemas sociais e ambientais que acarretam na diminuição da qualidade de vida dos habitantes (FERNANDES, 2001), como as questões relacionadas à disposição final dos resíduos sólidos de forma inadequada.

A composição dos RSU é bem diversificada, uma vez que compreende desde matéria orgânica, papéis, vidros, plásticos e metais, até resíduos perigosos ao meio ambiente e à população. Além do mais, os RSU contêm diversos componentes com características de inflamabilidade, oxidação ou toxicidade e metais pesados como o cobre, chumbo, mercúrio, zinco, entre outros que também podem contaminar o meio ambiente e à saúde pública (TOLEDO, 2018).

Os impactos ambientais, que são definidos, de acordo com o Art. 1º da Resolução Nº 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (1986), como qualquer alteração

CAPÍTULO II

das propriedades físicas, químicas e/ou biológicas do meio ambiente, provocada direta ou indiretamente por atividades antrópicas que podem afetar a saúde, a segurança e a qualidade dos recursos naturais, sendo que, se esses impactos forem negativos, teremos o que chamamos de degradação ambiental, precisam ser diminuídos e, para isso, tem-se o gerenciamento de resíduos.

A palavra “gerenciamento” implica em ação, implementação, operacionalização de planejamentos e execução. O gerenciamento de resíduos sólidos engloba um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, que será desenvolvido para manusear, de forma adequada, os excedentes gerados (TORRES, 2017).

A PNRS define o gerenciamento de resíduos sólidos como:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ou com Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, exigidos na forma desta Lei (BRASIL, 2010b).

E apresenta o conceito de gestão de resíduos sólidos como:

Conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010b).

Sendo, assim, é necessária uma estrutura organizacional que abranja o planejamento estratégico, técnico, operacional, gerencial, de recursos humanos, entre outros (CASTILHOS-JR. et al., 2002). Em ambos, deve-se ter como ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010b).

De acordo com Nunesmaia (2002), são cinco os pontos em que se apoiam um modelo de gestão, totalmente integrada, de resíduos sólidos urbanos, sendo estes: o desenvolvimento de tecnologias limpas voltadas ao tratamento de resíduos que priorizem a redução e a valorização; a viabilidade econômica, no cenário municipal; a inclusão social; a comunicação e a educação ambiental; e os aspectos ambientais, sanitários e de saúde.

A gestão dos RSU engloba todas as ações adotadas no sistema de limpeza urbana, desde a etapa de geração, acondicionamento, coleta, transporte, transferência, até a destinação final do lixo urbano, inclusive limpeza de logradouros públicos (MAGALHÃES, 2008).

Uma importante abordagem da PNRS, é a deliberação da responsabilidade dos municípios de instituírem seus Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ou Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010b). O Art. 18º determina que o

CAPÍTULO II

PMGIRS é uma condição para que os municípios tenham acesso aos recursos do Governo Federal, ou por eles controlados, por meio de projetos para limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, depois da aprovação dos planos, e serão priorizados os consórcios intermunicipais de obtenção de financiamento federal, quando para essa finalidade ou para implantação de cooperativas com membros de baixa renda (MAEDA, 2013).

2.4.1 Manejo de Resíduos Sólidos

Para o manejo adequado de resíduos sólidos é necessário fundamentá-lo na parte operacional do gerenciamento, composta pelas etapas dispostas na Figura 3:

Figura 3 - Cadeia para destinação dos resíduos urbanos.



Fonte: Autora.

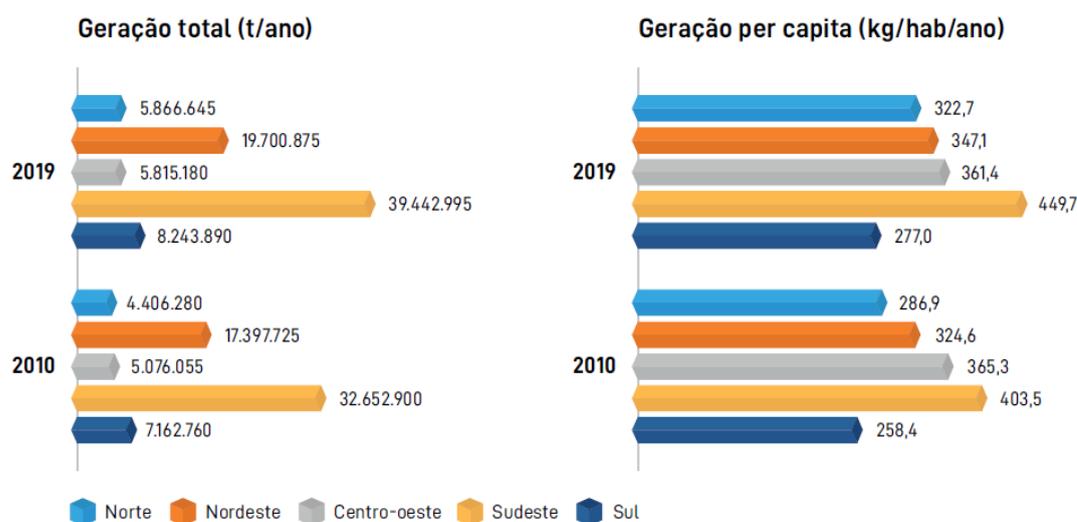
A parte operacional inclui a geração, a segregação, o acondicionamento, o armazenamento, o transporte, o tratamento e a disposição final, além da limpeza de logradouros públicos. Embora alguns subprocessos possam estar envolvidos no manejo dos resíduos sólidos, sendo necessários ou não de acordo com as características da geração e dos componentes dos resíduos, como transbordo e beneficiamento, por exemplo (MONTAGNA, 2012).

2.4.1.1 Geração

Refere-se ao ato de gerar o resíduo, variando de acordo com a população, devido a uma série de fatores, como o seu tamanho, a localização geográfica, a renda, época do ano, modo de vida, movimento da população nos períodos de férias e fins de semana (CUNHA; FILHO, 2002).

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, elaborado e publicado pela ABRELPE (2020), a geração de resíduos pela população brasileira, em tonelada/ano, apresentou um aumento de 18,55% no ano de 2019, em relação ao ano de 2010, chegando a 79.069.585 t/ano. Particularmente, a Região Nordeste apresentou o segundo maior aumento, 13,24%, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Geração de Resíduos Sólidos por Região.



Fonte: ABRELPE (2020).

O aumento, para o mesmo período de tempo, também foi significativo para o índice de geração per capita, em quilograma/habitante/ano, representando 8,88%, ficando a Região Nordeste com a terceira posição, com aumento de 6,93%. O aumento na geração total por ano, de 2010 a 2019, para o Estado do Maranhão, foi de 29,64%.

2.4.1.2 Segregação

A segregação consiste em separar os resíduos, em sua fonte geradora, de acordo com as suas características. De acordo com Ferla (2016), o Ministério do Meio Ambiente (MMA) destaca a segregação como o primeiro passo para a correta destinação dos resíduos sólidos e, por meio dela, são aumentadas as oportunidades de reciclagem, de reutilização e de compostagem, visto que representa uma potencial para maior eficiência das demais etapas posteriores do gerenciamento, uma vez que, ao separar, evita-se a contaminação de quantidades significativas de materiais reaproveitáveis em decorrência da mistura de sólidos (ZANTA; FERREIRA, 2007).

A Resolução Nº 275 do CONAMA, de 25 de abril de 2001, dispõe da definição das cores a serem utilizadas para identificação de coletores e de transportadores de resíduos sólidos, assim como nas campanhas informativas, sendo estas (FERLA, 2016):

- Azul: papel/ papelão;
- Laranja: resíduos perigosos;
- Vermelho: plástico;
- Branco: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;

CAPÍTULO II

- Verde: vidro;
- Roxo: resíduos radioativos;
- Amarelo: metal;
- Marrom: resíduos orgânicos;
- Preto: madeira;
- Cinza: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

2.4.1.3 Acondicionamento e Armazenamento

O acondicionamento consiste no preparo dos resíduos sólidos para a coleta de forma adequada, envolvendo tanto o recipiente, como o procedimento utilizado (FERLA, 2016). Assim, permite-se evitar acidentes, a proliferação de vetores, minimiza-se o impacto visual e olfativo, reduz-se a heterogeneidade dos resíduos sólidos, quando há coleta seletiva, e facilita a realização da etapa da coleta (IBAM, 2001).

Dessa forma, a etapa posterior, de armazenamento, consiste na estocagem dos resíduos sólidos acondicionados até que seja realizada a coleta.

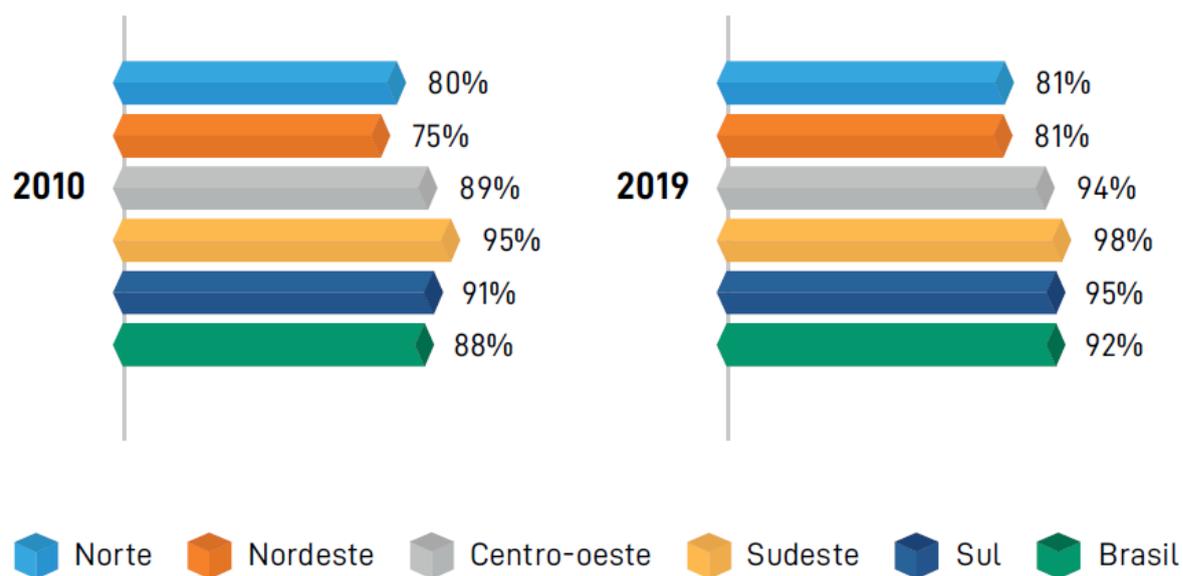
2.4.1.4 Coleta e Transporte

A coleta consiste no recolhimento do resíduo sólido, anteriormente acondicionado, para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final (FERLA, 2016). É de competência dos municípios a coleta e o transporte do resíduo produzido em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio (IBAM, 2001).

De acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos da ABRELPE (2020), a quantidade de resíduos coletados cresceu em todas as regiões do país, de 2010 a 2019, devido também ao aumento no número de resíduos gerados, e a cobertura de coleta passou de 88% para 92%. Porém, a Região Nordeste apresenta o menor índice de cobertura de coleta, 81%, 15.973.495 milhões de toneladas são coletados dos 19.700.875 milhões de toneladas gerados. O Estado do Maranhão apresenta o menor índice de cobertura de coleta do Brasil, somente 63,9%, ou seja, 1.605.270 milhões de toneladas dos 2.514.120 milhões de toneladas gerados, são coletados, conforme a Figura 5.

CAPÍTULO II

Figura 5 - Índice de Cobertura de Coleta de RSU no Brasil e Regiões (%).



Fonte: ABRELPE (2020).

Em relação ao transporte de resíduos, de acordo com Magalhães (2008):

São diversos os tipos de veículos coletores, abrangendo os motorizados e não-motorizados (os que utilizam a tração animal como força motriz); caminhões compactadores, que podem reduzir a 1/3 o volume inicial dos resíduos, e os veículos comuns (tratores, coletor de caçamba aberta e coletor com carrocerias tipo prefeitura ou baú). Há também os caminhões multicaçamba utilizados na coleta seletiva, em que os materiais coletados recicláveis são alocados separadamente dentro da carroceria do caminhão.

A coleta e o transporte dos resíduos evitam possíveis problemas. De acordo com Fernando (2013), fatores como o clima, a frota de veículos de transporte e a distância percorrida por estes, a cooperação da comunidade e a organização dos órgãos responsáveis influenciam a eficiência desta etapa do gerenciamento. Assim, o objetivo é minimizar o tempo de estadia do resíduo no local de acondicionamento.

2.4.1.5 Destinação e Disposição Final de RSU

A destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos inclui, de acordo com a PNRS, BRASIL (2010b), os processos de reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, entre elas a disposição final. A disposição final, também de acordo com a PNRS, consiste em uma distribuição ordenada dos rejeitos em aterros.

De acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos da ABRELPE (2020):

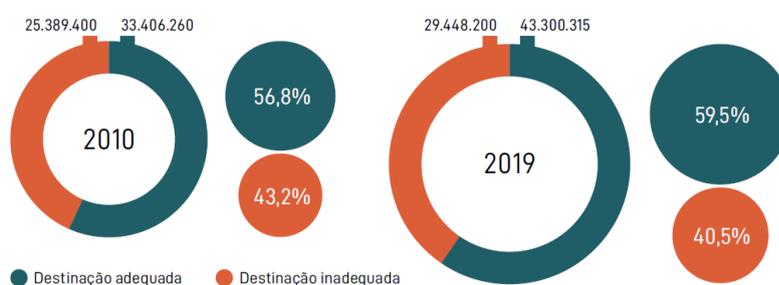
A disposição final é uma das alternativas de destinação final ambientalmente

CAPÍTULO II

adequada previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (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.

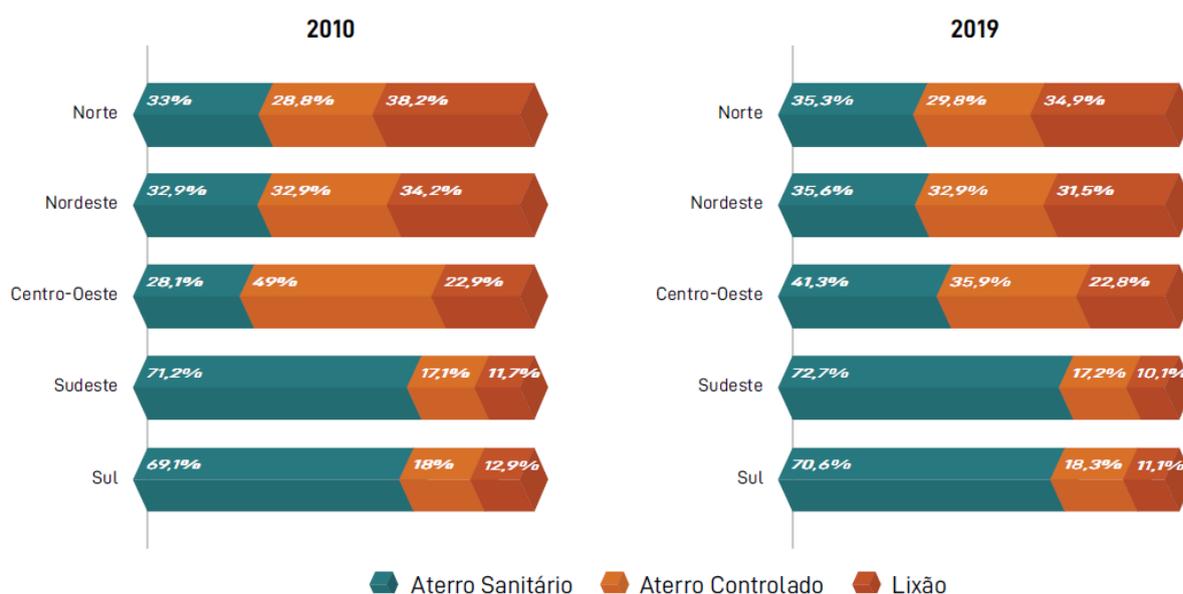
A ABRELPE (2020) apresentou que maior parte dos RSU coletados segue para disposição em aterros sanitários, porém, é crescente a quantidade de resíduos que ainda seguem para as unidades inadequadas, os lixões e aterros controlados, com elevado potencial de poluição ambiental e impactos negativos na saúde. De 2010 a 2019, houve um aumento de cerca de 10 milhões de toneladas de resíduos que seguem para aterros sanitários, representando, em contrapartida, houve também um aumento de 4 milhões de toneladas da quantidade de resíduos que seguem para destinação inadequada.

Figura 6 - Disposição Final Adequada x Inadequada de RSU no Brasil (t/ano).



Fonte: ABRELPE (2020).

Figura 7 - Disposição final de RSU no Brasil, por tipo de destinação (t/ano).



Fonte: ABRELPE (2020).

CAPÍTULO II

Em relação aos tipos de destinação mais comuns no país, o Panorama (ABRELPE, 2020), apresentou que a Região Nordeste apresenta um maior percentual de Aterros Sanitários, quando comparados aos Aterros Controlados ou Lixões, conforme a Figura 7, porém, os índices são muito próximos, o que é preocupante, e se torna ainda mais alarmante quando comparados aos índices de outras regiões, como Sudeste e Sul, por exemplo.

2.5 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

É evidente que a destinação dos resíduos fica cada vez mais difícil com o aumento da população e do nível de industrialização, o que intensifica o consumo de produtos cada vez mais diversificados. Uma vez que não se leva em consideração a alternativa de impedir o consumo e, conseqüentemente, a geração de resíduos, deve-se buscar, de acordo com Costa e Valle (2006), soluções que minimizem os impactos causados pelos resíduos, eliminando-os, se possível, na origem, ou dando-lhes um destino útil, reciclando-os em novas matérias-primas.

Nesse sentido, o gerenciamento contém decisões estratégicas que devem ser seguidas dentro da prestação, fiscalização e controle dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, sendo que essas ações e operações devem encontra-se interligadas e comprometidas entre si (RODRIGUES, 2015). Os planos de resíduos sólidos enquadram-se no primeiro instrumento da PNRS, dividindo-se em: I) de competência da União: Plano Nacional de Resíduos Sólidos; II) de competência dos Estados: planos estaduais de resíduos sólidos; III) de competência dos municípios: planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, planos intermunicipais de resíduos sólidos e planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos; e IV) de competência dos geradores particulares de resíduos: planos de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010b).

O MMA, em Brasil (2001a), discorreu que:

O plano de gerenciamento é um documento que apresenta a situação atual do sistema de limpeza urbana, com a pré-seleção das alternativas mais viáveis, com o estabelecimento de ações integradas e diretrizes sob os aspectos ambientais, econômicos, financeiros, administrativos, técnicos, sociais e legais para todas as fases de gestão dos resíduos sólidos, desde a sua geração até a destinação final.

O plano municipal de resíduos sólidos insere-se no PMGIRS, ou é elaborado de forma simplificada pelo município, para aqueles com até 20.000 (vinte mil) habitantes, desde que não sejam:

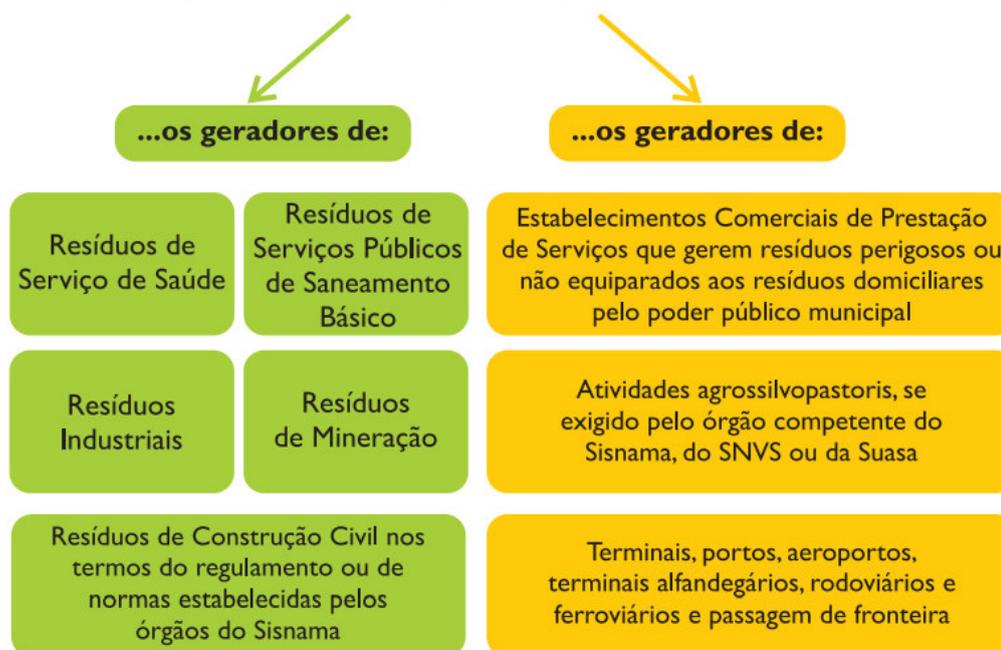
- I) integrantes de áreas de especial interesse turístico;
- II) inseridos na área de influência de empreendimentos ou atividades com

CAPÍTULO II

significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional;
III) ou cujo território abranja, total ou parcialmente, Unidades de Conservação (BRASIL, 2010b).

A PNRS (BRASIL, 2010b) determinou quem são os geradores passíveis da elaboração do PGRS, ilustrados na Figura 8, elaborada pelo MMA.

Figura 8 - Geradores e responsáveis que devem elaborar o PGRS.



Fonte: BRASIL (2014).

Ressalta-se que, para a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a PNRS prevê que os diferentes atores, como consumidores, comerciantes, prestadores de serviço público ou privado de manejo de resíduos sólidos, entre outros, tornam-se responsáveis pelo ciclo de vida do produto e devem ser considerados. De acordo com o Art. 18º dessa Política, segundo Maeda (2013):

A elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) é condição para os municípios terem acesso a recursos da União, ou por elas controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. E terão prioridade no acesso desses recursos os municípios que optarem pelas soluções consorciadas intermunicipais e implantarem coleta seletiva com participação de cooperativas formadas por pessoas físicas de baixa renda.

Ainda segundo Maeda (2013), de acordo com a PNRS (BRASIL, 2010b), Art. 19º, o Plano deve contemplar informações como:

- a) diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no município (origem, volume, caracterização, destinação e disposição final adotadas);
- b) identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequadas de rejeitos;

CAPÍTULO II

- c) identificação de possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios;
- d) identificação dos resíduos sólidos e geradores sujeito a plano de gerenciamento específico (nos termos do Art. 20) ou sistema de logística reversa (nos termos do Art. 33);
- e) procedimentos operacionais e indicadores de desempenho a serem adotados nos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos;
- f) regra para o transporte e outras etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos que trata o Art. 20, definição das responsabilidades;
- g) programas e ações de capacitação técnica, educação ambiental e para participação dos grupos interessados;
- h) cálculo dos custos e formas de cobranças dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;
- i) metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
- j) descrição das formas e limites de participação do poder público local na coleta seletiva e logística reversa;
- k) meios a serem utilizados para o controle e fiscalização;
- l) ações preventivas e corretivas;
- m) identificação dos passivos ambientais relacionados a resíduos sólidos e periodicidade de sua revisão.

O parágrafo segundo do Art. 19º da PNRS (BRASIL, 2010b) dispõe que para municípios com menos de 20.000 (vinte mil) habitantes, o plano municipal poderá estar inserido no Plano Municipal de Saneamento Básico, terá conteúdo simplificado, na forma do regulamento, exceto municípios integrantes de áreas de especial interesse turístico, na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional; ou cujo território abranja, total ou parcialmente, Unidades de Conservação. A vigência do plano será de prazo indeterminado e horizonte de 20 anos, com atualização a cada quatro anos.

O MMA publicou o Guia para Elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos, visando o cumprimento no que dispõe a PNRS. Há orientações para contemplação de todo o conteúdo mínimo exigido pelo PMGIRS e, dentre estes, está a implantação de iniciativas de Educação Ambiental.

2.5.1 Educação Ambiental

A educação ambiental é destacada como um instrumento para a PNRS, em seu Art. 8º, inciso VIII (BRASIL, 2010b). Mas a Educação Ambiental já vem sendo tratada nos meios legais desde a Constituição Federal de 1988, Art. 225º, parágrafo IV, que incumbiu ao poder público “*Promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente*” (BRASIL, 1988). Por conseguinte, a Lei Federal Nº 9.795, de 27 de abril de 1999, instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental e definiu-a, em seu Art. 1º, como:

CAPÍTULO II

“Processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”.

Além da definição, a lei estabelece linhas de ação a serem implantadas na educação em geral e na educação escolar, na capacitação de recursos humanos e nas ações de estudos, pesquisas e experimentações (RODRIGUES, 2015).

O segundo parágrafo do Art. 77º, do Decreto Federal Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010a), discorre sobre as medidas que devem ser adotadas pelo Poder público visando o objetivo de implantar a educação ambiental na gestão de resíduos sólidos:

- I – incentivar atividades de caráter educativo e pedagógico, buscando a colaboração do setor privado e da sociedade civil organizada;
- II – promover a articulação da educação ambiental na gestão dos resíduos sólidos com a Política Nacional de EA;
- III – realizar ações educativas com ênfase nos fabricantes, importadores, comerciantes, distribuidores, com enfoque diferenciado para os agentes envolvidos na coleta seletiva e logística reversa;
- IV – desenvolver ações educativas em relação ao consumo sustentável e as responsabilidades em relação à responsabilidade compartilhada;
- V – apoiar as pesquisas;
- VI – elaborar e implementar planos de produção e consumo sustentável;
- VII – promover a capacitação dos gestores públicos para que atuem como multiplicadores nos diversos aspectos da gestão integrada dos resíduos sólidos;
- VIII – divulgar os conceitos relacionados com a coleta seletiva, logística reversa, consumo consciente e a minimização dos resíduos. (BRASIL, 2010a).

Fica, assim, destacado que a educação ambiental implica no conhecimento dos valores, comportamentos e estilos de vida relacionados com a gestão adequada dos resíduos. O PGRS é uma das soluções para que a educação ambiental se torne efetiva, baseado nos parâmetros de reduzir, reutilizar e reciclar (3R's), e o contrário é válido, visto que a educação ambiental é um do ponto-chave da estrutura do Plano, uma vez que, para que a efetividade e continuidade deste, é necessário que a comunidade seja educada ambientalmente e esteja comprometida com as práticas ambientalmente corretas, obtendo, assim, resultados positivos na melhoria da qualidade.

Sauvé (2002) pontua que a educação ambiental deve ser implantada na educação de base, permitindo que os indivíduos desenvolvam intelectual e socialmente para atividades e ações sociais que o possibilitem o contato com a colaboração e avaliação socioambiental, o que resultará na eficácia dos programas de gerenciamento de resíduos sólidos.

2.5.1.1 Reduzir, Reciclar e Reutilizar – 3R's

Os 3R's são um dos princípios básicos da educação ambiental. De acordo com Rodrigues (2015), a redução consiste na implantação de práticas que optem pela não geração

CAPÍTULO II

de resíduos; a reutilização consiste no reaproveitamento dos resíduos, sem que ocorram alterações no seu escopo; e a reciclagem está voltada ao melhoramento do resíduo, permitindo que este possa ser novamente introduzido na cadeia de processos produtivos.

Usar racionalmente os recursos naturais e bens públicos implica em usá-los de forma econômica e racional evitando o seu desperdício (BRASIL, 2009). Assim, o PGRS deve ter, em sua estrutura, programas que sejam efetivos e de fácil assimilação dos participantes, como os 3R's (RODRIGUES, 2015), que está estreitamente relacionado à iniciativa da coleta seletiva.

2.5.2 Coleta Seletiva

A PNRS (BRASIL, 2010b) preconiza, em seu Art. 3º, inciso V, que a coleta seletiva consiste na “*coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição*”. De acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos da ABRELPE (2020), no ano de 2010, 3.152 municípios registravam alguma iniciativa de coleta seletiva, enquanto que, em 2019, esse número aumentou para 4.070 municípios. É importante destacar, porém, que a Região Nordeste ocupa a penúltima posição da classificação das regiões com maiores percentuais de municípios com iniciativas de coleta seletiva, com 54,5%. A Figura 9 apresenta a tabela, apresentada pela ABRELPE (2020) com a quantidade de municípios, por região, que implantaram iniciativas de coleta seletiva.

Figura 9 - Tabela com a quantidade de municípios com iniciativas de coleta seletiva.

Regiões	Norte		Nordeste		Centro-Oeste		Sudeste		Sul		Brasil	
	2010	2019	2010	2019	2010	2019	2010	2019	2010	2019	2010	2019
Sim	198	286	614	978	122	227	1.313	1.496	905	1.083	3.152	4.070
Não	251	164	1.180	816	344	240	355	172	283	108	2.413	1.500
Total	449	450	1.794		466	467	1.668		1.188	1.191	5.565	5.570

Fonte: ABRELPE (2020).

A coleta seletiva está estreitamente relacionada à educação ambiental, visto que ensina ao cidadão sobre o seu papel como gerador de lixo e, quando a população fica ciente de seu poder e/ou dever de separar o lixo, passará a contribuir mais ativamente com os programas que visam essa iniciativa (FONSECA, TEIXEIRA; CARVALHO, 2004). Com isso, haverá um desvio cada vez maior dos materiais que outrora eram inadequadamente dispostos e uma economia de recursos.

CAPÍTULO II

2.6 URBANIZAÇÃO FRENTE AOS RESÍDUOS SÓLIDOS

No Brasil, a gestão dos resíduos sólidos foi durante muito tempo colocada em segundo plano. O intenso processo de urbanização associado à carência de investimentos na área do saneamento levou à proliferação de lixões pelo país. Com o agravamento dos problemas socioambientais, a temática do lixo foi colocada nas discussões sobre saneamento no final da década de 1980 (MONTAGNA et al., 2012).

Normalmente o solo tem sido utilizado como receptor de substâncias resultantes de atividades humanas, especialmente a disposição final de resíduos. O descarte incorreto de lixo no Brasil foi proibido em 1954, pela Lei Nº 2.312, de 03 de setembro, por meio do Código Nacional da Saúde, sendo reforçada em 1981 pela PNMA, e em 2010, pela PNRS. Logo, o encerramento dos lixões e aterros controlados compreende no mínimo: cercamento da área, drenagem pluvial, cobertura com solo e cobertura vegetal, vigilância, realocação dos catadores.

Essas práticas habituais provocam, dentre outros impactos, a contaminação de solos e corpos d'água, assoreamento, enchentes, proliferação de vetores transmissores de doenças, emissões atmosféricas de gases causadores de efeito estufa, além de poluição visual, mau cheiro e indisponibilidade das áreas atingidas para fins econômicos (MONTAGNA et al., 2012). Uma vez no solo, os resíduos passam por uma migração descendente, o que significa que podem atingir as águas subterrâneas, prejudicando sua qualidade e, portanto, colocando em risco a população que utiliza esse recurso hídrico (GÜNTHER, 2005).

A disposição inadequada dos resíduos das atividades humanas, sejam industriais, sejam agrícolas ou sejam domésticas, provoca a liberação descontrolada de poluentes para o ambiente e sua conseqüente acumulação no solo e nos sedimentos, o que tem aumentado significativamente nos últimos tempos (GÜNTHER, 2005).

Silva (2016) pontua que, o gerenciamento adequado de resíduos sólidos é um dos maiores desafios da administração pública municipal, devido à falta de infraestrutura, que é necessária à eficácia dos serviços; à dificuldade de acesso a alguns lugares; à falta de políticas para o setor, que visem soluções regionais e conjuntas; não contratação de profissionais preparados e atualizados em suas informações.

Os resíduos continuam sendo gerados e os órgãos responsáveis devem estar preparados para gerenciá-los. Gonçalves (2003) ressaltou que:

[...] a produção de lixo é inevitável e inexorável. Todos os processos geram resíduos, desde o mais elementar processo de metabolismo de uma célula até o mais complexo processo de produção industrial. Por outro lado, a lata e lixo não é um desintegrador de matéria. A humanidade vive em ciclos de desenvolvimento e neste momento estamos vivendo um ápice de desperdício e irresponsabilidade na extração dos

CAPÍTULO II

recursos naturais esgotáveis (GONÇALVES, 2003).

Todas as atividades humanas geram resíduos e interferem de alguma forma com as condições do meio (MARQUES, 2005) e tais resíduos geram impactos tanto de ordem social, quanto de ordem ambiental. Desta forma, o indivíduo, em particular, se torna corresponsável na busca por um meio ambiente equilibrado (SILVA 2016), possuindo, assim, deveres diretos de proteção ambiental. Um desses devotes está voltado à prevenção de contaminação ambiental por rejeitos sólidos e redução da quantidade de resíduos produzidos. Navarro (2014) discute que, assim, a sociedade deixa de ser apenas o indivíduo beneficiário da proteção ambiental e se torna responsável pela proteção ao meio ambiente, atuando em conjunto com o Estado.

2.7 DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O diagnóstico é realizado por meio dos documentos de gestão atuais e comparação destas com a legislação pertinente, seguida pela caracterização dos resíduos sólidos urbanos e a proposição de ações e programas que visem solucionar os problemas observados. A caracterização física apresentará porcentagens das diversas frações dos materiais constituintes dos RSU. Essas frações normalmente distribuem-se em matéria orgânica, papel, papelão, plástico rígido, plástico filme, metais ferrosos, metais não ferrosos, vidro, borracha, madeira e outros (couros, trapos, cerâmicas, ossos, madeiras, entre outros) (PEREIRA NETO, 2007).

O conhecimento da composição gravimétrica dos RSU é uma ferramenta essencial para a definição das medidas a serem tomadas com os resíduos, desde sua coleta, até seu destino final, de uma forma ambientalmente correta, economicamente viável, considerando que cada localidade gera resíduos diversos e sempre tendo em vista a sustentabilidade ambiental, ou seja, é preciso uma gestão integral.

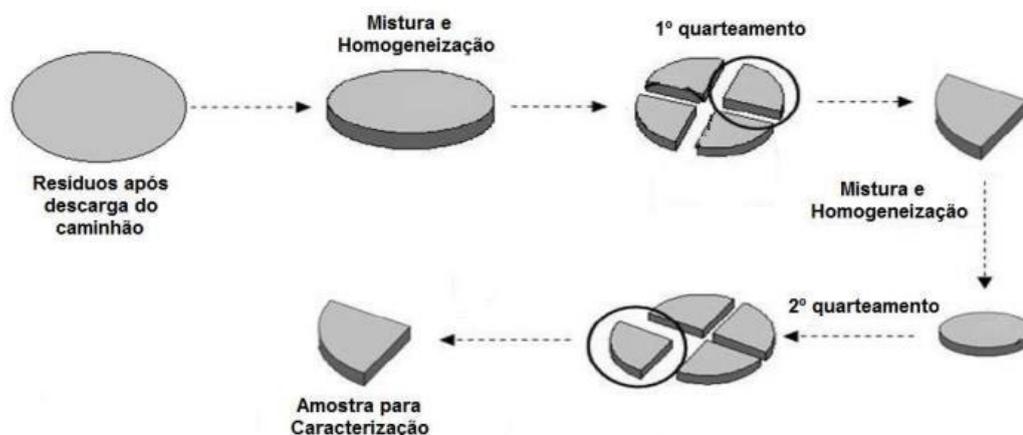
Um dos processos utilizados para determinação da composição gravimétrica dos resíduos é o Método do Quarteamento que, de acordo com Soares (2006), consiste em:

Mistura pelo qual uma amostra bruta é dividida em partes iguais (ou quartis), sendo tomadas duas partes opostas entre si constituindo uma nova amostra, descartando-se as duas partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado, cuidando-se para que sejam tomados quartis em posição oposta aos obtidos em etapa anterior.

Dessa forma, a Figura 10 apresenta, de forma simplificada, o esquema do processo de quarteamento de resíduos sólidos.

CAPÍTULO II

Figura 10 - Esquema de quarteamento de resíduos sólidos.



FONTE: SLU/DF (2006).

Assim, gerenciar os resíduos sólidos urbanos de forma integrada é um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, que uma administração municipal desenvolve, baseado em critérios sanitários, ambientais e econômicos para coletar, tratar, aproveitar e dispor adequadamente os resíduos sólidos de uma cidade (ALCÂNTARA, 2010), quanto menores as cidades, mais fáceis de serem feitos os estudos e tomadas as medidas de adequação do PGRS, ou até mesmo do PMGIRS, como é o caso de Tasso Fragoso.

CAPÍTULO III

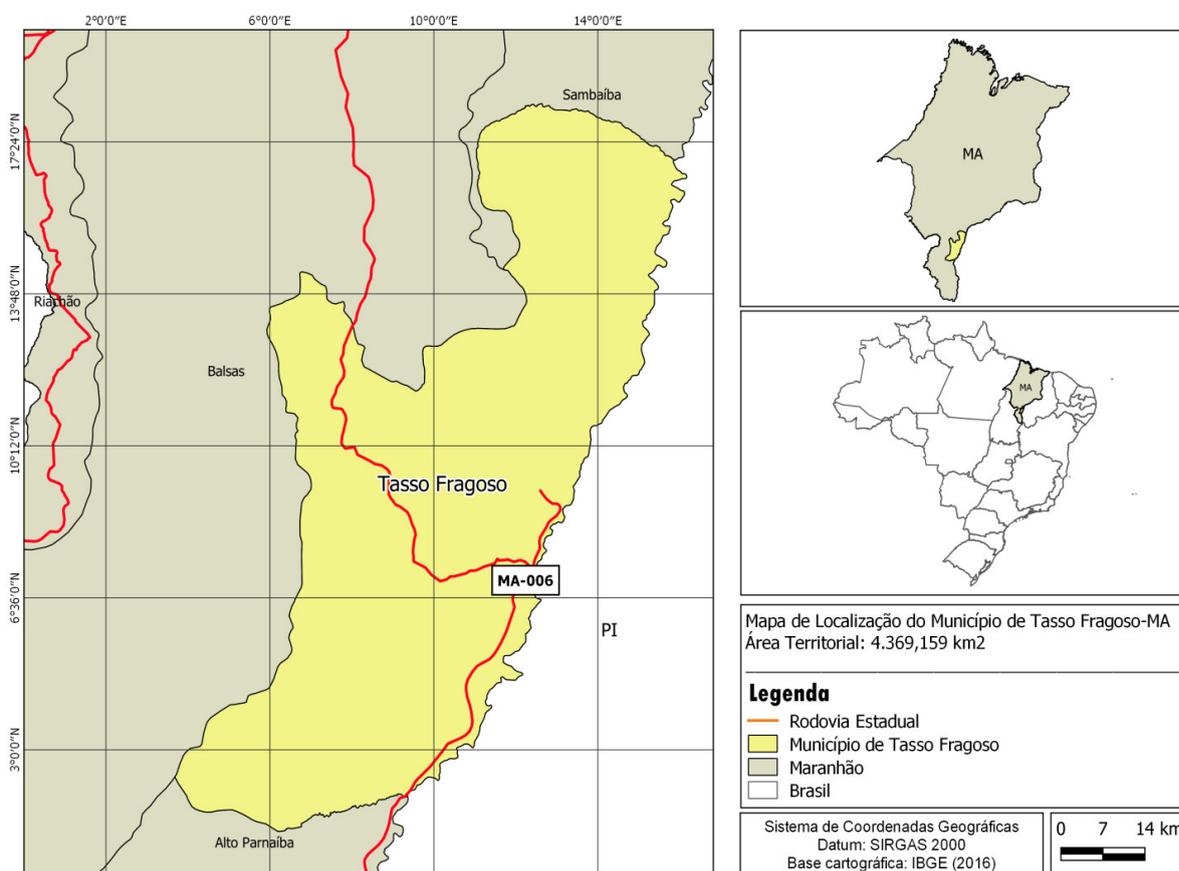
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo será apresentada a área de estudo e os procedimentos metodológicos empregados para a pesquisa de campo. Dessa forma, estão descritos os procedimentos de coleta dos resíduos e a forma como serão analisados e diagnosticados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Tasso Fragoso-MA (Figura 11), anteriormente conhecido como Brejo da Porta, situa-se no extremo sul do Estado do Maranhão, área transicional entre o Cerrado e a Amazônia, com vegetação Savana Arborizada e Savana Florestada (IBGE, 2016) e situado às margens da Bacia do Rio Parnaíba.

Figura 11 - Mapa de Localização do Município de Tasso Fragoso-MA.



Fonte: Autora.

O último censo demográfico contabilizou 7.996 habitantes no município, distribuídos nos 4.469,159 km² de extensão territorial, logo, a densidade demográfica é de 1,9 habitantes por km² no território do município. Situado a 286 metros de altitude, Tasso Fragoso tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 8° 28' 5" Sul, Longitude: 45° 45' 26" Oeste (CORREIA et al., 2011).

CAPÍTULO III

O município foi elevado à condição de cidade, com a denominação de Tasso Fragoso, pela Lei Estadual Nº 2.108 de 19/12/1961 (MARANHÃO, 1961). Segundo o IBGE (2010 a), cerca de 59,6% da população, 4.765 habitantes, reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município é de 55,74% e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 43,69%. Além disso, apenas 31,17% dos domicílios tinham seus lixos coletados, enquanto 63,16% lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 5,68% jogam o lixo em lagos ou outros destinos (CORREIA et al., 2011).

Nesse sentido, Tasso Fragoso, no Maranhão, apresenta elementos de grande importância da geodiversidade, ensejando, pelo seu valor e singularidade, a sua preservação como Patrimônio Histórico-cultural. Isso remete aos aspectos naturais, características fisionômicas (geológicas, geomorfológicas e espeleológicas), incluído sua Fauna e Flora de Cerrado, além de elementos histórico-culturais (inscrições rupestres, lascamentos e fósseis), o que o constituem como herança de valor cultural das civilizações (MORAIS; CASTRO, 2017). A Figura 12 apresenta alguns dos elementos paisagísticos e turísticos do município.

Figura 12 - Elementos turísticos do município de Tasso Fragoso/MA. (A) Morro do Garrafão, (B) Morro do Elefante, (C) Paredão do Talhado e (D) Inscrições rupestres encontradas no Sítio Caboclo II.



FONTE: Guimarães (2019).

CAPÍTULO III

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo da cidade é responsável por aplicar e direcionar a legislação ambiental no âmbito municipal, realizar atividades de fiscalização e controle ambiental, promover, juntamente com a Secretaria de Saúde e Vigilância Sanitária e Epidemiológica e a Secretaria de Infraestrutura, a gestão dos resíduos municipais, avaliar, juntamente com as Secretarias de Administração e de Finanças, a concessão de licenças ambientais, promover o turismo no município, dentre outras funções.

3.2 PARA O DIAGNÓSTICO

3.2.1 Procedimento de Coleta de Dados

Para o alcance dos objetivos apresentados, foi realizada, durante os meses de maio e junho, uma busca por documentos, legislações, relatórios e depoimentos nas sedes da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo, da Secretaria de Infraestrutura e da Prefeitura Municipal.

Para obtenção de dados referentes às formas de produção, tratamento e disposição dos resíduos, foram analisados os documentos levantados na triagem nos órgãos públicos municipais.

3.2.2 Procedimento de Caracterização dos Resíduos

Para a caracterização dos resíduos, foi realizado, no dia 01 de julho de 2021, o método de quarteamento proposto pela ABNT (2004), realizando caracterizações gravimétricas dos resíduos sólidos urbanos de Tasso Fragoso-MA.

Os processos de caracterização foram divididos em quatro etapas:

- o preparo da amostra, onde os resíduos coletados foram dispostos sobre uma lona plástica e foi feita a observação do volume total de resíduos;
- determinação do peso específico aparente, onde os resíduos foram distribuídos sacos e posteriormente pesados;
- cálculo da geração per capita, onde o peso da amostra foi dividido pela população atendida pelos serviços de coleta; e
- determinação da composição gravimétrica, onde o conteúdo dos sacos plásticos foi espalhado sobre lona plástica e segregado manualmente. Após isso, as amostras devidamente separadas, e novamente pesadas.

3.2.2.1 Preparo da Amostra e Quantificação de Resíduos Sólidos Urbanos

CAPÍTULO III

O preparo da amostra foi iniciado às 14 horas do dia 01 de julho de 2021, com a distribuição dos resíduos de 1 (uma) das 3 (três) caçambas sobre lona plástica, com tamanho de 4m², disposta sobre o solo. As caçambas possuem capacidade volumétrica de 6m³ e são utilizadas para o transporte de resíduos no município. Os resíduos foram armazenados em sacos plásticos reforçados de capacidade volumétrica de 200L e dimensão de 105cm x 100cm.

A quantificação de resíduos foi realizada por meio da determinação do peso específico aparente e pela determinação da quantidade total de resíduos. Para a determinação do peso específico aparente, tendo em vista que 1m³ corresponde a 1000 litros, foi estimado que 1m³ corresponderá ao volume de 5 sacos de lixo (01, 02, 03, 04 e 05); e será utilizada a Equação (1):

$$\textit{Peso específico aparente (kg/m}^3) = \frac{\textit{Peso de resíduos obtido (kg)}}{\textit{Volume total do saco plástico (m}^3)} \quad (1)$$

A determinação da quantidade total de resíduos será feita de dois modos: (1) utilizando-se o valor do peso específico aparente encontrado, onde será calculada por meio da Equação (2):

$$\textit{Peso total da amostra (kg)} = \textit{Peso específico (kg/m}^3) \times V_{total} \textit{ de resíduos (m}^3) \quad (2)$$

onde V_{total} corresponde ao volume total; e (2) pela somatório da pesagem de todos os sacos onde os resíduos foram armazenados.

Para tanto, os resíduos, no dia da análise, foram coletados em todos os bairros do município. Para as análises, foram realizadas estimativas para a quantidade de resíduos das demais caçambas. A Figura 13 retrata o momento do despejo dos resíduos da caçamba sobre a lona e estes sendo colocados dentro dos sacos de lixo, para posterior pesagem.

CAPÍTULO III

Figura 13 - (A) Resíduos sendo despejados sobre a lona, (B) homogeneização, (C) resíduos sendo colocados em sacos plásticos para pesagem e (D) saco de resíduos sendo pesado.



FONTE: Autora.

Com os valores da quantidade geral de resíduos, foi realizado o cálculo da geração per capita.

3.2.2.2 Cálculo da Geração per capita

CAPÍTULO III

O cálculo da geração per capita é fundamental para estrutura da projeção de quantidades de resíduos a serem coletados no município. Para o cálculo, o peso total da amostra é dividido pela população atendida pelo serviço de coleta, sendo o valor expresso em kg/hab.dia.

3.2.2.3 Determinação da Composição Gravimétrica

Para a etapa do quarteamento, os resíduos pesados foram espalhados sobre uma nova lona, com tamanho de 4m², alocando-os em 4 espaços iguais de 2m², A1, A2, A3 e A4. Após essa etapa, os resíduos de um dos espaços, A1, por exemplo, foram transferidos para um novo espaço com lona de 2m² disposta sobre o solo, sendo misturados e homogeneizados.

Os resíduos foram, novamente, alocados em 4 espaços iguais de 1m², B1, B2, B3 e B4. Os resíduos de um dos espaços, B1, por exemplo, foram utilizados para caracterização, conforme Figura 14.

Figura 14 - Amostra B1, após o segundo quarteamento, que foi utilizada para determinação da composição gravimétrica.



FONTE: Autora.

As classes de componentes escolhidas para pesagem foram:

- Matéria orgânica;
- Plástico;

CAPÍTULO III

- Papel/Papelão;
- Vidro;
- Metais;
- Outros.

Assim, os resíduos foram separados conforme as classes e devidamente pesados.

3.3 PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS E ELABORAÇÃO DAS PROPOSIÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS PARA O GERENCIAMENTO

Foi realizada a construção de cenários com o objetivo de transformar as incertezas do ambiente em condições racionais para a tomada de decisão, principalmente as mais urgentes, servindo como referencial para a elaboração do planejamento estratégico, as legislações aplicáveis. Deste modo, foram estabelecidos dois cenários: o atual e o futuro. Para a cenarização, a taxa de crescimento populacional foi obtida com base nos dados do IBGE (2000), com 6.367 habitantes, IBGE (2010), com 7.796 habitantes e a estimativa do IBGE (2021) de 8.862 habitantes, utilizando a Equação (3):

$$\textit{Taxa de Crescimento Populacional} = \left(\frac{Pop_n}{Pop_i}\right)^{\frac{1}{n-i}} \quad (3)$$

onde Pop_n corresponde à população no ano de 2021, Pop_i corresponde à população no ano de 2000, n corresponde a 2021 e i a 2000. Para a taxa de crescimento da geração per capita, adotou-se o valor de 0,5, conforme dados disponíveis na literatura. Os demais dados e equações utilizados estão apresentados no Apêndice A.

Além disso, para possibilitar a construção da cenarização, foi estabelecido um conjunto de fatores críticos que afetam de forma positiva ou negativa o desempenho do sistema e definidos os fatores críticos, como:

- Prestador do serviço público;
- Cobertura dos serviços de varrição;
- Cobertura dos serviços de coleta de RSU;
- Regularidade da coleta de resíduos domiciliares;
- Geração per capita de resíduos domiciliares;
- Geração per capita de resíduos de varrição;
- Pontos de acumulação de resíduos;
- Densidade populacional;
- Coleta seletiva;

CAPÍTULO III

- Logística reversa;
- Compostagem;
- Disposição final;
- Sensibilização e educação ambiental.

CAPÍTULO IV

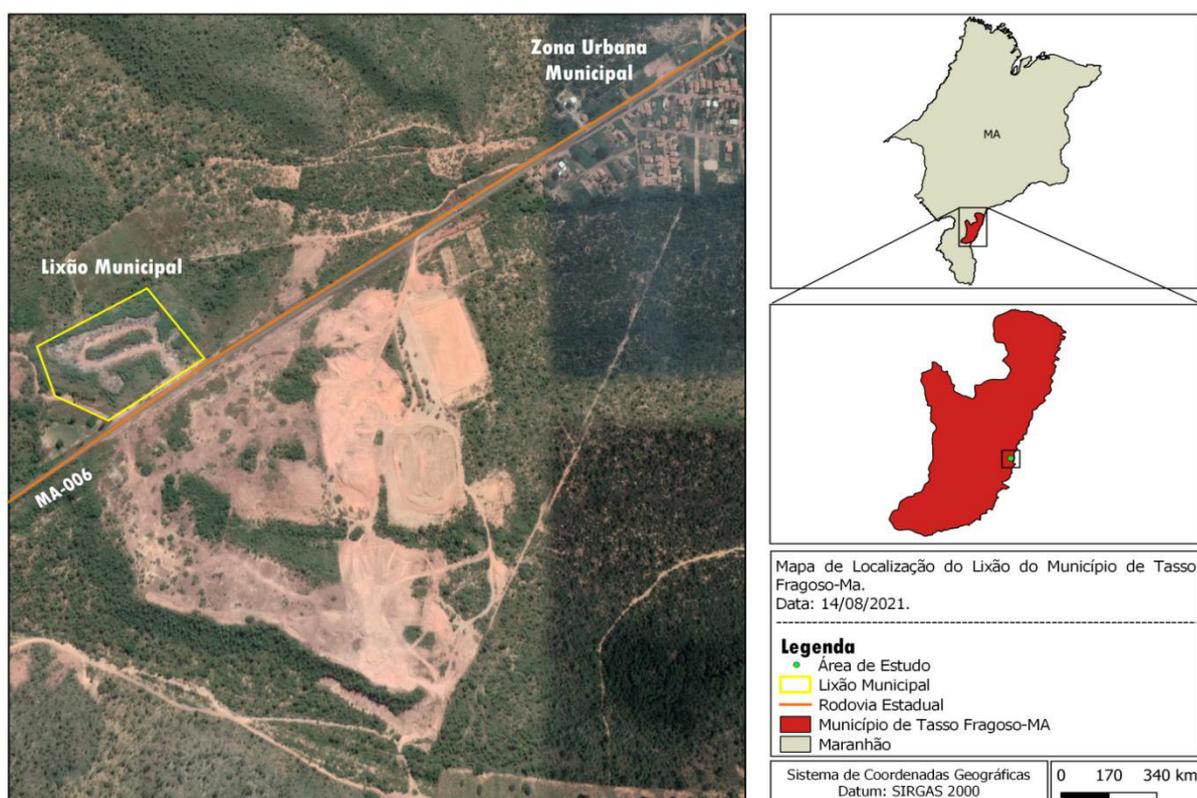
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo serão apresentados e discutidos os resultados dos elementos que fundamentam o diagnóstico do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares do município de Tasso Fragoso-MA, bem como as propostas de adequação do sistema e de ações preventivas e corretivas para o manejo dos resíduos.

4.1 CENÁRIOS

O município de Tasso Fragoso-MA enquadra-se no índice de municípios que utilizam uma forma inadequada de disposição de resíduos sólidos: o lixão. O lixão municipal, apresentado no Figura 15, está localizado a 1,34 km da principal rua do centro da cidade; a cerca de 3,2 km do Morro do Garrafão, principal ponto de visitação turística da cidade; e a 1,39 km da margem do Rio Parnaíba. Até o ano de 2021, os lixos eram dispostos à margem da Rodovia Estadual MA-006, atraindo animais para o local e aumentando o risco de acidentes, entre outros problemas, mas a Secretaria de Meio Ambiente e Turismo realizou intervenção no local, com o objetivo de recuar, por cerca de 20 metros, o lixo para o interior do terreno. A área é de cerca de 26.000 m².

Figura 15 - Mapa de Localização do Lixão do Município de Tasso Fragoso-MA.



FONTE: Autora.

CAPÍTULO IV

O serviço de coleta de Resíduos Domiciliares é realizado por empresa terceirizada e abrange 98% da área urbana no município, mas não há coleta nas áreas rurais. Levando em consideração a estimativa populacional do IBGE (2021) para o município, de 8642 habitantes, estando 59,6% na zona urbana, ou seja, 5151 habitantes, destes, 5048 são atendidos pelo sistema de coleta de resíduos. A recorrência de coleta na área central é diária e nas regiões periféricas é mais esporádica. O resultado disso é a existência de diversos pontos viciados de descarte de rejeitos, tanto no distrito sede, mas principalmente nas regiões rurais e povoados, onde as soluções para os resíduos são inadequadas, havendo ocorrência, além do descarte em pontos viciados, do enterramento e queima.

Figura 166 - Vista panorâmica da área onde os resíduos são dispostos.



FONTE: Autora.

A Figura 16 retrata a intervenção realizada pela Secretaria de Meio Ambiente. Foi realizada uma limpeza da área central do lixão, onde os resíduos foram sendo empilhados nas laterais ou despejados no vale localizado em seu entorno, conforme mostra a Figura 17.

Figura 17 - Resíduos dispostos em vale na área lateral limítrofe do lixão.



FONTE: Autora.

CAPÍTULO IV

Os resíduos dos serviços de saúde no município são dispostos no lixão junto aos demais resíduos, onde passam por incineração. A incineração ocorre de forma inadequada, sem qualquer preparo prévio. Vale ressaltar ainda que, durante a queima, os demais resíduos do local que poderiam, boa parte, ser reciclados, acabam sendo queimados também, resultando no cenário que retrata a Figura 18; e a Figura 19 retrata uma pilha dos resíduos dispostos no lixão e a presença de aves do tipo urubus (*Coragyps* sp.) que se alimentam de carnes em decomposição.

Figura 18 - Resíduos com incidência de incineração inadequada.



FONTE: Autora.

Figura 19 - Pilha de resíduos dispostas no lixão e presença de aves.



FONTE: Autora.

CAPÍTULO IV

4.2 DIAGNÓSTICO

4.2.1 Quantificação dos Resíduos Sólidos Urbanos

A Tabela 1 apresenta os resultados das pesagens dos 05 primeiros sacos que serão utilizados para determinação do peso específico aparente.

Tabela 1 - Valores de pesagem das amostras utilizadas para o cálculo do peso específico aparente.

SACO	PESO (kg)
01	44,62
02	42,3
03	38,85
04	43,2
05	42,19
Total	211,16

Considerando-se o peso total de 211,16 kg obtido para o volume de 1m³, pode-se ponderar que o peso específico aparente é igual a:

$$\textit{Peso específico aparente} = \frac{\text{Peso de resíduos obtido (kg)}}{\text{Volume total do saco plástico (m}^3\text{)}}$$

$$\textit{Peso específico aparente} = \frac{211,16 \text{ kg}}{1\text{m}^3} = 211,16 \text{ kg/m}^3$$

O valor obtido enquadra-se dentro do estipulado pelo IBAM (2007), igual a 230 kg/m³ para os resíduos domiciliares. O peso total da amostra, peso bruto, ou seja, todo o resíduo domiciliar coletado durante a análise, foi obtido através do peso específico aparente e volume total de resíduos coletados, utilizando a equação abaixo:

$$\textit{Peso total da amostra} = \text{Peso específico (kg/m}^3\text{) X Volume total de resíduos (m}^3\text{)}$$

$$\textit{Peso total da amostra} = 211,16 \text{ (kg/m}^3\text{) X 18 (m}^3\text{)}$$

$$\textit{Peso total da amostra} = 3.799,9 \text{ kg}$$

Para corroborar com o resultado obtido, a Tabela 2 apresenta o resultado da pesagem de 30 sacos plásticos, correspondentes a 6000L, utilizados para armazenar todo o resíduo da transportado pela caçamba.

Tabela 2 - Valores obtidos da pesagem dos sacos com resíduos.

SACO	PESO (kg)	SACO	PESO (kg)	SACO	PESO (kg)
------	-----------	------	-----------	------	-----------

CAPÍTULO IV

01	44,62	11	40,3	21	49,30
02	42,3	12	39,31	22	41,70
03	38,85	13	42,12	23	40,69
04	43,2	14	42,21	24	38,73
05	42,19	15	37,90	25	42,50
06	42,75	16	34,15	26	37,60
07	43,8	17	36,70	27	36,89
08	41,09	18	42,19	28	39,15
09	44,9	19	43,10	29	36,12
10	42,98	20	47,89	30	24,35
Total (kg)					1219,59

Portanto, obteve-se um total de 1219,59 kg em 6m³, estimando-se, assim, para as 3 caçambas, a quantidade total de 3658,8 kg, ou seja, dentro do estimado por meio do peso específico aparente.

4.2.2 Geração Per Capita

O valor encontrado para a quantidade total de resíduos produzidos representa a geração de resíduos domiciliares de uma população de 5.048 habitantes, que corresponde à população atendida pelo serviço público de coleta. A partir disso, pode-se definir a geração per capita para essa população, que é igual a 0,725 kg/hab.dia.

$$\text{Geração per capita} = \frac{\text{Quantidade total de resíduos (kg/dia)}}{\text{População atendida (hab)}}$$
$$\text{Geração per capita} = \frac{3.658,8 \text{ kg/dia}}{5.048 \text{ hab}} = 0,725 \text{ kg/hab. dia}$$

De acordo o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS (2019), o cálculo do indicador IN021 – Massa coletada per capita em relação à população urbana SNIS/IBGE – mostrou que os municípios brasileiros apresentaram valor médio de 0,99 kg/hab.dia, os da Região Nordeste o valor 1,21 kg/hab.dia e 1,25 kg/hab.dia para os municípios do Estado do Maranhão; de acordo com o senso do IBGE (2010), para uma cidade de pequeno porte, até 30 mil habitantes, a geração per capita é estimada em 0,5 kg/hab.dia; de acordo com a ABRELPE (2020), a geração per capita anual é de 379,2 kg/hab.ano, ou seja, 1,04 kg/hab.dia. Assim, Tasso Fragoso-MA apresentou um índice inferior de geração per capita quando comparado aos índices apresentados pelo SNIS de 2019 e pelo panorama da

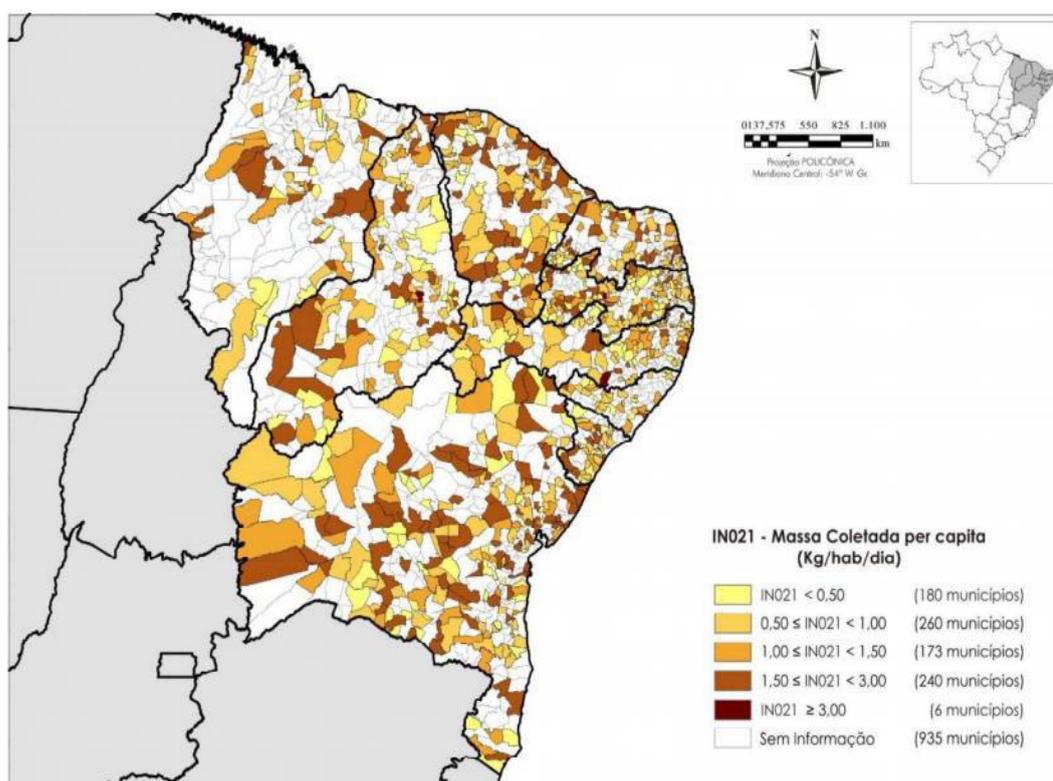
CAPÍTULO IV

ABRELPE de 2020; e um valor superior ao apresentado pelo IBGE, no ano de 2010, o que se percebe o aumento constante na geração de resíduos nos municípios brasileiros.

O SNIS também apresentou uma análise comparativa em relação ao aumento da geração de resíduos, onde, entre os anos de 2018 e 2019, ouve um aumento de 0,03 kg/hab.dia na média de geração per capita, indo de 0,96 kg/hab.dia, em 2018, para 0,99 kg/hab.dia, em 2019.

É importante se ressaltar que o Estado do Maranhão possui poucos municípios participantes da coleta de dados do SNIS, conforme mostra a Figura 20, dentre os municípios que não participam, está Tasso Fragoso-MA, devido à falta de informações em relação aos resíduos sólidos provocada pelo descaso nas políticas voltadas à gestão desses.

Figura 20 - Representação espacial da massa coletada (RDO+RPU) per capita dos municípios participantes do SNIS em relação à população urbana (indicador IN021) – Macrorregião Nordeste.



FONTE: SNIS (2019).

Além disso, em relação à análise por faixa populacional, com o intuito de abordar a questão sob o olhar da população atendida pelo município, dentre os enquadrados em primeira faixa que são os com até 30 mil habitantes, que é o caso do município de Tasso Fragoso-MA, a geração per capita é de 0,85 kg/hab.dia, sendo o valor encontrado na pesquisa, inferior ao apresentado pelo SNIS.

CAPÍTULO IV

4.2.3 Composição Gravimétrica

Após a etapa de quarteamento para caracterização dos resíduos, realizada conforme especificação do item 3.3.1.4, foi feita a pesagem da amostra que seria utilizada para a pesagem por classes, recapitulando o método descrito, com os resíduos alocados em 4 espaços iguais de 1m², os resíduos de um dos espaços foram utilizados para caracterização. Da pesagem, obteve-se o valor total de 76,22 kg.

Dessa forma, na Tabela 3 são apresentados, separadamente, os resultados das caracterizações gravimétricas.

Tabela 3 - Composição gravimétrica dos RSU, expressa em quilogramas e porcentagem, de uma das três caçambas.

RESÍDUOS							
	Matéria Orgânica	Plástico	Papel/Papelão	Vidro	Metais	Outros	Total
kg	16,71	27,50	11,14	8,35	5,22	7,31	74,07
%	21,92	36,07	14,61	10,96	6,85	9,59	100

Como a quantidade de resíduos gerados por dia no município é totalizada pela coleta realizada pelas 03 caçambas e, nos cálculos dos tópicos anteriores utilizou-se o valor da primeira para estimar os valores das demais, tem-se, na Tabela 4, as caracterizações gravimétricas totais:

Tabela 4 - Composição gravimétrica dos RSU do município de Tasso Fragoso-MA, expressa em quilogramas e porcentagem.

RESÍDUOS							
	Matéria Orgânica	Plástico	Papel/Papelão	Vidro	Metais	Outros	Total
kg	50,12	82,49	33,41	25,06	15,66	21,93	228,67
%	21,92	36,07	14,61	10,96	6,85	9,59	100

Pode-se concluir, a partir dos dados apresentados, que a maior fração dos resíduos domiciliares de Tasso Fragoso-MA é composta de plásticos, correspondendo a 36,07% da amostra, compondo grande parte das embalagens de produtos comercializados, além de ser a forma de acondicionamento de resíduos mais utilizada. É importante ressaltar que, a ausência de cooperativa de reciclagem ou associação de catadores de recicláveis contribui com o índice, visto que, resíduos que poderiam ser diretamente, e de forma segura, entregues para reciclagem e/ou reuso, acabam sendo expostos como rejeitos à degradação natural, o que

CAPÍTULO IV

prejudica fortemente o meio ambiente, além de expor os catadores informais ao ambiente do lixão para terem acesso aos resíduos, que são suas fontes de renda.

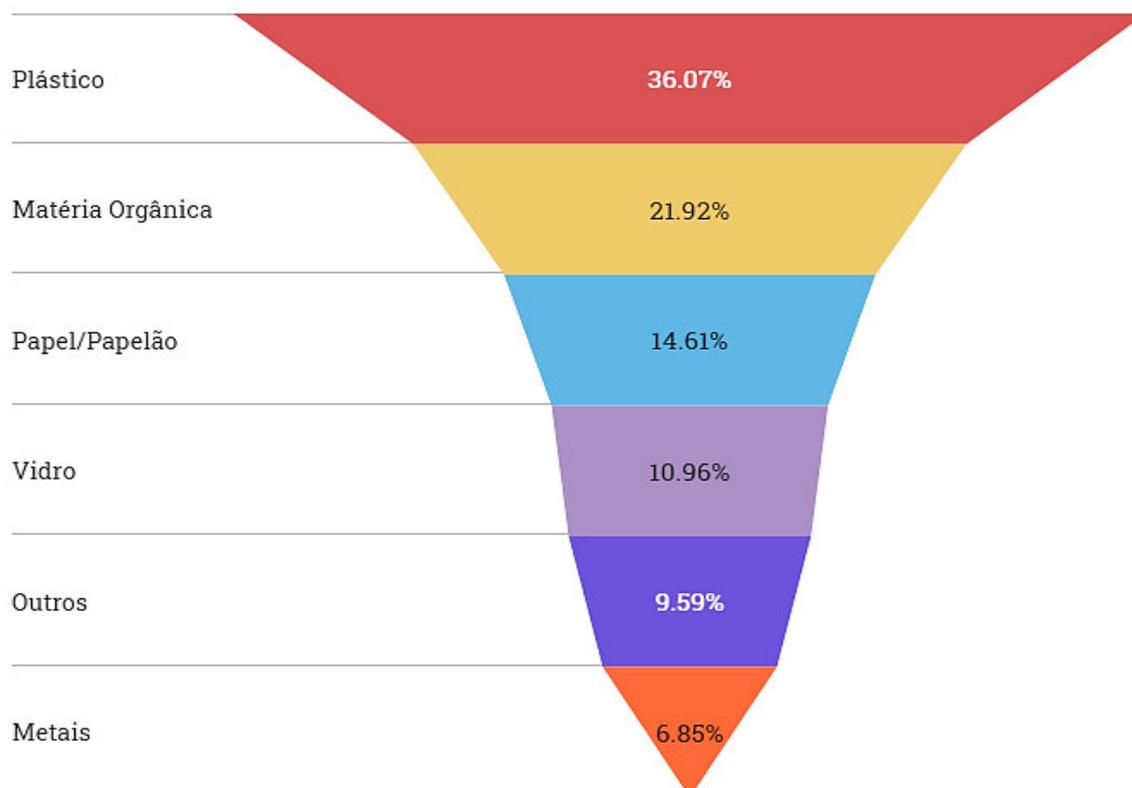
A matéria orgânica ocupa a segunda maior parte, com 21,92% do total, sendo um valor inferior à fração de resíduos da gravimetria dos RSU no Brasil apresentada pela ABRELPE (2020), de 45,3%. Esse fato pode ser justificado pelas atividades de compostagem domiciliar realizadas no município, onde muitos moradores possuem animais e/ou canteiros de plantações em seus quintais e acabam utilizando os resíduos orgânicos como alimentos e/ou adubos.

Um fato importante que pode influenciar na quantidade de metais e papel/papelão presente no lixo, apenas 6,85% e 14,61% respectivamente, é a atuação de catadores que vendem esses recicláveis. Há também o fato de que a utilização de embalagens metálicas tem cedido espaço às embalagens plásticas e de vidro e estas, por sua vez, cedem espaço às embalagens de papelão.

A fração de outros que corresponde a 9,59% contempla os resíduos identificados e que não deveriam estar no fluxo de RSU como eletroeletrônicos, pilhas, baterias e tecidos.

A Figura 21 ilustra a composição física, ou gravimétrica, dos RSU do município de Tasso Fragoso-MA.

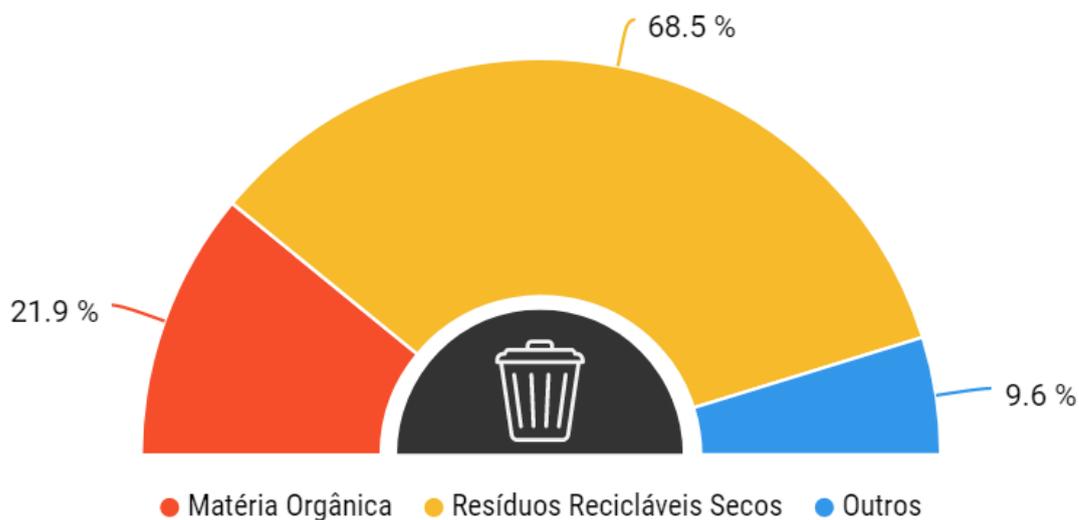
Figura 21 - Composição Gravimétrica dos RSU do município de Tasso Fragoso-MA.



CAPÍTULO IV

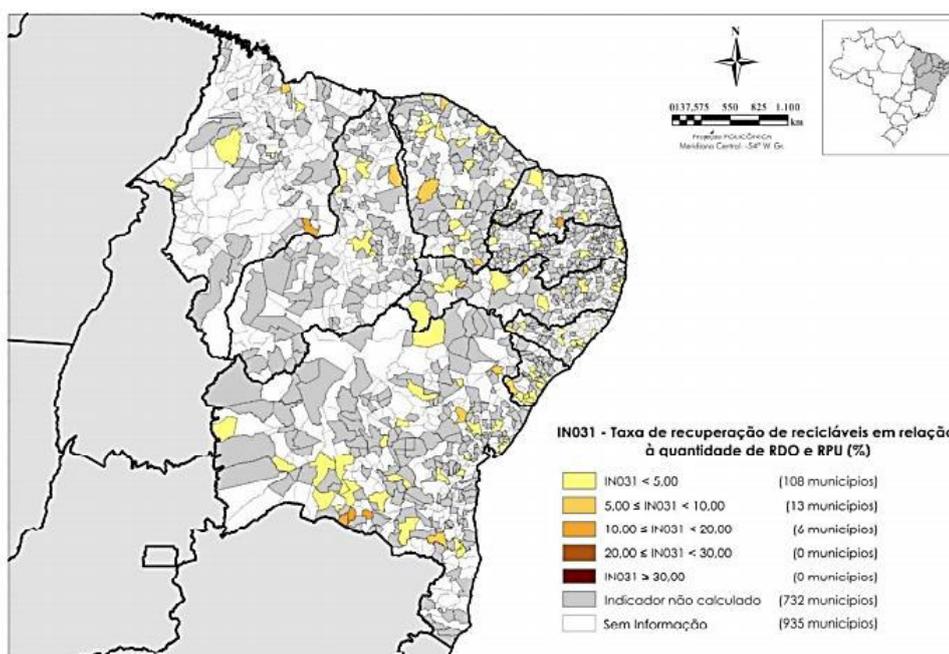
Assim, tem-se, também, uma visão espacial da distribuição do percentual de massa de recicláveis secos e da massa de matéria orgânica, e outros, conforme mostra a Figura 22.

Figura 22 - Percentual da massa de resíduos secos recicláveis, de resíduos de matéria orgânica (ou úmidos) e outros.



De acordo com o relatório do SNIS (2019), o Estado do Maranhão é um dos estados nordestinos com menores taxas de recuperação de resíduos recicláveis, como mostra a Figura 23, sendo que quase todo o Estado não possui indicadores de cálculo, ou seja, informações municipais disponíveis para serem fornecidas à pesquisa.

Figura 23 - Representação espacial da taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total de RDO+RPU (indicador IN031) dos municípios participantes do SNIS – Macrorregião Nordeste.



FONTE: SNIS (2019).

4.3 ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO

4.3.1 Gerenciamento Atual e Tendencial dos Resíduos Sólidos Urbanos de Tasso Fragoso-MA

O serviço de coleta de Resíduos Domiciliares (RDO) e Resíduos de Limpeza Urbana (RLU) é realizado por uma empresa terceirizada no município, abrangendo cerca de 98% da área urbana no município, mas não há coletas nas áreas de zona rural. A recorrência de coleta ocorre diariamente em todos os bairros, alguns dias no período da manhã e, em outros, no período da tarde, ainda assim, são diversos os pontos viciados de rejeitos que acabam sendo induzidos para soluções inadequadas, como o enterramento e a incineração.

Além disso, todos os resíduos gerados no município são descartados no lixão que possui uma situação precária, com muitos pontos de descarte, localizado às margens da rodovia que dá acesso à cidade, atraindo animais e aumentando riscos de acidentes. A necessidade da abertura de acessos para estes locais, o abandono de resíduos potencialmente recicláveis (latas de alumínio, plásticos, etc.), a presença de catadores que trabalham sem quaisquer seguranças que, ao revirarem os resíduos expostos, colocam em risco sua integridade física, além de tornarem-se vetores de propagação de doenças a outras populações e, além disso, são catadores informais, devido à ausência de cooperativa ou associação advinda do poder municipal, embora esteja sendo elaborado um projeto para criação desta.

O lixão municipal, além de estar localizado à margem da Rodovia Estadual MA-006, fica a 1,34 km da principal rua da cidade e a uma distância ainda menor da última, permitindo que os moradores, além dos incômodos do mau cheiro, convivam com a presença de vetores e sofram os efeitos negativos destes locais.

Além disso, o lixão recebe os resíduos provenientes de grande parte das origens determinadas pela PRNS, sendo: domiciliares, de limpeza urbana, de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, dos serviços de saúde, e da construção civil. Os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços e os da construção civil são transportados e despejados no local pelos próprios gestores das atividades; e os resíduos dos serviços de saúde são coletados e transportados, sob responsabilidade da Secretaria Municipal de Saúde, pela mesma empresa terceirizada que realiza coleta dos resíduos domiciliares e de limpeza urbana e, ao serem dispostos no lixão, são incinerados a céu aberto, sem separação dos resíduos de demais classes, emitindo forte fumaça. Os resíduos agrossilvipastoris são gerenciados pelos donos de fazendas em sua própria localidade; o município não produz

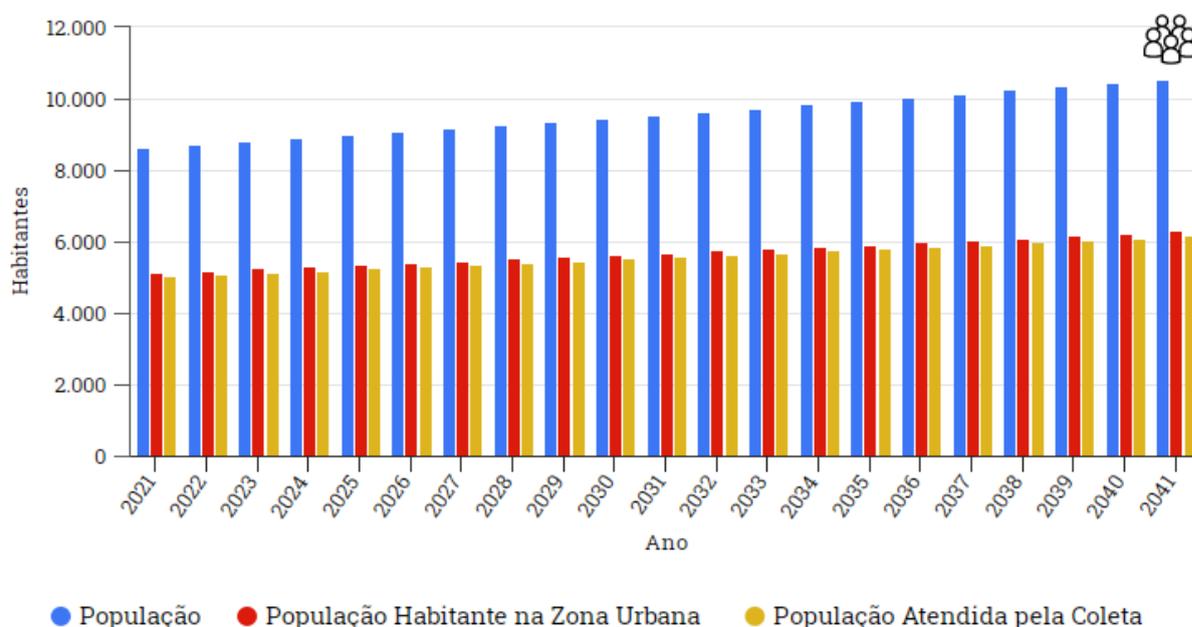
CAPÍTULO IV

resíduos de serviço de transportes, visto que não possui portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários ou ferroviários, sendo o transporte realizado por pequenos micro-ônibus que buscam e entregam os passageiros em suas residências e, assim, os resíduos gerados são recolhidos pelos próprios donos do transporte e expostos à coleta municipal em suas residências particulares; o município não produz resíduos industriais ou de mineração.

Tendo em vista o cenário atual, percebem-se os desafios em longo prazo a serem transpostos, como políticas de elaboração e aplicação de gestão e gerenciamento efetivos dos resíduos sólidos urbanos, que incluem o encerramento do atual lixão municipal, dispendo e destinando, assim, de forma ambientalmente adequada, os diversos tipos de resíduos gerados no município. Para uma análise mais aprofundada que permita a antecipação das providências necessárias que direcionem o gerenciamento de resíduos em sua integralidade, decidiu-se construir uma cenarização de um horizonte temporal de 20 anos de alguns fatores críticos do sistema que envolve o manejo dos resíduos sólidos urbanos.

A Figura 24 mostra a projeção populacional total, de habitantes da zona urbana municipal e de habitantes atendidos pelo sistema de coleta de resíduos, em um cenário de 20 anos.

Figura 24 - Expansão da Área Urbana do Município em um cenário de 20 anos (2021 a 2041).



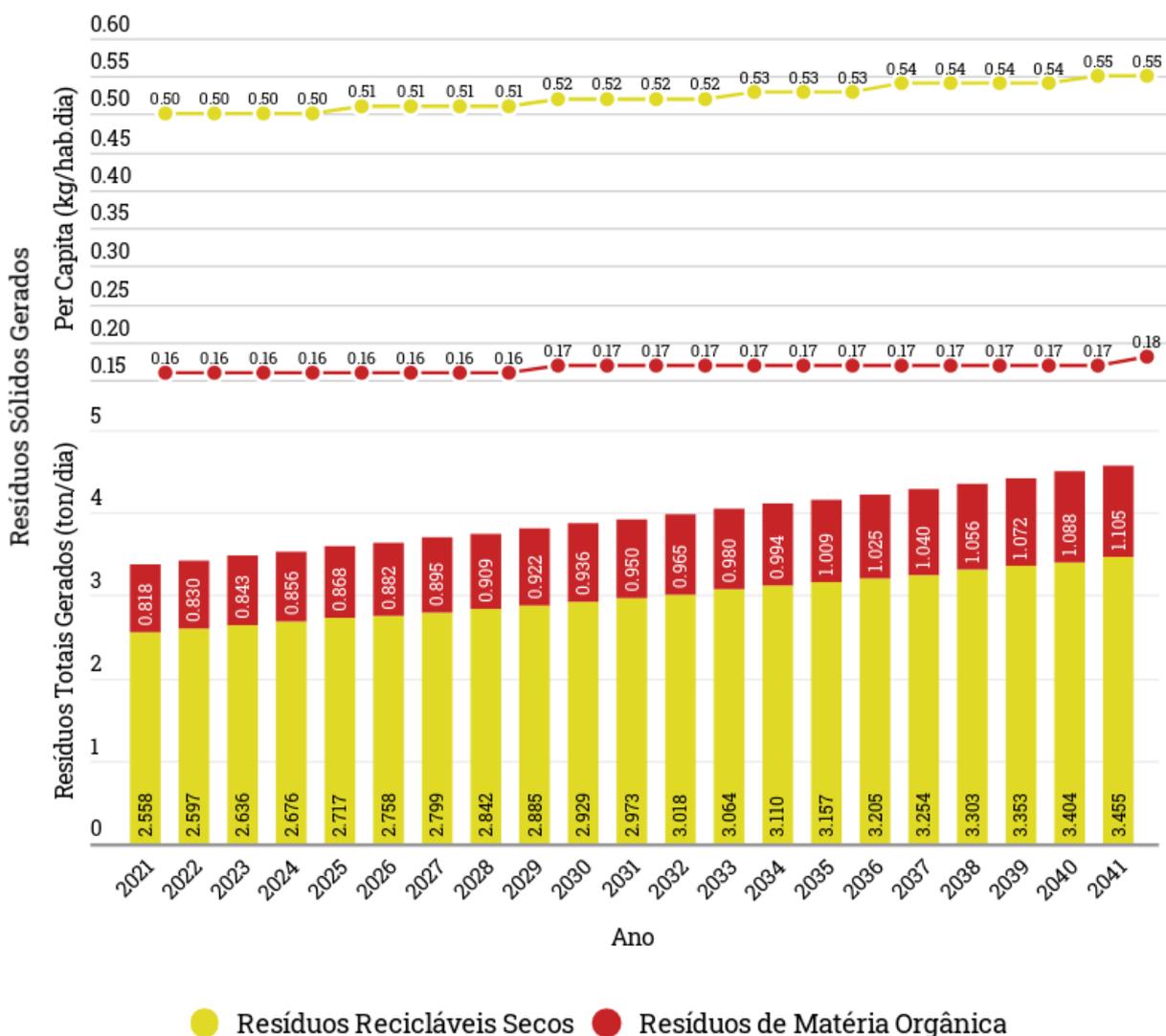
Para que os investimentos sejam maximizados e os resultados esperados sejam atendidos, é fundamental a delimitação das áreas de expansão urbana. A malha urbana do município possui muitas áreas a serem desenvolvidas, o que demanda uma ampliação

CAPÍTULO IV

significativa dos fatores críticos do sistema, por isso se faz necessário um efetivo plano diretor municipal que eficiente que direcione o processo de expansão da malha urbana de forma controlada e impondo os deveres e direitos de todos os cidadãos.

Paralelo à expansão populacional, está o aumento da geração de resíduos totais e per capita, conforme apresenta a Figura 25. À medida que se aumenta a produção de resíduos, mais necessária se torna a adequação do gerenciamento destes, visto que precisam ser acondicionados, coletados, transportados, dispostos, tratados e destinados de forma ambientalmente correta. A quantidade de resíduos secos recicláveis no município pode ser diminuída com a construção de cooperativas de reciclagem, o que modificará a tendência apresentada no gráfico.

Figura 25 - Geração de Resíduos Sólidos Totais (ton/dia) e Per Capita (kg/hab.dia), em percentuais de Resíduos Secos Recicláveis e Resíduos de Matéria Orgânica, em um cenário de 20 anos (2021-2041).



CAPÍTULO IV

A estimativa total dos valores de quantidade e de volume de resíduos gerados no cenário de 2021 a 2041 estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Estimativa para os valores de população (hab.), geração total e geração per capita de resíduos no cenário de 20 anos (2021 a 2041).

Ano	População (hab.)	População Urbana (hab.)	População Atendida pela Coleta (hab.)	Geração Per Capita (kg/hab.dia)	Total de Resíduos Gerados (ton./dia)	Total de Resíduos Gerados (ton./ano)
2021	8.642	5.151	5.048	0,725	3,66	1.335,73
2022	8.729	5.203	5.099	0,729	3,71	1.355,96
2023	8.817	5.255	5.150	0,732	3,77	1.376,51
2024	8.907	5.308	5.202	0,736	3,83	1.397,36
2025	8.996	5.362	5.255	0,740	3,89	1.418,53
2026	9.087	5.416	5.308	0,743	3,95	1.440,02
2027	9.179	5.471	5.361	0,747	4,01	1.461,84
2028	9.272	5.526	5.415	0,751	4,07	1.483,99
2029	9.365	5.582	5.470	0,755	4,13	1.506,47
2030	9.460	5.638	5.525	0,758	4,19	1.529,30
2031	9.556	5.695	5.581	0,762	4,25	1.552,46
2032	9.652	5.753	5.638	0,766	4,32	1.575,99
2033	9.750	5.811	5.695	0,770	4,38	1.599,86
2034	9.848	5.869	5.752	0,774	4,45	1.624,10
2035	9.948	5.929	5.810	0,777	4,52	1.648,71
2036	10.048	5.989	5.869	0,781	4,59	1.673,69
2037	10.149	6.049	5.928	0,785	4,65	1.699,04
2038	10.252	6.110	5.988	0,789	4,73	1.724,78
2039	10.356	6.172	6.048	0,793	4,80	1.750,92
2040	10.460	6.234	6.110	0,797	4,87	1.777,44
2041	10.566	6.297	6.171	0,801	4,94	1.804,37

Tendo em vista o cenário atual e o cenário tendencial que apresenta uma complicação nos desafios acerca do manejo de resíduos sólidos, caso não sejam adotadas as medidas necessárias e urgentes que visem a efetivação do gerenciamento de resíduos no município de Tasso Fragoso-MA, observa-se que serão necessárias ações de sensibilização e educação ambiental, bem como outros instrumentos que visem a redução da geração de resíduos no município.

4.3.2 Ações Preventivas e Corretivas no Manejo de Resíduos Sólidos

O município deve, o mais breve possível, estudar a viabilização da disposição de seus resíduos em aterro sanitário, seja por meio da construção de um aterro próprio ou de um consorcio intermunicipal com a mesma finalidade, o que é mais viável, visto que os

CAPÍTULO IV

municípios com tal objetivo receberão prioridade no fornecimento de recursos do Governo Federal.

Nesse contexto, os esforços municipais deverão: a) buscar a destinação ambientalmente adequada para todos os resíduos conforme sua classificação; b) a implantação da coleta seletiva por meio de programas específicos; c) inclusão de catadores autônomos de materiais recicláveis, fazendo-se necessária a criação de associação ou cooperativa; d) cobertura de 100% dos serviços de varrição da área urbana; cobertura de 100% da coleta de RDO e; e) promover, de forma ambientalmente adequada, a coleta e a destinação dos RSS. Além disso, o município também deverá disciplinar regulamentos de logística reversa, de modo que caracterize a responsabilidade compartilhada entre as partes.

Assim, a disposição final é o principal problema da gestão de resíduos sólidos do município, tendo em vista que todos os resíduos são destinados para o lixão, alternativa ambientalmente inadequada. Entretanto, devido o porte do município, a implantação de aterro sanitário próprio é inviável, visto os altos custos de implantação, operação e assistência técnica especializada. Sendo assim, a melhor solução para a gestão dos resíduos sólidos em Tasso Fragoso-MA é o consórcio intermunicipal, onde municípios se unem para resolver a destinação correta de seus resíduos e buscam recursos do Governo Federal para construção de um Aterro Sanitário que comporte os resíduos de tais localidades.

4.3.2.1 Regras e procedimentos em etapas do gerenciamento de RSU

As políticas públicas voltadas ao manejo de resíduos sólidos urbanos devem levar em consideração que cada uma das etapas do gerenciamento de resíduos sólidos deve ser acompanhada por regras e procedimentos aplicáveis que devem ser seguidos pelo município ou pela empresa contratada por este. Assim, o Quadro 4 apresenta regras e procedimentos de alguma das etapas (mais gerais) do gerenciamento, bem como o implementador e operador responsável pelo cumprimento destas.

Quadro 4 - Regras e procedimentos aplicáveis em etapas específicas do gerenciamento de resíduos sólidos.

ETAPA	REGRAS E PROCEDIMENTOS	RESPONSABILIDADES
Varrição de vias e logradouros públicos	Uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) durante a operação; todos os resíduos deverão ser coletados imediatamente após serem acumulados. Norma técnica de referência: NBR 12.980.	Implementador: Município; Operador: Empresa terceirizada.
Serviços de poda e	Uso de EPI's durante a operação;	Implementador: Município;

CAPÍTULO IV

capina	todos os resíduos deverão ser coletados imediatamente após serem acumulados. Norma técnica de referência: NBR 12.980.	Operador: Empresa terceirizada (se público); Gerador de resíduo (propriedade privada).
Preparo, disponibilização e coleta dos resíduos domiciliares para coleta	Os resíduos apresentados para a coleta devem ser segregados em secos e úmidos (matéria orgânica) e devidamente acondicionados para evitar seu espalhamento. A disponibilização para coleta deve ser nos dias e horários programados pelo município. Norma de referência: NBR 12.980 e NBR 9.190.	Implementador: Município; Operador: Gerador do Resíduo
Preparo, disponibilização e coleta dos resíduos dos serviços de saúde para coleta	Os resíduos segregados deverão ser acondicionados em sacos ou recipientes específicos, de acordo com classes, e que evitem vazamento. Uso de EPI's durante as operações com os RSS. A disponibilização dos resíduos deverá ocorrer em local ambientalmente adequado, de acordo com as classes, até o momento da coleta, que deverá ocorrer de forma integral e atendendo toda a legislação vigente. Norma técnica de referência: NBR 13.853, NBR 12.235 e NBR 9.190.	Implementador: Município; Operador: Gerador do Resíduo (Secretaria Municipal de Saúde)
Destinação final de Resíduos Domiciliares	Todos os resíduos gerados no deverão ser destinados de forma ambientalmente adequada; A disposição final dos rejeitos deve ser realizada em Aterros Sanitários do município ou de cidade vizinha, quando realizado o consórcio intermunicipal, devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente. Norma técnica de referência: NBR 10.157, NBR 12.808, NBR13.896 e NBR 13.591.	Implementador: Município; Operador: Empresa terceirizada.

4.3.2.2 Programa de Educação Ambiental

A educação ambiental é uma das principais medidas que devem ser discutidas e implementadas de modo a minimizar os impactos causados pelas falhas no gerenciamento de resíduos no município de Tasso Fragoso-MA. Nesse contexto, o desenvolvimento de ações de

CAPÍTULO IV

educação ambiental é uma das ferramentas da PNRS, que auxilia os municípios na elaboração dos Planos Municipais de Resíduos e, por meio destes, a educação ambiental é também alcançada, tendo como meta a evolução e a melhoria dos programas e das ações ambientais que visem mudanças de hábitos e comportamentos da comunidade em relação à produção e ao manejo de resíduos sólidos.

Para a efetivação do programa, devem ser realizadas ações que promovam a integração, a capacitação e o desenvolvimento de metas que envolvam as escolas, os catadores formais e informais, os gestores e operadores do sistema, a comunidade de maneira geral e as entidades privadas.

A população deve ser informada sobre as mudanças que ocorrerão nos municípios e devem entender suas formas de colaboração e participação; os educadores precisam receber preparo e informações que os capacitem para contribuir com o processo de implantação da educação ambiental; as crianças devem ser educadas e preparadas para o desenvolvimento do senso crítico e de atitudes proativas; os gestores e operadores devem ser preparados para uma administração e operação que cumpram as atividades e metas elaboradas; os catadores devem receber suporte para entenderem o seu papel fundamental no processo; e devem ser criados e utilizados canais de comunicação e socialização de forma a alcançar diferentes públicos.

A elaboração e implantação do PGRS torna efetiva a educação ambiental, baseado na redução, reutilização e reciclagem (3R's) dos resíduos. Quando iniciada na educação de base, permite que os indivíduos se desenvolvam intelectual e socialmente, voltando-se assim, a ações sociais e ambientais e estando próximos dos projetos de colaboração socioambiental.

Os Programas de Educação Ambiental devem envolver temas diversos, como:

- Meio Ambiente Urbano e Rural;
- Resíduos Sólidos e Reciclagem;
- Consumo de Energia;
- Qualidade e conservação das águas;
- Proteção da fauna e flora;
- Sustentabilidade;
- Poluição do ar, da água, do solo, sonora e etc.;
- Mudanças climáticas;
- Bioma;
- Biodiversidade.

CAPÍTULO IV

O estabelecimento de um programa educativo parte do pressuposto de que é fundamental a participação da sociedade, enquanto responsável por transformar a realidade em que vive, colocando em suas próprias mãos a possibilidade de agir, assumindo o compromisso com uma nova atitude em favor de uma cidade saudável.

Associado ao programa de educação ambiental deve ser criado um programa voltado à mobilização social, com o intuito de promover o planejamento participativo que inclua a população local e permita a essa o conhecimento a cerca dos projetos, das ideias, das representações técnicas e etc.; e um programa voltado à coleta seletiva dos resíduos, que é fundamental para a adequação do manejo destes, e impulsiona a criação de cooperativas de reciclagem.

4.3.2.3 Programa de Coleta Seletiva

A implantação de um Programa de Coleta Seletiva no município de Tasso Fragoso-MA permitirá que o acondicionamento dos RSU ocorra de forma sustentável. A técnica educa e sensibiliza a população para minimizar o desperdício e reduzir o volume de resíduos gerados. Por meio dela, os resíduos são separados no local de origem e, assim, podem ser reciclados e reutilizados. Para isso, precisa-se que se tenha um local ambientalmente adequado para a disposição dos resíduos.

De acordo com a PNRS (BRASIL, 2010), a atuação de cooperativas e associação de catadores colocam em prática a coleta seletiva e beneficiam a população de baixa renda, além de diminuir o impacto ambiental negativo por meio da reciclagem. Essa prática é ainda mais fácil de ser colocada em ação em municípios de pequeno porte, como é o caso de Tasso Fragoso-MA, onde a coleta seletiva pode ser realizada em cada um das residências ou os resíduos recicláveis secos acondicionados e segregados poderiam ser entregues do Ponto de Entrega Voluntária (PEV), conforme denomina a ABNT (2004).

A implantação do Plano de Coleta Seletiva é de responsabilidade compartilhada entre: a gestão municipal, que será responsável pela coleta dos resíduos; o setor privado, que é responsável pelos resíduos de estabelecimentos comerciais; e do gerador doméstico, que é responsável pela segregação e pela disponibilização do resíduo para a coleta. Assim, a implantação dessa prática promoverá ações positivas para a problemática dos resíduos sólidos no município.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O esforço investigativo empregado no desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) sobre o diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Tasso Fragoso - MA, permitiu-se considerar que:

- Os órgãos ambientais municipais competentes não apresentam plano de gestão de resíduos sólidos urbanos, o que impede o efetivo gerenciamento desses resíduos, bem como não dispõem de dados acerca da caracterização dos mesmos, o que impede a elaboração do PGRS. Sendo assim, os instrumentos da PNRS não se fazem presentes da gestão ambiental do município, expondo, assim, o meio ambiente e a saúde pública a impactos ambientais negativos.
- O lixão municipal recebe todos os RSU gerados no município, sem qualquer segregação. Os RDO e RLU que compuseram a amostra analisada na pesquisa de campo permitiram a obtenção de valores altos de quantidade de resíduos gerada e de geração per capita, visto o porte do município. Esses dados são ainda mais evidentes quando analisada a composição gravimétrica dos resíduos, onde se obteve uma maior fração de resíduos recicláveis secos, ao invés de resíduos de matéria orgânica, o que pode ser explicado por fatores como: a) ausência de cooperativa de reciclagem ou associação de catadores no município, b) embalagens plásticas são mais comumente utilizadas para o acondicionamento dos resíduos, e c) as atividades de compostagem nas residências são comuns, visto o porte do município.
- Tendo em vista a problemática, são urgentes alternativas que visem a adequação, a prevenção e a melhoria do sistema de manejo de resíduos sólidos do município. Dessa forma, é urgente a viabilização de estudos que visem o encerramento do atual lixão municipal, visto às problemáticas que o cenário apresenta, tendo como solução, a busca por consórcio intermunicipal para construção de aterro sanitário que atenda os municípios envolvidos.
- São necessárias políticas públicas voltadas ao tema dos resíduos sólidos urbanos que norteiem a responsabilidade, as regras e os procedimentos passíveis de aplicação em cada uma das etapas do gerenciamento de resíduos.
- Através da elaboração e efetiva implementação de programas de educação ambiental, programas de coleta seletiva, incentivos à lógica reversa e criação de cooperativas e associações voltadas à reciclagem, o município conseguirá

CAPÍTULO IV

reduzir a quantidade de resíduos gerados e manejá-los a uma destinação correta.

Espera-se que esse trabalho contribua com a gestão municipal e com os órgãos ambientais da região, visando implementar informações aos planos de contingência no âmbito do gerenciamento dos resíduos sólidos no município de Tasso Fragoso-MA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 10.004**. Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004. 77 p.

ABRELPE. **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2021.

ABRELPE. **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download/5692>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

ALBERTIN, R. M.; MORAES, E.; NETO, G. A.; ANGELIS, B. L. D.; CARVELONI, E.; SILVA, F. F. Diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Flórida Paraná. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 4, n. 2, p. 118-125, jul-dez, 2010.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Decreto Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 2010a.

_____. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 2010b.

_____. Lei Nº 9795/1999 – Institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Presidência da República, Brasília, 1999.

_____. Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766/1979, 8.036/1990, 8.666/1993, 8.987/1995; revoga a Lei no 6.528/1978; e dá outras providências. Brasília, jan. 2007.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Cartilha **A3P: Agenda ambiental na administração pública**. 5a ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Edital Nº 12 de 2001. **Fomento a Projetos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos**. FNMA, 2001a.

_____, Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Instrumento de Responsabilidade Socioambiental na Administração Pública**. Ministério do Meio Ambiente, 2014.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação**. Brasília-DF, 2012.

_____. Ministério da Saúde. Projeto Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde (REFORSUS). **Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde** (Informativo). Brasília: Ministério da Saúde, 2001b.

CAPAZ, R. S.; HORTA NOGUEIRA, L. A. Ciências ambientais para engenharia. 1.ed. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2014.

CASTILHOS JR, A. B. et al. (Org.) Alternativas de Deposição de Resíduos Sólidos Urbanos para Pequenas Comunidades (coletânea de trabalhos técnicos). Rio de Janeiro: **RIMA. ABES**, 2002. 104 p. Projeto PROSAB.

CONAMA. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **Resolução Nº. 001. 1986**. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> >. Acesso em: 26 mai. 2021.

CORREIA, F. L. F.; GOMES, E.R.; NUNES, O.O., LOPES, J.B.F. Relatório Diagnóstico do Município de Tasso Fragoso. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão. **CPRM, Serviço Geológico do Brasil**. Teresina-PI, 2011.

COSTA, L. G.; VALLE, R. Logística reversa: importância, fatores para a aplicação e contexto brasileiro. Anais: **III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, Rio de Janeiro, 2006, 9 p.

CUNHA, V.; FILHO, J. V. C.; **Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas**. Gestão & Produção, v.9, n.2, ago. 2002.

FERLA, F. **Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos Avaliando o Potencial para Compostagem e Reciclagem no Município de Garibaldi-RS**. 2016. 94 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, RS, 2016.

FERNANDES, D. L. **Proposição de alternativas e ações para universalização dos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos no município de Pombal-PB**. 2016. 71 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

FERNANDES, J. U. J. **Lixo: limpeza pública urbana: gestão de resíduos sólidos sob o enfoque do direito administrativo**. 1. ed. Belo Horizonte: Del Rey, 2001. 294 p.

FERNANDO, A. **Diagnóstico sobre o Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Maxixe, Inhambane/ Moçambique**. 2013. 107 f. Dissertação (Pós graduação em Geografia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

FERREIRA, A. B. H. Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa. 3.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FONSECA, A. R.; TEIXEIRA, H. M. S. V.; CARVALHO, C. A. Implantação do Programa de

Coleta Seletiva na Fundação Educacional de Divinópolis - Funedi/UEMG. **Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**. Belo Horizonte, 2004.

GIOVANETTI, S. Resíduos sólidos Perspectivas e desafios para a gestão integrada. Caderno de Resumos do II EPERSOL, **Editora Universitária da UFRPE**, 1. ed., 135 p. Recife, 2014.

GONÇALVES, P. **A Reciclagem Integradora dos Aspectos Ambientais, Sociais e Econômico**. Rio de Janeiro: DP&A, Fase, 2003. 184p.

GUIMARÃES, L. Museu do Cerrado. In: RODRIGUES, R. Tasso Fragoso: Um tesouro arqueológico a ser descoberto. **Blog Reginaldo Cazumbá**. 2019. Disponível em: <<http://www.reginaldocazumba.com.br/2019/05/tasso-fragoso-um-tesouro-arqueologico.html>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

GÜNTHER, W.M.R. **Poluição do solo**. In: PHILIPPI JR, A.; PELICIONI, M.C.F. Educação ambiental e sustentabilidade. Barueri, SP: Manole, 2005, p. 195-216.

IBAM. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 26 mai. 2021 (a).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do ano de 2008**. Rio de Janeiro, RJ. 2010 (b).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama de cidades: Tasso Fragoso**. Rio de Janeiro, RJ. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/tasso-fragoso/panorama>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

JUNKES, M. B. **Procedimentos para Aproveitamento de Resíduos Sólidos Urbanos em Municípios de Pequeno Porte**. 2002. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

LIMA, J. D. **Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Abes, 2001.

MAEDA, E. E. **Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos nos municípios do Estado de São Paulo, a partir dos Planos Municipais de Gestão Integrada**. 2013. 144 p. Dissertação (Dissertação de Mestrado – Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento) – Universidade Federal de São Paulo. São Carlos. 2013.

MAGALHÃES, D. N. **Elementos para o Diagnóstico e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Dores de Campos-MG**. 2008. 60p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização), Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora-MG, 2008.

MARQUES, J. R. Meio Ambiente Urbano. Rio de Janeiro/RJ: Ed. Forense Universitária. 2005.

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

MONTEIRO, J. H. P. et al. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM/SEDU, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 26 mai. de 2021.

MORAIS, A. R. C.; CASTRO, C. E. Cavernas de Tasso Fragoso-MA: mapeamento e registro das ocorrências espeleológicas como subsídio à preservação da geodiversidade. **Espeleo-Tema**, v. 28, n. 1. Campinas-SP, 2017.

NAVARRO, G. C. Educação ambiental e resíduos sólidos. In: LEITE, J. R. M; BELCHIOR, G. P. N. **Resíduos sólidos e políticas públicas: diálogos entre Universidade, Poder Público e empresas**. Florianópolis, SC: Insular, 2014.

NUNESMAIA, Maria de Fátima. A gestão de resíduos urbanos e suas limitações. **Revista Baiana de Tecnologia**, Bahia, v. 17, n. 1, p. 120-129, jan./abr. 2002.

OLIVEIRA, J. P. S. **Análise comparativa da gestão de resíduos sólidos em municípios de pequeno porte: estudo de caso**. 2017. 71p. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru, São Paulo, 2017.

PEREIRA NETO, J. T.; **Gerenciamento do lixo urbano: aspectos técnicos e operacionais**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 129 p.

PHILIPPI, A. J. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005.

ROCHA, B. L.; **Aplicação de Indicadores Ambientais para Implantação da Coleta Seletiva no Município de Palhoça/SC**. 2018. 107p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça-SC, 2018.

RODRIGUES, D. C. **Proposição de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para o centro integrado de operação e manutenção da CASAN (CIOM)**. 2015. 127p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

SAUVÉ, Luci. L'éducation relative à l'environnement : possibilites et contraintes. Article publié Connexion, **La revue d'éducation scientifique, technologique et environnementale de l'UNESCO**, Vol.XXV11, 2002, no 1/2, p. 1-4. Université du Québec à Montréal.

SILVA, C. C. 2014. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: avaliação qualitativa do que pensa o cidadão no bairro Santa Terezinha, em Juiz de Fora-MG**. 2014. 65p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal De Juiz De Fora. Juiz de Fora, Minas Gerais, 2014.

SILVA, F. A. **Desafios da Gestão de Resíduos Sólidos no Município de Volta Redonda-RJ**. 2016. 46p. Monografia (Graduação), Universidade Federal Fluminense. Volta Redonda, Rio de Janeiro, 2016.

SLU/DF. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal. **Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito Federal (janeiro a março de 2015)**. Governo do Distrito Federal. Brasília, DF. 2015.

SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2019**. Planilhas do Excel. 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico-SNIS-RS-2019-Capitulo-06.pdf>>. Acesso em: 19 de julho de 2021.

SOARES, J. H. P. **Gerenciamento de resíduos sólidos: curso de especialização em análise ambiental**. Notas de aula. 142f. 2006.

TASSO FRAGOSO. Lei Nº 484, de 01 de setembro de 2004. Estabelece diretrizes para a implantação da Política Municipal de Resíduos Sólidos e para a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, no município de Tasso Fragoso/MA. Tasso Fragoso, 2014.

TOLEDO, M. C. **Análise da situação dos resíduos sólidos urbanos no município de Matipó-MG**. 2018. 77p. Monografia (Graduação), Universidade Federal de Ouro Preto. Matipó, Minas Gerais, 2018.

TORRES, D. J. **A gestão dos resíduos sólidos urbanos no município de Santa Rita/PB**. 2017. 38p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba, 2017.

UNCED, II Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento. Agenda 21. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em < <http://www.ecolnews.com.br/agenda21/> >. Acesso em: 25 mai. 2021.

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos**. Capítulo 1, PROSAB, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TABELA DO EXCEL COM OS VALORES OBTIDOS PARA A PROJEÇÃO PARA CENÁRIO DE 20 ANOS.

PROJEÇÃO
Volume de Resíduos do Município de Tasso Fragoso em um Cenário de 20 anos

DADOS IBGE	
Ano	População
2000	6367
2010	7796
2021	8642

$$TC = \left(\frac{Pop_n}{Pop_i}\right)^{\frac{1}{n-i}}$$

Dados de Entrada	
Pop. Inicial de Projeto - 2021 (hab)	8642
Geração Per Capita Inicial	0,725
População Inicial Atendida pela Coleta	98
Taxa de Crescimento Populacional	1,01
Crescimento da Geração Per Capita	0,5

% de Resíduos por Classes	
Recicláveis	68,5
Orgânico	21,9
Outros	9,6

Ano	Pop. (hab)	Pop. Urbana (hab)	Pop. Atendida Coleta (hab)	Geração Per Capita (kg/hab.dia)	Total de Resíduos Gerados (ton/dia)	Total de Resíduos Gerados (ton/ano)	Resíduos Recicláveis Secos (ton/dia)	Resíduos de Matéria Orgânica (ton/dia)	Outros (rejeitos) (ton/dia)	Resíduos Recicláveis Secos Per Capita (kg/hab.dia)	Resíduos de Matéria Orgânica Per Capita (kg/hab.dia)	Outros (rejeitos) Per Capita (kg/hab.dia)
2021	8642	5151	5048	0,725	3,66	1335,73	2,507	0,801	0,351	0,4966	0,1588	0,0696
2022	8729	5203	5099	0,729	3,71	1355,96	2,545	0,814	0,357	0,0000	0,1596	0,0699
2023	8817	5255	5150	0,732	3,77	1376,51	2,583	0,826	0,362	0,0000	0,1604	0,0703
2024	8907	5308	5202	0,736	3,83	1397,36	2,622	0,838	0,368	0,0000	0,1612	0,0706
2025	8996	5362	5255	0,740	3,89	1418,53	2,662	0,851	0,373	0,0000	0,1620	0,0710
2026	9087	5416	5308	0,743	3,95	1440,02	2,703	0,864	0,379	0,0000	0,1628	0,0714
2027	9179	5471	5361	0,747	4,01	1461,84	2,743	0,877	0,384	0,0000	0,1636	0,0717
2028	9272	5526	5415	0,751	4,07	1483,99	2,785	0,890	0,390	0,0000	0,1644	0,0721
2029	9365	5582	5470	0,755	4,13	1506,47	2,827	0,904	0,396	0,0000	0,1652	0,0724
2030	9460	5638	5525	0,758	4,19	1529,30	2,870	0,918	0,402	0,0000	0,1661	0,0728
2031	9556	5695	5581	0,762	4,25	1552,46	2,914	0,931	0,408	0,0000	0,1669	0,0732
2032	9652	5753	5638	0,766	4,32	1575,99	2,958	0,946	0,415	0,0000	0,1677	0,0735
2033	9750	5811	5695	0,770	4,38	1599,86	3,002	0,960	0,421	0,0000	0,1686	0,0739
2034	9848	5869	5752	0,774	4,45	1624,10	3,048	0,974	0,427	0,0000	0,1694	0,0743
2035	9948	5929	5810	0,777	4,52	1648,71	3,094	0,989	0,434	0,0000	0,1703	0,0746
2036	10048	5989	5869	0,781	4,59	1673,69	3,141	1,004	0,440	0,0000	0,1711	0,0750
2037	10149	6049	5928	0,785	4,65	1699,04	3,189	1,019	0,447	0,0000	0,1720	0,0754
2038	10252	6110	5988	0,789	4,73	1724,78	3,237	1,035	0,454	0,0000	0,1728	0,0758
2039	10356	6172	6048	0,793	4,80	1750,92	3,286	1,051	0,461	0,0000	0,1737	0,0761
2040	10460	6234	6110	0,797	4,87	1777,44	3,336	1,066	0,467	0,0000	0,1746	0,0765
2041	10566	6297	6171	0,801	4,94	1804,37	3,386	1,083	0,475	0,0000	0,1754	0,0769

APÊNDICE B - RELAÇÃO DOS PARÂMETROS E AS DEVIDAS EQUAÇÕES OU CONSIDERAÇÕES UTILIZADAS PARA SUA DETERMINAÇÃO.

Parâmetro	Equação ou Consideração Utilizada
População (hab.)	População no ano = População do ano anterior + (População do ano anterior * Taxa de Crescimento Populacional)
População Urbana (hab.)	População Urbana = População total * 0,596 (visto que 59,60% da população total é urbana)
População Atendida pela Coleta (hab.)	Pop. Atendida pela Coleta = População Urbana * 0,98 (visto que o serviço de coleta atende 98% da população)
Geração Per Capita (kg/hab.dia)	Geração Per Capita = Geração Per Capita no ano inicial (apresentada nos resultados deste trabalho, sendo 0,725) + (Geração Per Capita no ano inicial * Taxa de Crescimento de Geração Per Capita considerada)
Total de Resíduos Gerados (ton/dia)	Total de Resíduos Gerados = População Urbana * Geração Per Capita Obs.: o valor foi convertido para toneladas, sendo dividido por 1000.
Total de Resíduos Gerados (ton/ano)	Total de Resíduos Gerados = Total de Resíduos Gerados por dia * 365
Resíduos Recicláveis Secos (ton/dia)	Resíduo Reciclável Seco = Total de Resíduo Gerado * 0,685 (visto que o percentual de recicláveis secos encontrados foi de 68,5%)
Matéria Orgânica (ton/dia)	Resíduo de Matéria Orgânica = Total de Resíduo Gerado * 0,219 (visto que o percentual de matéria orgânica encontrado foi de 21,9%)
Outros (rejeitos) (ton/dia)	Outros (rejeitos) = Total de Resíduo Gerado * 0,096 (visto que o percentual de recicláveis secos encontrados foi de 9,6%)
Resíduos Recicláveis Secos Per Capita (kg/hab.dia)	Resíduo Reciclável Seco Per Capita = Geração Per Capita * 0,685
Resíduos de Matéria Orgânica Per Capita (kg/hab.dia)	Resíduo de Matéria Orgânica Per Capita = Geração Per Capita * 0,219
Outros (rejeitos) Per Capita (kg/hab.dia)	Outros (rejeitos) Per Capita = Geração Per Capita * 0,096