



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ELIFRAN DIAS MUNIZ

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO
MUNICÍPIO DE OLHO D'ÁGUA DO BORGES/RN, COM BASE NA UTILIZAÇÃO
DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE**

FORTALEZA/CE

2024

ELIFRAN DIAS MUNIZ

AVALIAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO
DE OLHO D'ÁGUA DO BORGES/RN, COM BASE NA UTILIZAÇÃO DE
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Recursos Hídricos. Área de concentração: Saneamento Ambiental.

Orientadora: Dra. Marisete Dantas de Aquino

FORTALEZA/CE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M935a Muniz, Elifran Dias.
Avaliação da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Olho d'Água do Borges, com Base na Utilização de Indicadores de Sustentabilidade / Elifran Dias Muniz. – 2024.
85 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Marisete Dantas de Aquino.
1. Indicadores de Sustentabilidade. 2. Resíduos Sólidos. 3. Gestão. 4. Olho d'Água do Borges. I. Título.
CDD 628
-

ELIFRAN DIAS MUNIZ

AVALIAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO
DE OLHO D'ÁGUA DO BORGES/RN, COM BASE NA UTILIZAÇÃO DE
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Recursos Hídricos. Área de concentração: Saneamento Ambiental.

Aprovada em: 06/03/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Marisete Dantas de Aquino (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Valquiria Melo Souza Correia
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Aos meus pais, Manoel Erivan e Francisca Dias, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos da minha vida e tornaram possível a busca por uma educação de qualidade, sempre com muita perseverança e integridade.

Além disso, dedico-o as pessoas queridas, cujo incentivo e consideração foram inestimáveis para me ajudar a concluir este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela coragem, tenacidade e saúde para conseguir elaborar este estudo mesmo com todas as adversidades.

Aos meus pais, Francisca Dias e Manoel Erivan, por tudo que fizeram por mim, inclusive me incentivando constantemente a usar a educação como principal meio de mudança de vida.

À Prof. Dra. Marisete Dantas, que serviu de referência profissional e prestou excelente orientação e auxílio durante o processo de desenvolvimento do trabalho.

À Erica Nunes e Rayssa Sales, minhas amigas, que contribuíram na construção desse projeto.

Aos demais amigos, que, mesmo sem ter ciência, cooperaram para meu processo ser mais divertido e leve.

À Prefeitura Municipal de Olho d'Água do Borges e a Senhora Prefeita Maria Helena, por sempre ser solícita e por toda colaboração com a pesquisa.

Aos demais professores da Universidade Federal do Ceará, que passaram conteúdos e ensinamentos que carregou comigo sempre.

À Universidade Federal do Ceará, pelos professores, colegas, amigos e demais pessoas, que tornaram minha experiência durante os anos de graduação e mestrado, as melhores possíveis, engrandecendo-me profissional e pessoalmente acima de tudo

RESUMO

Após a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, através da Lei Federal 12.305, de agosto de 2010, que tramitou no Congresso Nacional por quase 20 anos, alterando estruturas ultrapassadas e revisando abordagens anteriores tomadas pelo poder público para enfrentar a problemática dos resíduos sólidos, o assunto ganhou mais atenção. Antes disso, as cidades brasileiras tinham um modelo de gestão ineficaz, promovido pela falta de políticas públicas eficientes, o que ocasionava em altos gastos públicos e no alcance social limitado. Essa falta de gestão, ocasionou diversos efeitos negativos ao meio ambiente, a saúde pública e a questão social, no que diz respeito ao crescente número de pessoas que vivem na informalidade e que sobrevivem de trabalhar com os resíduos sólidos. O objetivo principal deste trabalho é avaliar a gestão de resíduos sólidos do município de Olho d'Água do Borges, por meio de um conjunto de indicadores de sustentabilidade e propor uma série de recomendações voltadas aos gestores municipais. Estas recomendações, poderão ser utilizadas pelos gestores como alternativas para desenvolver uma gestão municipal mais universal, conforme estabelece o marco legal brasileiro. Os resultados obtidos, comprovam que o Município de Olho d'Água do Borges, apresenta em sua maioria, tendências de gestão desfavorável ou muito desfavorável. Com vista a isso, o município deve buscar alternativas, que viabilizem o atendimento das exigências impostas pelas legislações, com atenção especial para o tratamento e disposição final dos resíduos, além da criação de políticas sociais que abranjam os atores envolvidos na cadeia de resíduos sólidos, promovendo desde a capacitação, a valorização e a garantia da qualidade de vida.

Palavras-chave: Indicadores de Sustentabilidade; Resíduos Sólidos; Gestão; Olho d'Água do Borges.

ABSTRACT - REFAZER

After the implementation of the National Solid Waste Policy, through Federal Law 12,305, of August 2010, which was processed in the National Congress for almost 20 years, changing outdated structures and reviewing previous approaches taken by public authorities to address the problem of solid waste, the subject gained more attention. Before that, Brazilian cities had an ineffective management model, promoted by the lack of efficient public policies, or which led to high public expenditures and without limited social reach. This lack of management has caused several negative effects on the environment, public health and social issues, with regard to the growing number of people living informally and surviving by working with solid waste. The main objective of this work is to evaluate solid waste management in the municipality of Olho d'Água do Borges, through a set of sustainability indicators and propose a series of specific recommendations to municipal managers. These recommendations can be used by managers as alternatives to develop more universal municipal management, as established in the Brazilian legal framework. The results obtained prove that the Municipality of Olho d'Água do Borges, for the most part, presents unfavorable or very unfavorable management trends. With this in mind, the municipality must seek alternatives that make it possible to meet the requirements imposed by legislation, with special attention to the treatment and final disposal of waste, in addition to the creation of social policies that cover the actors involved in the solid waste chain, promoting training, appreciation and guaranteeing quality of life.

Keywords: Sustainability Indicators; Solid Waste; Management; Olho D'Água do Borges.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da Gestão dos Resíduos Sólidos.....	21
Figura 2 - Modelo Convencional de Gestão de Resíduos Sólidos	22
Figura 3 - Modelo Compartilhado de Gestão de Resíduos Sólidos.....	23
Figura 4 - Fluxograma de classificação dos resíduos, frente a NBR 10004/2004.....	25
Figura 5 - Geração de RSU no Brasil (t/ano e kg/hab./ano) em 2022.....	30
Figura 6 - Participação das regiões na geração de RSU (%) em 2022.....	30
Figura 7 - Coleta de RSU no Brasil (t/ano e kg/hab/ano) em 2022.....	31
Figura 8 - Percentual de cobertura de coleta.	32
Figura 9 - Tipos de veículos disponíveis no mercado para transporte de resíduos.	33
Figura 10 - Mapa de localização do Município de Olho d'Água do Borges.....	41
Figura 11 - Localização do Antigo Lixão Municipal.	43
Figura 12 - Aterro Controlado Municipal.....	44
Figura 13 - Organograma da prefeitura Municipal de Olho d'Água de Borges.....	46
Figura 14 - Recipientes para descarte de RDO nas calçadas.....	49
Figura 15 - Lixeiras em Praças Públicas.	50
Figura 16 - Serviço de coleta domiciliar – carro compactador com funcionários.....	50
Figura 17 - Mapa de rotas e frequências do serviço de coleta domiciliar.	51
Figura 18 - Veículo compactador próprio de 10,8 toneladas usado para coleta domiciliar.	51
Figura 19 - Sede atual do Abatedouro Público Municipal.	52
Figura 20 - Nova edificação que funcionará o Abatedouro Público Municipal.....	53
Figura 21 - Resíduos de Construção Civil, depositados irregularmente em avenida pública. .	55
Figura 22 - Coletor de perfuro cortante (lixo especial) e coletor padrão.	56
Figura 23 - Espaço privado ao ar livre para armazenamento de resíduos médicos.....	57
Figura 24 - Localização do Aterro Controlado Municipal.	58
Figura 25 - Aterro com resíduos não recobertos e sem tratamento adequado.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução Populacional do Município de Olho d'Água do Borges/RN.	42
Tabela 2 - Quadro de funcionários que atuam nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos.	46
Tabela 3 - Receitas e despesas com os serviços de manejo de resíduos sólidos em 2022.	47
Tabela 4 - Levantamento do IQR - ano 2022.	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de resíduos sólidos quanto à origem.	26
Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens dos Aterros Sanitários.	34
Quadro 3 - Indicadores propostos por Polaz e Teixeira.	37
Quadro 4 - Indicadores de Sustentabilidade Avaliados.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ART.	Artigo
CEMPRE	Compromisso Empresaria para Reciclagem
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIMOP	Consortio Intermunicipal Multifinalitário dos Municípios do Oeste Potiguar
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
COPIRN	Consortio Público Intermunicipal do Rio Grande do Norte
D	Desfavorável
EPI	Equipamento de Proteção Individual
F	Favorável
FPM	Fundo de Participação dos Municípios
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GRS	Gestão de Resíduos Sólidos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEMA	Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte
IPT	Instituto de Pesquisa e Tecnologia
IQR	Índice de Qualidade de Aterro
MD	Muito Desfavorável
NBR	Norma Técnica Brasileira
OGM	Orçamento Geral do Município
PGRSS	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde
PIGRS	Plano Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos
PMODB	Prefeitura Municipal de Olho d'Água do Borges
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RDO	Resíduos Domiciliares

RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEMARH	Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SMISU	Secretaria Municipal de Infraestrutura e dos Serviços Urbanos
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SP	São Paulo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1.	Objetivos Geral	18
1.2.	Objetivos específicos	18
1.3.	Estrutura do trabalho	18
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1.	Gestão de Resíduos Sólidos	20
2.2.	Objetivos da Gestão e do Gerenciamento de Resíduos Sólidos	23
2.3.	Caracterização e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos	24
2.3.1.	<i>Classificação dos Resíduos Sólidos</i>	25
2.3.2.	<i>Gerenciamento dos Resíduos Sólidos</i>	28
2.3.1.1.	<i>Geração e Coleta</i>	29
2.3.1.2.	<i>Transporte e acondicionamento</i>	32
2.3.1.3.	<i>Disposição final</i>	34
2.3.1.4.	<i>Logística Reversa</i>	35
2.4.	Indicadores de Sustentabilidade para Gestão dos Resíduos Sólidos	36
3.	METODOLOGIA	39
3.1.	Caracterização do Município de Olho d'Água do Borges	41
3.2.	Caracterização histórica da área de disposição dos resíduos sólidos	42
4.	RESULTADOS	45
4.1.	Gestão e gerenciamento dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos do município de Olho d'Água do Borges	45
4.2.	Regulação, Fiscalização e Controle Social	47
4.3.	Informações Orçamentárias e Financeiras	47
4.4.	Análise da Situação Atual dos Sistemas de Limpeza Urbana e Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Município de Olho d'Água do Borges	48
4.4.1.	<i>Resíduos Sólidos Domésticos</i>	49
4.4.2.	<i>Resíduos de Estabelecimento Comercial</i>	52
4.4.3.	<i>Resíduos do Abatedouro Público</i>	52
4.4.4.	<i>Resíduos do Serviço de Limpeza Pública</i>	54
4.4.5.	<i>Resíduos de Construção e Demolição</i>	54
4.4.6.	<i>Resíduos do Serviço de Saúde</i>	56
4.4.7.	<i>Destinação Final dos Resíduos Sólidos do Município de Olho d'Água do Borges</i>	58

4.5.	Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR)	60
4.6.	Aplicação dos Indicadores de Sustentabilidade no Município de Olho d'Água do Borges	64
4.7.	Recomendação de Programas e Ações para Melhoria dos Indicadores de Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos.....	76
5.	CONCLUSÕES	79
	REFERÊNCIAS	81

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população e a mudança de seus hábitos ocorreu um aumento na produção de bens e serviços, que por sua vez, provocaram um aumento na quantidade de lixo, à medida que, são gerados e consumidos. Assim, segundo Moura, Roma e Junior (2016), os resíduos sólidos, quando não são coletados ou quando são depositados incorretamente, causam mudanças substanciais no meio ambiente, na sociedade e na economia sendo, atualmente, um dos maiores problemas do mundo.

Barros e Silveira (2019), relatam que a medida que a população aglomerada em cidades e o consumo cresceram, os problemas decorrentes do lixo eclodiram e tiveram que ser encarados e problematizados e, por conseguinte, soluções e ações surgiram em todas as localidades.

No início de 2007, a temática em questão foi abordada pela Lei de Saneamento Básico 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que definiu no Art. 7º o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos como sendo o conjunto das seguintes atividades:

- I. Coleta, transbordo e transporte dos resíduos doméstico e dos originários da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- II. Triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos doméstico e dos originários da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- III. Varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana (Brasil, 2007).

A mesma lei orienta que na busca pela universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, utilizados tanto mecanismos gerenciais, como econômicos, a prestação dos serviços deve atender a requisitos mínimos de qualidade, incluindo regularidade, continuidade e funcionalidade, que asseguram a recuperação dos custos dos serviços prestados (Brasil, 2007).

Após vinte anos de deliberação, o Congresso Nacional aprovou a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Marcando assim, o início de uma forte articulação institucional sobre a responsabilidade compartilhada, que envolvem os três entes federativos (União, Estados e Municípios) e os setores comerciais e da sociedade civil, com o objetivo de buscar soluções para os graves problemas causados pelo lixo, que comprometem a qualidade de vida das pessoas.

Desse modo, visando uma gestão integrada e ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, o Governo Federal adota uma série de princípios, objetivos, ferramentas, diretrizes, metas e ações, que são desenvolvidas de forma independente ou em colaboração com Estados, Distrito Federal, Municípios ou pessoas físicas, essas ações estão abrangidas na lei supracitada, e contemplam ações nas dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, além do controle social e sob o pressuposto do desenvolvimento sustentável.

Outra legislação que trata do assunto é a lei 14.026, de 15 de julho de 2020, conhecida como a Lei do Marco Legal do Saneamento Básico, que visa aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no país. Essa lei, em seu Art. 9º aborda que é de responsabilidade do titular dos serviços a utilização de indicadores, como forma de aferição dos resultados dos serviços prestados (Brasil, 2020).

Segundo Santo, Pinto e Lima (2020), a construção de indicadores, especificamente, para a gestão de RSU é de suma importância, pois fornece orientações essenciais para a tomada de decisões de variadas formas. Dessa maneira, o processo de elaboração dos indicadores deve ser participativo, o qual deve englobar os mais diferentes setores da sociedade, possibilitando, uma definição conjunta de objetivos e metas (Souza e Serra, 2019).

A principal característica de um indicador de sustentabilidade é a sua capacidade de sintetizar uma vasta série de dados e de combinar vários elementos da sustentabilidade que permitem verificar a qualidade de vida e as aspirações das pessoas. A capacidade de gestão e os resultados esperados de um sistema organizacional podem ser confirmados através da avaliação do seu desempenho utilizando tais indicadores, isto fornece informações que podem ser usadas para futuras intervenções, se necessário, sendo um dos objetivos principais da sua utilização a assistência à formulação de políticas públicas e à modificação do comportamento da população (Kemerich; Ritter; Borba, 2014).

Assim, a aplicação de índices e indicadores de sustentabilidade podem auxiliar a sociedade no diagnóstico, planejamento, avaliação e monitoramento das diversas fases e atividades da gestão dos RSU, sejam elas, no nível do controle social ou da tomada de decisões. Como resultado, a administração pública em colaboração com grupos sociais e outras partes interessadas, podem fazer uso deste índice como ferramenta de apoio para avaliar os sucessos e fracassos relacionados com a sustentabilidade, assim como também avaliar os investimentos realizados e desenvolver melhorias das políticas públicas existentes e a implantação de novas políticas.

O presente estudo propôs avaliar a aplicabilidade do Índice de Sustentabilidade da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no município de Olho d'Água do Borges/RN à luz do tema em questão, investigando a situação dos serviços de limpeza urbana, observando se os indicadores estão em conformidade com a legislação.

1.1. Objetivos Geral

Avaliar, por meio de indicadores de sustentabilidade, a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no âmbito do Município de Olho d'Água do Borges, servindo de parâmetro para realização em municípios de porte populacional e características semelhantes.

1.2. Objetivos específicos

- Analisar e caracterizar o sistema de gestão dos RSU do município Olho d'Água do Borges;
- Recomendar meios e estratégias da efetivação plena dos serviços de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, propondo melhorias e programas que permitam a efetivação da mesma;
- Propor recomendações que sirvam de base para o município e para outras localidades em situação análoga.

1.3. Estrutura do trabalho

O presente trabalho organiza-se em cinco capítulos. O primeiro, corresponde a introdução, onde é abordado a problematização de uma perspectiva abrangente, tendo em vista algumas legislações aplicadas e o estado atual da gestão dos resíduos sólidos urbanos.

No segundo, encontra-se o referencial teórico, onde são expostas bibliografias, publicações e informações. A Literatura sobre Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos foi revisada a fim de aplicar conceitos de campos de estudos com problemática semelhante ao que foi desenvolvido neste trabalho.

No tópico seguinte, discorre-se sobre a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, demonstrando os métodos e as informações que foram obtidas e que serviram para balizar os resultados.

O quarto, expõe os resultados obtidos na pesquisa e o quinto e último são formuladas conclusões e recomendações para serem aplicadas no processo de melhoria e que sirvam como norteadoras para a construção de uma política eficiente e sustentável.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Gestão de Resíduos Sólidos

O planejamento, a coleta, o transporte, o tratamento, a disposição final e o monitoramento de todos os tipos de resíduos sólidos produzidos pela sociedade, estão incluídos no conjunto de atividades e procedimentos conhecidos como gestão de resíduos sólidos. Seu principal objetivo é garantir que esses resíduos sejam gerenciados de forma segura e ética, minimizando quaisquer efeitos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública em geral.

O gerenciamento, composto por ações de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos (unidades de reciclagem, por exemplo) e disposição final adequada dos rejeitos (aterros sanitários, de inertes ou para rejeitos perigosos) são ações de responsabilidade dos geradores, que podem desenvolvê-las direta ou indiretamente (Ribeiro; Amaral, 2013, p. 42).

A lei 12.305/2010, estabelece em seu Art. 3º, inciso XI, a gestão integrada de resíduos sólidos, como sendo um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos, levando-se em conta diferentes dimensões, preconizando o desenvolvimento sustentável (Brasil, 2010).

A expressa definição da titularidade dos serviços de limpeza urbana pela Gerência de Resíduos Sólidos não pode ser contestada quanto à efeito da Política Nacional de Resíduos Sólidos. De acordo com o art. 10º, da lei 12.305:

Incumbe ao Distrito Federal e aos Municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, sem prejuízo das competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), bem como da responsabilidade do gerador pelo gerenciamento de resíduos, consoante o estabelecido nesta Lei (Brasil, 2010).

Essa gestão é fundamental para reduzir o material destinado para aterros e/ou queimadas, visando a promoção da reciclagem e da reutilização de recursos, controlando a contaminação ambiental e cumprindo as normas e regulamentos de proteção do meio-ambiente. Guadagnin; Selau e Cadorin (2018), tratam que a mesma, é um crescente desafio para a sociedade, em especial para a administração pública, em razão da quantidade e da diversidade de resíduos, do crescimento populacional e do consumo.

Nesta visão, tem-se que a geração de resíduos está associada aos hábitos de consumo de cada sociedade, estando diretamente relacionada ao poder econômico da

população, além de, com a maioria das pessoas habitando nas cidades e com o avanço mundial da indústria, provocando mudanças nos hábitos de consumo da população, a geração de resíduos sólidos possui diferentes facetas em termos de quantidade e diversidade (Ribeiro; Mendes, 2018).

Sendo assim, a implantação da gestão integrada de resíduos leva os governos, as empresas, os cidadãos e a sociedade em geral, a necessárias mudanças culturais e padrões comportamentais, face aos resíduos (Silva; Souza, 2018).

Corrêa *et al.* (2010), confirmam ainda que, o tratamento adequado dos resíduos sólidos abre espaço, para uma variedade de oportunidades e questionamentos dos mesmos. Sendo a reciclagem uma dessas oportunidades e direciona a população em geral e os gestores públicos, como os principais agentes de mudança nesta situação, onde devem procurar implementar políticas públicas eficazes e reunir grupos de todas as esferas.

Segundo Camões e Silva (2023), uma gestão adequada dos resíduos sólidos é imprescindível para evitar impactos negativos na saúde pública e no meio ambiente, além de promover o desenvolvimento sustentável e a economia circular.

O processo de gestão começa com a não geração, passando pela redução do consumo, reuso, reciclagem, além disso o material que não puder ser aproveitado nos processos anteriores, deve ser encaminhado para tratamento ou para a disposição final, devidamente adequada, conforme mostra a figura 01 (Ministério de Meio Ambiente, 2012).

Figura 1 - Estrutura da Gestão dos Resíduos Sólidos

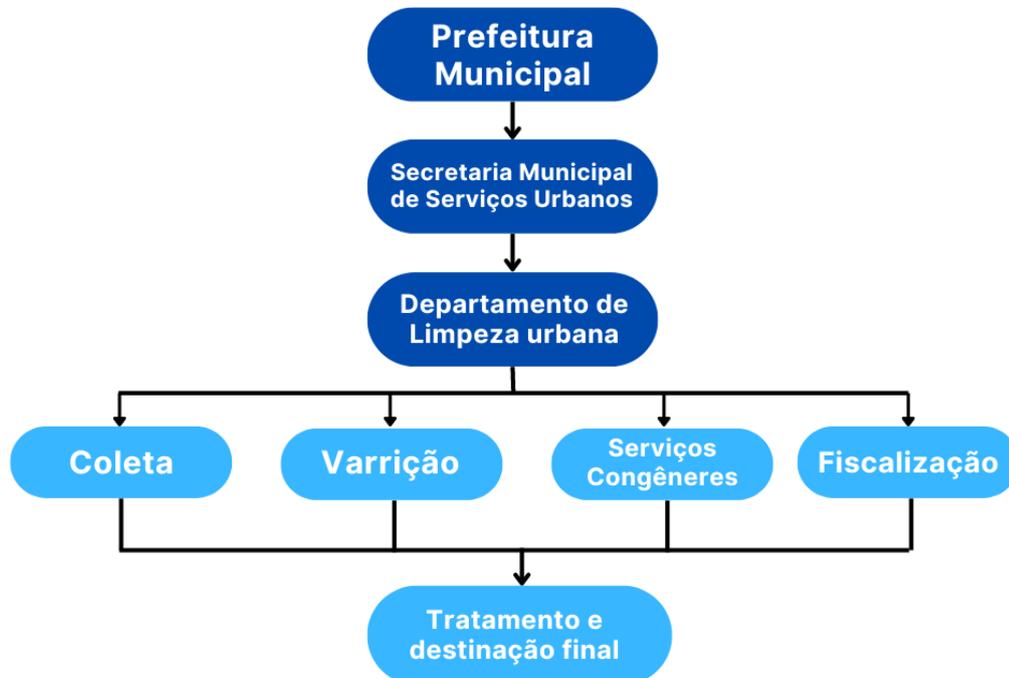


Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2012).

Segundo Colla (2018), os modelos de gestão de RSU, é a forma como se conduz politicamente a questão na busca das soluções para a temática, ou seja, é a decisão de qual arranjo institucional político-administrativo será adotado para promover a gestão integrada dos RSU

A seleção do modelo de gestão que melhor se adapta às demandas locais exige dos gestores uma análise diagnóstica prévia. Nessa perspectiva Colla (2018), aborda que existem dois tipos de modelos de gestão, um que o município é responsável por todas as etapas do processo e pelos custos do gerenciamento, e outro que é realizado de forma compartilhada, onde o tratamento e a disposição final, são executados por meio de convênios e/ou consórcios a Figura 02, exemplifica o modelo convencional.

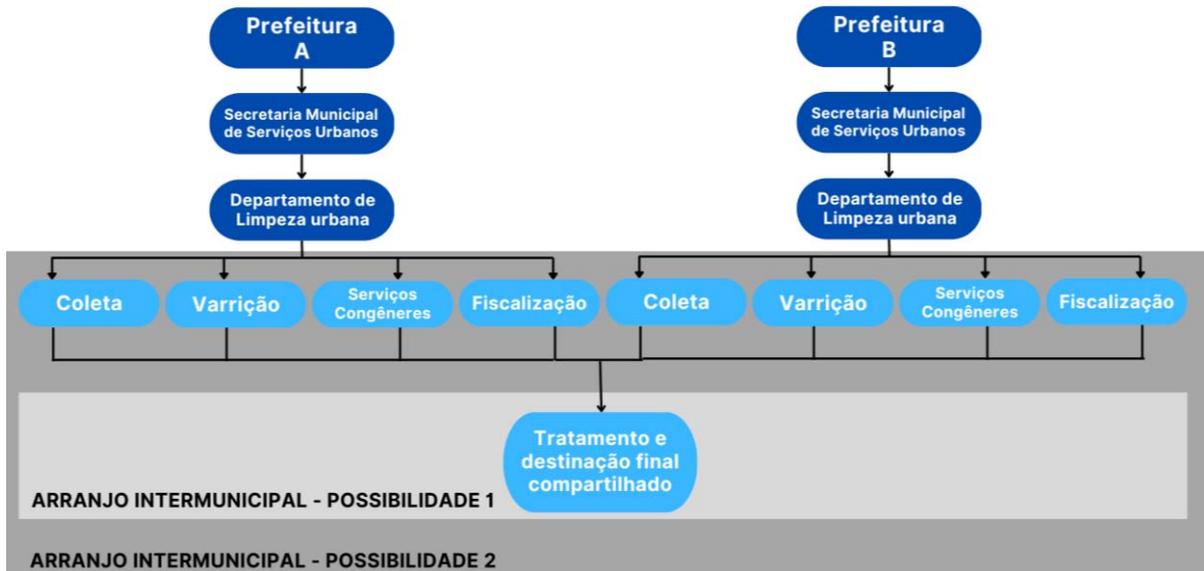
Figura 2 - Modelo Convencional de Gestão de Resíduos Sólidos



Fonte: Adaptado de Colla (2018).

O propósito desse modelo, denominado compartilhado ou consorciado, está no arranjo institucional do consórcio intermunicipal. Esse processo de gestão compartilhada, pode acontecer apenas na etapa do tratamento e destinação final dos RSU, conforme previsto no Arranjo Intermunicipal - possibilidade 1, ou pode ocorrer de forma conjunta, todo o sistema de gestão dos RSU, como destacado no Arranjo Intermunicipal - possibilidade 2, a Figura 03, demonstra o esquema.

Figura 3 - Modelo Compartilhado de Gestão de Resíduos Sólidos.



Fonte: Adaptado de Colla (2018).

É importante lembrar que a Lei Federal nº 12.305/2010, promove a criação de consórcios intermunicipais de resíduos. Isso indicava o pensamento do governo na época, de que, consórcios poderiam ser formados para serem a solução ou a saída para que a maioria dos municípios brasileiros pudesse adotar planos eficazes de gestão de resíduos sólidos. Mas a PNRS limitou-se a dar prioridade aos consórcios públicos, como forma de receber incentivos financeiros do governo federal, com fulcro a facilitar a descentralização e a prestação de serviços públicos relacionados com os resíduos sólidos (Duarte, 2023).

2.2. Objetivos da Gestão e do Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Segundo Lourenço, Barbosa e Cirne (2016), o principal objetivo da gestão de resíduos sólidos é proteger a saúde humana, o meio ambiente e preservar os recursos naturais.

Esses, geralmente são determinados via Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, documento que segundo Andrade (2014), é um compromisso da administração pública para a elaboração dos diagnósticos ambientais com parâmetros técnicos-científico e socioeconômico-ambiental das atividades antrópicas, na geração, manejo, tratamento e disposição final dos rejeitos originados pelas necessidades da população.

A ANVISA (2018), descreve o gerenciamento dos resíduos sólidos, como um agrupamento de procedimentos de gestão, planejados e implantados a partir de bases científicas, técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a geração de resíduos.

O Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do Superior Tribunal de Justiça apresenta os principais objetivos do gerenciamento desses resíduos:

- Estabelecer um manejo ambientalmente adequado e seguro dos resíduos desde a segregação até a disposição final;
- Incentivar a minimização dos resíduos mediante a aplicação dos 5Rs – repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar;
- Minimizar riscos e impactos ambientais;
- Reduzir custos de tratamento e disposição final dos resíduos;
- Reduzir acidentes de trabalho relacionados ao processo de trabalho;
- Incentivar o surgimento de uma nova visão e comportamento relativos aos problemas ambientais;
- Proporcionar o cumprimento das legislações vigentes, evitando infrações ambientais e sanções legais. (Superior Tribunal de Justiça, 2018).

Dados os efeitos generalizados da eliminação inadequada de lixo, a gestão de resíduos deve ser uma preocupação de todos, e, portanto, deve envolver todos os níveis da sociedade. Uma vez que, o uso indevido e o descarte incorreto desses resíduos, podem favorecer a disseminação de mazelas de caráter econômico-social-ambiental.

2.3. Caracterização e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos

De acordo com a Lei nº 12.305/2010, em seu Art. 3º, inciso XVI, compreende-se por resíduos sólidos:

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

Dessa forma, observa-se que o termo ‘resíduo sólido’ é mais, comumente, encontrado na linguagem acadêmica ou no meio técnico, sendo o termo ‘lixo’ mais empregado na linguagem coloquial. Assim, neste estudo, optamos pelo termo resíduo sólido, em adequação com o que é disposto pela lei 12305, (Brasil, 2010).

Fiore (2013), menciona que no Brasil, grande parte das definições da expressão resíduos sólidos especifica elementos comuns como o agente gerador, as atividades de geração, as condições, as características e estado físico da matéria.

2.3.1. Classificação dos Resíduos Sólidos

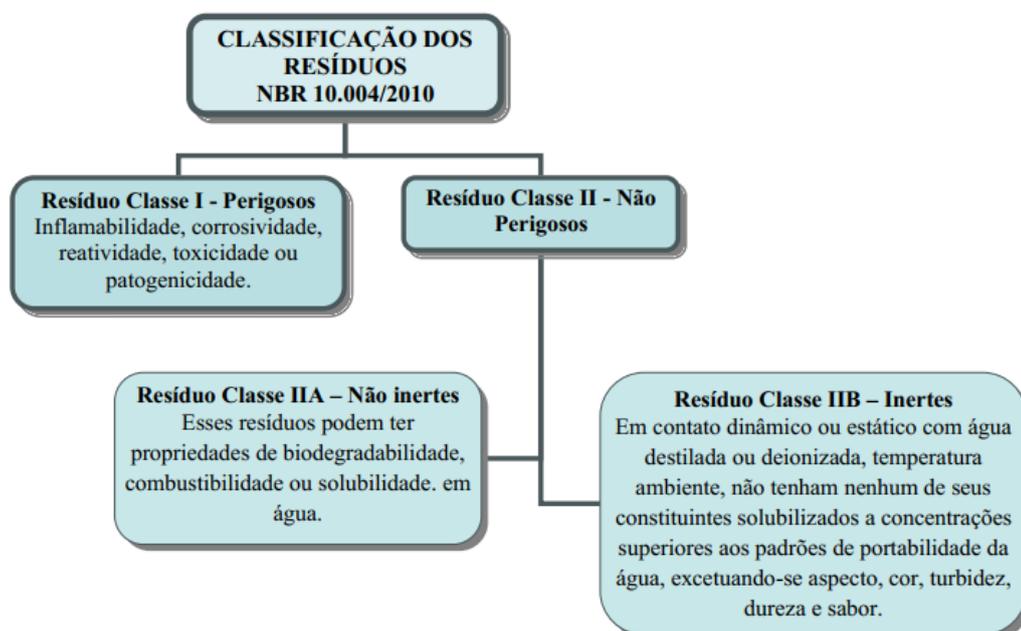
A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 10004/2004, define resíduos sólido como sendo:

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

De acordo com suas potenciais ameaças ao meio ambiente e à saúde pública, é que os resíduos sólidos são categorizados, levando-se em consideração o que é preconizado na NBR 10004/2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Desse modo, tal classificação, simplifica a gestão dos RSU e os divide em duas categorias sendo: (a) Classe I (Perigosos), para resíduos que podem representar risco ao meio ambiente e à saúde pública e (b) Classe II (Não Perigosos), que se subdivide ainda em IIA (resíduos que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I - Resíduos perigosos ou Classe IIB) e IIB (resíduos que, quando submetidos a determinadas condições, não solubilizam nenhum de seus constituintes na concentração).

A Figura 04, apresenta um fluxograma resumido de como é a classificação via a NBR supracitada.

Figura 4 - Fluxograma de classificação dos resíduos, frente a NBR 10004/2004.



Fonte: Colla (2018).

É importante salientar que para a classificação dos Resíduos Sólidos de acordo com o previsto na Lei 12305/2010, em seu art. 13º:

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”. (Brasil, 2010).

Fiore (2013), apresenta o quadro 01, onde a autora traz a classificação dos resíduos de forma mais sistêmica, levando em consideração seus geradores.

Quadro 1 - Classificação de resíduos sólidos quanto à origem.

Fontes Geradoras de Resíduos	Definição
Domiciliares	Aqueles originados em atividades diárias de residências urbanas. Ficam excluídos desta classificação os resíduos gerados em assistências a saúde e os de construção civil.
Comerciais	Originários de estabelecimentos de comércio e de serviços. Em geral, os materiais que os compõe são semelhantes aqueles verificados nas residências, no entanto, seu volume e composição gravimétrica variam em função da atividade. A PNRS renomeou à categoria como: “estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços”.

Quadro 1 - Classificação de resíduos sólidos quanto à origem - Continuação.

Fontes Geradoras de Resíduos	Definição
Públicos	Provenientes da limpeza e manutenção de áreas públicas urbanas, nos serviços de varrição, poda, capina, desobstrução de redes pluviais etc. A PNRS dividiu esta categoria em: “limpeza urbana” e “serviços de saneamento básico”.
Urbanos	Somatória dos resíduos domiciliares, comerciais e de limpeza pública gerados na área urbana. Esta classe de resíduos é largamente utilizada para identificar os resíduos cuja responsabilidade de gerenciamento compete ao poder público municipal. A PNRS retirou desta categoria os resíduos comerciais, entretanto, deixou aberta a possibilidade de equiparação destes com os resíduos domiciliares.
Industriais	Oriundos de processos produtivos e de instalações industriais. Inclui os gerados durante a pesquisa e transformação de matérias, mineração, extração, montagem ou manipulação de produtos e atividades de apoio associadas. A PNRS retirou desta categoria os resíduos de mineração (atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios) e, para estes, criou uma nova classe.
Serviços de Saúde	Aqueles gerados na prestação de serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive em domicílios, farmácias, laboratórios de pesquisa, em atividades de pós-vida e em barreiras sanitárias.
Atividades Rurais	Aqueles gerados pela agropecuária, inclusive os restos de insumos da atividade. A PNRS incluiu nesta categoria os resíduos de silvicultura e renomeou a classe como agrossilvopastoris.
Construção civil	Os resíduos gerados por construções, reformas, reparos, demolições e preparação de terrenos.
Especiais	Aqueles que requerem procedimentos diferenciados para o manejo e a disposição final. Exemplo: os resíduos provenientes de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, postos de fronteira e estruturas similares. A PNRS nomeou a categoria como “serviços de transporte”

Fonte: Fiore (2013).

Existem várias classificações para os resíduos sólidos, Braga *et al.* (2010) relata que não existe um padrão de classificação ideal, pois os métodos de classificação mais populares levam em consideração a origem, a composição química e a periculosidade dos itens. Nessa direção, existem fatores que podem afetar as análises relativas à classificação e quantificação de resíduos sólidos, incluindo fatores socioeconômicos que tocam a população que os gera; fatores culturais, que influenciam o consumo e a preocupação ambiental e fatores relacionados com o clima e características geográficas como a geomorfologia.

É importante compreender, que as características sócio espaciais da cidade, são fundamentais para a gestão dos resíduos sólidos urbanos. Barros (2013), explica que para decidir as etapas e os rumos da gestão é necessário levantar as características dos resíduos produzidos, sendo elas físicas (quantidade por pessoa, peso, teor de umidade e outros), químicas (relação carbono/nitrogênio, acidez, nutriente e outros) e biológicas (microbiologia, decomposição orgânica e gases produzidos).

Desta forma, os responsáveis pela gestão deverão implementar as técnicas mais eficazes de coleta, transporte, armazenamento e manuseio desses materiais até a sua correta disposição final. Além disso, é fundamental atentar para a origem desses recursos para que se estabeleça a devida responsabilidade nas etapas que serão formadas no processo de gestão, nas diversas esferas, inclusive municipal, estadual e federal.

2.3.2. Gerenciamento dos Resíduos Sólidos

O gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos é um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, que uma administração pública municipal desenvolve para coletar, segregar, tratar e dispor o “lixo” de sua cidade (CEMPRE, 2018), respeitando e seguindo critérios sanitários, ambientais e econômicos para tratar e dispor os resíduos de seus municípios. Desse modo, a gestão de resíduos urbanos engloba uma série de técnicas e etapas (Silva, 2021).

A gestão de resíduos exige a aplicação de metodologias adequadas, juntamente com fatores geográficos e políticos, planejamento local e regional, aspectos sociológicos e princípios democráticos. Neste contexto, para atender às necessidades e as condicionalidades locais de cada município, torna-se imprescindível a adoção de uma gestão integrada de resíduos sólidos, que envolva a utilização de aspectos institucionais, administrativos, financeiros, ambientais,

sociais e técnico-operacionais, servindo de ferramenta importante quando combinada com a administração pública (Silva, 2021).

Então, levando-se em consideração os fatores supracitados, temos que no Brasil, os modelos de gestão de resíduos sólidos mais utilizados são os convencionais e acontecem na maioria das cidades, englobando a prefeitura municipal e a secretaria municipal responsável pelo serviço de limpeza urbana (coleta, varrição e destino final dos resíduos) (Schmitz, 2012, p. 22).

O sistema operacional da gestão de resíduos sólidos consiste nos seguintes serviços:

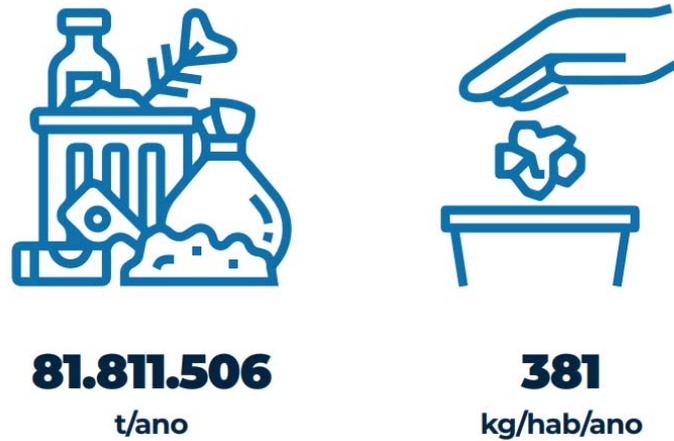
2.3.1.1. Geração e Coleta

Para a definição desses serviços, observamos os conceitos da Norma Brasileira NBR 12980/1993, que descreve as etapas dessas operações e indica os diversos tipos de coleta e métodos incluídos nestas fases. A mesma, define a geração como sendo a transformação de material utilizável em resíduo (ABNT, 1993).

A medida que a imunização da população contra a COVID-19 avançou e a maioria das atividades foram retomadas presencialmente e, por conseguinte a alteração na dinâmica social de forma significativa, que impactou diretamente nos serviços prestados de limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos. Além disso, o modelo de trabalho híbrido começou a ser aplicado numa escala mais ampla, o que resultou numa variedade de locais de eliminação de resíduos, mas também fez com que as famílias continuassem a gerar quantidades significativas dos mesmos.

Anualmente, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e de Resíduos Especiais - ABRELPE, lança um panorama da situação dos resíduos sólidos no Brasil. O conteúdo produzido em 2022, apresenta, conforme figura 05, a quantidade de resíduos sólidos geradas no ano em questão.

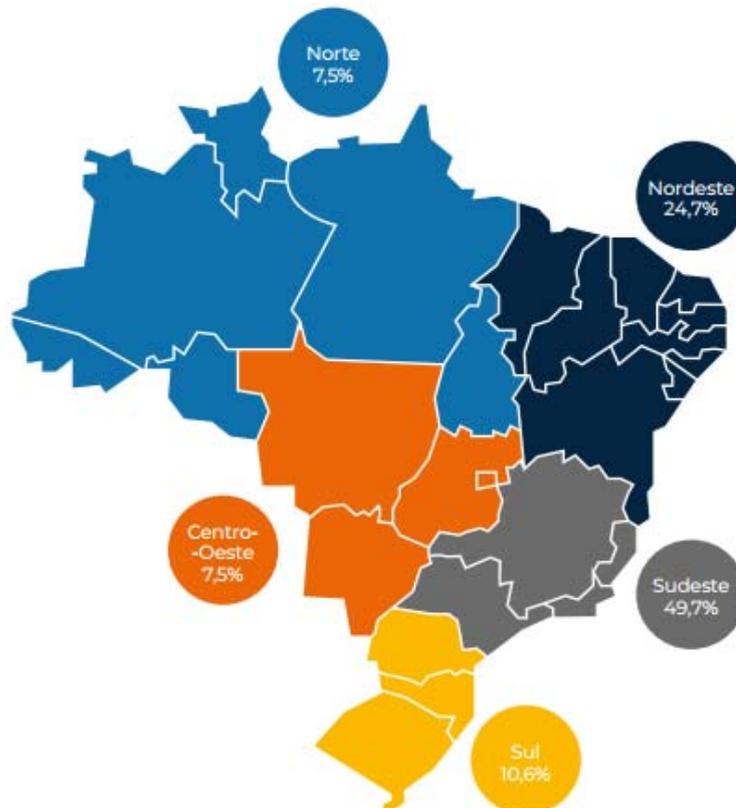
Figura 5 - Geração de RSU no Brasil (t/ano e kg/hab./ano) em 2022.



Fonte: ABRELPE (2022).

A ABRELPE (2022), ainda diz que, regionalmente, a região com maior geração de resíduos, continua sendo o Sudeste com aproximadamente 111 mil toneladas diárias (aproximadamente 50% da geração do país) e uma média de 450 kg/hab./ano, a figura 06, mostra a contribuição de geração por região do país.

Figura 6 - Participação das regiões na geração de RSU (%) em 2022.



Fonte: ABRELPE (2022).

A NBR 12980/1993, ainda define a coleta como sendo o ato de recolher e transportar resíduos sólidos de qualquer natureza, utilizando veículos e equipamentos apropriados para tal fim (ABNT, 1993).

De acordo com a CEMPRE (2018), a coleta do lixo e o seu transporte para áreas de tratamento ou destinação final são ações do serviço público municipal, de grande visibilidade para a população, que impedem o desenvolvimento de vetores transmissores de doenças que encontram alimento e abrigo no lixo.

A coleta, normalmente segue uma programação e pode ser realizada nos mais diversos turnos do dia, essa programação é feita com base na necessidade, sempre levando em consideração as particularidades de cada região do município.

A ABRELPE (2022), nos mostra que em 2022 o país registrou um total de 76,1 milhões de toneladas coletadas, sendo a quantidade coletada por habitante/ano o valor de 354kg, conforme mostra a figura 07.

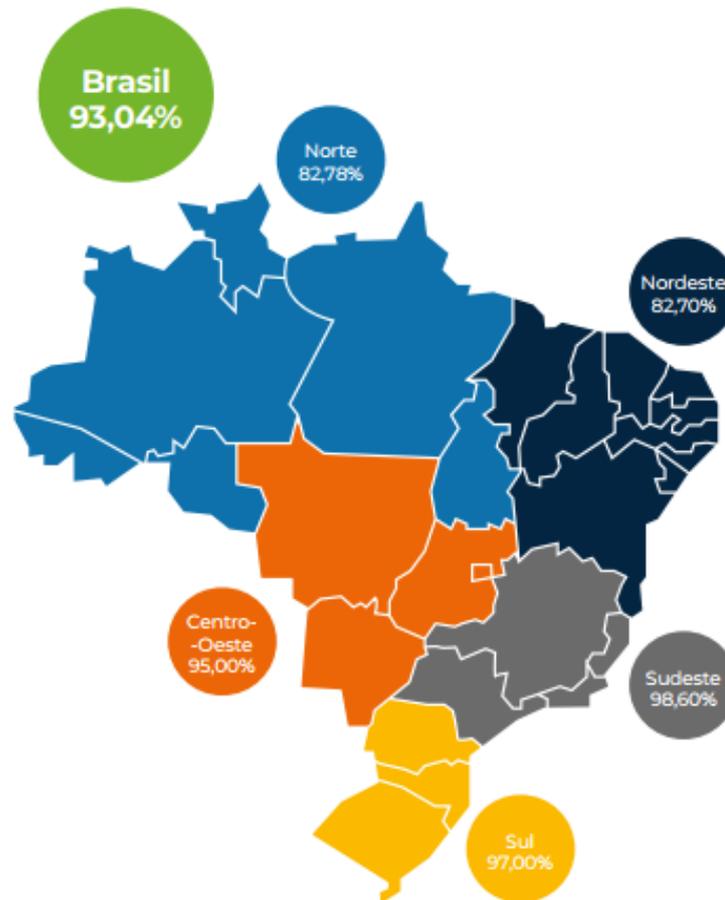
Figura 7 - Coleta de RSU no Brasil (t/ano e kg/hab./ano) em 2022.



Fonte: ABRELPE (2022).

A ABRELPE (2022), ainda ressaltar que, as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste já alcançaram índice de cobertura de coleta superior à média nacional, mas que as regiões Norte e Nordeste ainda apresentam índices que se aproximam de 83%, deixando boa parte da população sem acesso aos serviços, conforme podemos observar na figura 08.

Figura 8 - Percentual de cobertura de coleta.



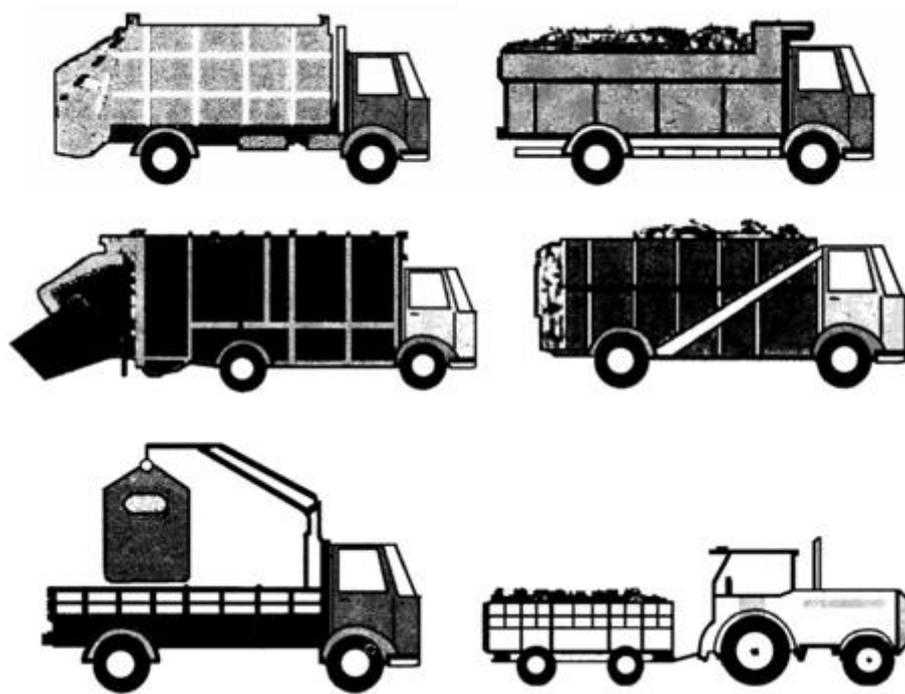
Fonte: ABRELPE (2022).

2.3.1.2. Transporte e acondicionamento.

Para realização do transporte dos resíduos, é imprescindível que um determinado número de veículos esteja disponível como parte do sistema de gerenciamento, que é responsável por movimentar os resíduos desde o ponto de origem até o ponto de tratamento e/ou disposição final.

Se faz necessária a utilização de veículos e equipamentos adequados, que cumpram as normas especificadas e que sejam eficazes. Para melhorar o desempenho do serviço e concentrar-se de forma geral naqueles que podem ser mais úteis, é necessário analisar cuidadosamente os modelos de veículos e equipamentos, sendo mais utilizados aqueles conhecidos como veículos coletores, que estão atualmente disponíveis no mercado, conforme a figura 09.

Figura 9 - Tipos de veículos disponíveis no mercado para transporte de resíduos.



Fonte: Adaptado de CEMPRE (2018).

Segundo CEMPRE (2018), o planejamento do transporte é feito inicialmente rota por rota e que é necessário determinar as condições de operação e os custos para a situação atual, ele ainda aborda que é necessário conhecer os seguintes elementos para o planejamento do transporte:

Fluxos nas diversas ligações da rede; nível de serviço atual; nível de serviço desejado; características ou parâmetros sobre a carga; tipos de equipamento disponíveis e suas características (capacidade, fabricante, etc.). E no que se refere às características ou parâmetros de carga, os principais elementos a considerar são: peso e volume; densidade média; dimensões da carga; dimensões do veículo; nível de periculosidade; estado físico e compatibilidade das cargas (por exemplo, a coleta do lixo de serviços de saúde deve ser separada do lixo domiciliar) (CEMPRE, 2018, p. 43).

Para permitir o transporte de forma eficiente, os geradores de resíduos, acondicionam os mesmos com a finalidade de possibilitar qualidade e agilidade. A Copel Pura Energia (2021), define o acondicionamento como sendo o ato de depositar os resíduos nos recipientes designados e apropriados para cada um, de acordo com suas características e possibilidade de reaproveitamento, tratamento ou destino para reciclagem.

Mancini (2022), ainda discorre que embora a responsabilidade pelo acondicionamento seja do gerador, a municipalidade deve assegurar as condições sanitárias e operacionais adequadas por meio de regulamentos, educação ambiental e fiscalização.

Segundo a FUNASA (2019), os recipientes acondicionantes podem ser de vários formatos e de vários materiais (metal, plástico ou borracha), desde que atendam as condições sanitárias e tenham capacidade de armazenamento e manipulação que atendam a demanda da coleta. O acondicionamento em sacos plásticos é o ideal do ponto de vista sanitário e de agilizar a coleta, pois são recipientes sem retorno, porém apresentam dois aspectos desfavoráveis, a fragilidade e o custo elevado.

2.3.1.3. Disposição final

Vários resíduos necessitam de tratamento antes de sua destinação final, a PNRS, desaconselha a incineração, salvo em casos de aproveitamento energético. Muitos municípios não seguem as orientações da legislação e ainda depositam seus resíduos de forma inadequada, em lixões municipais e/ou aterros controlados, que não possuem os devidos cuidados com o meio ambiente.

De acordo com a FUNASA (2020), os aterros sanitários são a única forma de disposição final de rejeitos admitida pela legislação brasileira (Leis nº 11.445/2007 e 12.305/2010) e regulamentada por órgãos como o CONAMA e a ANBT.

O Governo de SP (2014), destaca que os aterros sanitários apresentam uma série de vantagens e desvantagens em comparativo a outras formas de destinação de resíduos sólidos, a quadro 02, demonstra isso.

Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens dos Aterros Sanitários.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Custo de investimento é muito menor que o requerido por outras formas de tratamento de resíduos.	Não trata os resíduos, consistindo em uma forma de armazenamento no solo.
Custo de operação muito menor que o requerido pelas instalações de tratamento de resíduos.	Requer áreas cada vez maiores.
Apresenta poucos rejeitos ou refugos a serem tratados em outras instalações.	A operação sofre ação das condições climáticas.

Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens dos Aterros Sanitários - Continuação.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Simplicidade operacional.	Apresenta risco de contaminação do solo e da água subterrânea.
Flexibilidade operacional, sendo capaz de operar bem mesmo ocorrendo flutuações nas quantidades de resíduos a serem aterradas.	

Fonte: Adaptado de Governo de SP (2014).

Cabe ressaltar que, esse tipo de disposição final só deve ser utilizado para resíduos sem aproveitamento, ou seja, apenas nas situações em que não haja outra opção de tratamento ou utilização, como reciclagem, compostagem, reaproveitamento e outros.

2.3.1.4. Logística reversa

De acordo com as diretrizes de gerenciamento de resíduos perigosos, os importadores, distribuidores e comerciantes de agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, bem como de outros produtos cuja embalagem após o uso constitua resíduos perigosos tais como empresas de pneus, lubrificantes e suas embalagens, lâmpadas fluorescentes, de luz mista, de vapor de sódio ou de vapor de mercúrio, baterias e componentes eletrônicos, entre outros, são obrigados a estruturar e implantar sistemas de logística reversa. Isso está previsto no artigo 33º da Lei 12.305/2010. Portanto, cabe ao município fiscalizar e no caso do descumprimento deverá cobrar uma multa, com a finalidade de garantir o cumprimento da lei.

É fundamental difundir que a responsabilidade pelo ciclo de vida desses produtos, deve ser compartilhada, o que inclui produtores, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e os responsáveis pelos serviços públicos de limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos.

Todos são responsáveis devem apresentar um plano de manejo adequado dos materiais, utilizando tecnologias eficientes e processos, que busquem a participação social em seu desenvolvimento, na criação de campanhas educativas e de conscientização dos consumidores, além de fiscalizar a execução das etapas de logística reversa.

2.4. Indicadores de Sustentabilidade para Gestão dos Resíduos Sólidos

Os indicadores de sustentabilidade são ferramentas úteis na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU). Eles podem contribuir com o diagnóstico do estado dos RSU em uma área específica e procurar maneiras de melhorá-los para que sejam mais eficientes, em termos de desempenho, sustentabilidade e eficiência (Pereira; Curi; Curi, 2018).

Milanez (2002), discorre que o problema dos resíduos sólidos e da sustentabilidade estão intimamente relacionados. O mesmo destaca que o sistema contém componentes sociais e econômicos pertinentes, além da sua dimensão ambiental. O autor elaborou um conjunto de indicadores que poderiam representar e diagnosticar problemas relacionados aos RSU devido a uma série de fatores, incluindo a dificuldade na coleta de dados neste campo, a falta de mão de obra e financiamento, a crescente população de aterros sanitários do país e a escassez de literatura especializada em gestão.

Os indicadores de sustentabilidade são uma ferramenta de gestão utilizada pelos gestores públicos para organizar dados, identificar metas e melhorias, identificar tendências de desenvolvimento, criar políticas públicas, agilizar o processo de pesquisa e criação de relatórios e permitir comparações com outros municípios ou regiões.

Polaz (2008), comenta que a escolha dos indicadores faz parte de um processo interativo, que por vezes fica restrito à disponibilidade de informações referentes ao fenômeno observado. Como resultado, é mais interessante trabalhar com um número limitado de indicadores baseados em fontes de dados confiáveis, do que com um grande número de indicadores que, embora potencialmente fascinantes, se tornam inviáveis devido à falta de informações concretas. Mais tarde, à medida que a informação avança, mais indicações poderão ser introduzidas com base nos requisitos.

Em relação à acessibilidade à informação, é essencial diferenciar entre a falta de dados e os desafios associados à sua obtenção. De modo geral, os dados existem, mesmo nas instituições menos organizadas, o problema então seria, os procedimentos necessários para adquiri-los.

Baseado nos indicadores de Milanez (2002), Polaz e Teixeira (2009) apresentaram 15 indicadores, que foram divididos em cinco categorias: ambientais, sociais, políticos, econômicos e culturais, conforme quadro 03.

Quadro 3 - Indicadores propostos por Polaz e Teixeira.

DIMENSÕES	INDICADORES
1. DIMENSÃO AMBIENTAL/ECOLÓGICA	(1) Quantidade de ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados
	(2) Grau de recuperação dos passivos ambientais
	(3) Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU
	(4) Grau de recuperação dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público
2. DIMENSÃO ECONÔMICA	(5) Grau de autofinanciamento da gestão pública de RSU
3. DIMENSÃO SOCIAL	(6) Grau de disponibilização dos serviços públicos de RSU à população
	(7) Grau de abrangência de políticas públicas de apoio ou orientação às pessoas que atuam com RSU
4. DIMENSÃO POLÍTICA/INSTITUCIONAL	(8) Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal
	(9) Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU
	(10) Quantidade de ações fiscalizatórias relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal
	(11) Grau de execução do Plano Municipal de RSU vigente
5. DIMENSÃO CULTURAL	(12) Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população
	(13) Variação da geração <i>per capita</i> de RSU
	(14) Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da gestão de RSU
	(15) Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU

Fonte: Polaz e Teixeira, 2009.

Os indicadores de Polaz e Teixeira (2009), podem apresentar três tipos de tendência, sendo elas: (a) muito desfavorável; (b) desfavorável e (c) favorável, esquema baseado na escala *Likert*. A metodologia apresentada pelos autores, foi criada e implementada no sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) de São Carlos, município de São Paulo.

Santiago e Dias (2012), também criaram uma matriz de indicadores de sustentabilidade, que leva em consideração seis dimensões, sendo elas: política, tecnológica, econômico/financeira, ecológica/ambiental, conhecimento e da inclusão social, onde estão divididos 42 indicadores, que podem receber notas de 0 a 5.

Existe também o Índice de Condições de Gestão de Resíduos Atualizados, que foi formulado por Dantas (2008) e atualizado por Mendez (2017). Esse sistema de avaliação, é composto por 40 indicadores, que avaliam o sistema integrado de gestão conforme as características do sistema, o planejamento do mesmo e suas condições operacionais, e por 22 indicadores que avaliam o alinhamento da gestão à PNRS e à evolução do manejo de resíduos sólidos, considerando as novas tecnologias (Souto; Lopes, 2019).

Apesar do uso de indicadores operacionais para diagnóstico e acompanhamento das operações de coleta, transporte, tratamento e disposição final ser uma prática antiga das prefeituras e prestadoras de serviços, o desenvolvimento e aplicação de indicadores de sustentabilidade para esse mesmo fim é uma estratégia recente e ainda pouco explorada dentro do setor. Por isso, ao investir no estudo de indicadores que evidenciem os pontos frágeis da gestão adotada para os RSU, espera-se contribuir para

novas reflexões, discussões e reformulações de políticas públicas que coloquem em evidência o ideário da sustentabilidade. (Polaz; Teixeira, 2008).

A utilização de indicadores para serviços públicos de limpeza urbana e gerenciamento de resíduos sólidos, é prevista nos termos do art. 19, inciso VI, da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Tal processo permite a definição de programas e atividades através da utilização de indicadores como ferramenta de gestão.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho, foi executado na modalidade de estudo de caso, que Gil (2017), define como sendo um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos casos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento. O mesmo é caracterizado por fazer uso do método qualitativo, com enfoque territorial. Segundo Ortega e Silva (2017), é necessário que os pesquisadores estejam diretamente envolvidos e/ou incrustados no objeto de estudo, para que possam entender, descrever e explicar os fenômenos socioeconômicos “desde dentro”.

Para realização deste estudo, utilizamos o modelo exploratório, que consiste em investigações de pesquisa empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno e clarificar conceitos (Marconi; Lakatos, 2017).

Com o objetivo de embasar teórico-cientificamente a presente pesquisa, que trata sobre temas do desenvolvimento sustentável, da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e dos resíduos sólidos urbanos (RSU), foi realizado um estudo de revisão de bibliografia especializada. Para tal, a revisão foi feita com o emprego de livros, artigos científicos, teses, dissertações e periódicos de base técnica científica em busca de conteúdos relevantes. Além disso, utilizou-se também, leis existentes e iniciativas regionais e nacionais eficazes que podem ser modificadas para atender às necessidades do município.

Para citar os principais estudos pertinentes à investigação, foi realizado um levantamento bibliográfico on-line por meio de publicações acessíveis em bases de dados eletrônicas que indexam a literatura técnico-científica, como Google Acadêmico, Periódicos Capes e Scielo.

Além das pesquisas bibliográficas, foram realizados estudos de campos, que foram divididos em três etapas: (a) observação direta do cenário geral de resíduos sólidos em que o município se encontra; (b) participação de audiências públicas, reuniões e conferências municipais de saneamento e (c) análise documental, por meio de leis municipais, planos de gestão de resíduos sólidos e relatórios gerenciais, disponibilizados por representantes da gestão municipal. Diante disso, a sistemática empregada na observação teve como objetivo averiguar os seguintes detalhes: localização do aterro e suas características, existência de coletores de materiais recicláveis, tipo e volume de lixo sólido, logística da coleta, transporte,

acondicionamento e destinação final, legislações aplicadas, estruturação da gestão municipal e passivos ambientais.

Para avaliar a gestão dos resíduos, foi realizada uma observação direta do contexto geral no município de Olho d'Água do Borges, durante o período de dois meses, analisando os dados disponibilizados pela gestão e confrontando com o dia-a-dia onde foram efetuados registros fotográficos para caracterizar e descrever as condições atuais de gestão de resíduos.

Foram realizadas quatro visitas a prefeitura municipal com o objetivo de junto a prefeita, ao secretário municipal de infraestrutura e dos serviços urbanos e aos técnicos da Prefeitura Municipal, de coletar informações públicas de caráter quantitativas e qualitativas sobre os resíduos sólidos do município, por meio de documentos da administração, aferindo a perspectiva administrativa sobre as questões de resíduos e práticas de gestão vinculadas a determinadas leis federais, estaduais e locais para a administração, controle, coleta e destinação final desses resíduos sólidos.

A Prefeitura Municipal de Olho d'Água do Borges, apresentou documentos das ações executadas pela gestão, apresentou também o relatório anual dos resíduos sólidos, o orçamento geral do município, bem como, os formulários que foram inseridos no Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, para o ano base de 2022 e outros documentos importantes. Nessa fase ainda, aconteceu a participação em audiências públicas e reuniões dos consórcios que também forneceram informações importantes, como o plano intermunicipal de resíduos sólidos.

E a última fase, consiste na análise e tratamento dos materiais que foram levantados, por meio de interpretações e considerações de forma a retratar os processos relacionados à gestão de resíduos sólidos do município supracitado. Como afirma Minayo (2002, p. 26), o tratamento do material leva à teorização sobre os dados, produzindo o confronto entre aquilo para que a pesquisa de campo dá uma contribuição singular e a abordagem teórica anterior.

Após a conclusão dos procedimentos metodológicos, foi realizada uma comparação entre os resultados da pesquisa e as recomendações da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e das demais legislações em vigor e formuladas sugestões de políticas públicas e ações à serem implementadas pela gestão municipal.

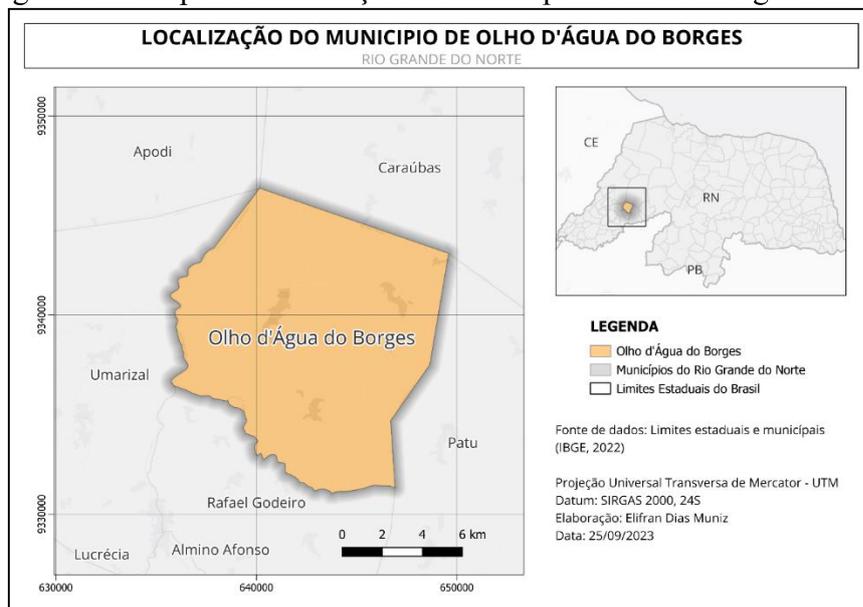
3.1. Caracterização do Município de Olho d'Água do Borges.

O município de Olho d'Água do Borges, está localizado na mesorregião do Oeste Potiguar, compondo o território de cidadania Sertão do Apodi. O município, tem uma altitude média de 164 metros e está localizado nas coordenadas 05°57'21,6" de latitude sul e 37°42'21,6" de longitude oeste. O mesmo fica a cerca de 347 km da capital e pode ser acessado por meio das rodovias estaduais RN-117 e RN-078.

Segundo Barros (2013), o município deu início ao seu povoamento no primeiro quartel do século XIX, através do cidadão Joaquim Borges da Siqueira, que aforou uma porção de terra, naquele tempo chamada de sesmarias. O autor ainda relata que essas terras foram vendidas a um outro cidadão, por nome de Manoel Barros de Lima que difundiu ainda mais o povoamento. No ano de 1929, a localidade foi elevada a povoado, já no ano de 1938, o povoado virou distrito por meio do decreto estadual 603/1938. Em 1963, por força da lei estadual 2.998/1963, o distrito foi elevado à categoria de município.

Segundo o IBGE (2022), o município atualmente conta com uma população de 3.905 habitantes e densidade demográfica de 27,66 pessoas por km², o território do município é de 141,17km², o que o classifica como o 115º em tamanho, entre os 167 municípios que compõem o estado do RN. É integrante da Microrregião de Umarizal e o mesmo faz divisa com os municípios de Rafael Godeiro, Caraúbas, Umarizal, Patu e Apodi, a figura 10, apresenta o mapa do município.

Figura 10 - Mapa de localização do Município de Olho d'Água do Borges.



Fonte: Autor, 2023.

Devido à falta de empregos, bem como dos investimentos industriais e dos polos habitacionais, o município de Olho d'Água do Borges, tem experimentado uma redução dos seus índices de crescimento populacional e econômico. A atenuação populacional do Município ao longo dos anos é apresentada na Tabela 01.

Tabela 1 - Evolução Populacional do Município de Olho d'Água do Borges/RN.

CENSO	POPULAÇÃO	% DE REDUÇÃO
1980	4.849	
1991	4.576	- 5,6%
2000	4.461	- 2,5%
2019	4.295	- 3,7%
2022	3.905	- 9,0%

Fonte: IBGE, 2022.

As principais atividades econômicas do município são: agropecuária, extrativismo e comércio. Segundo Ministério de Minas e Energia (2005), o município apresenta formação vegetal, do tipo Caatinga Hiperxerófila - (vegetação de caráter mais seco com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixos e espalhadas) e o seu solo predominante é Regossolo Eutrófico.

3.2. Caracterização histórica da área de disposição dos resíduos sólidos.

Para se entender o processo atual de manejo do lixo urbano, é necessário compreender a história de como fora iniciado o manejo dos resíduos e como se deu o processo de ocupação do município. De acordo com registros da prefeitura, a questão do lixo no município de Olho d'Água do Borges foi dividida em dois momentos.

Décadas atrás, antes de ser implantada a coleta, a população costumava enterrar o lixo de casa nos quintais, como o processo de industrialização ainda não era tão avançado, a quantidade de resíduos era bem inferior ao que se produz atualmente. As compras eram feitas em pequenos comércios, que levavam o nome de bodegas, e não havia o costume de comprar grandes quantidades, visto que, naquele período, maior parte do que era consumido era produzido pelo próprio consumidor, via agricultura de subsistência.

O Serviço de limpeza pública e coleta dos resíduos sólidos, foi instituída na gestão do Prefeito Jose Aroldo de Queiroga, no ano de 1992, inicialmente era realizada por meio de um carroção de madeira, acoplado em um trator. O lixo recolhido era direcionado para um lugar próximo às margens da RN 117, próximo ao Açude do Brejo, conforme figura 11.

Figura 11 - Localização do Antigo Lixão Municipal.



Fonte: Autor, 2022.

No ano de 2011, por meio de um convenio com a Fundação Nacional de Saúde, o município recebeu um caminhão coletor/compactador, que é o que se encontra em uso até os dias atuais. Ainda nesse ano, a prefeitura municipal, por meio de outro convenio com a mesma autarquia supracitada, iniciou os projetos e estudos para desativar o lixão existente e instalar um aterro controlado, a figura 12, expõe a situação atual deste aterro.

Figura 12 - Aterro Controlado Municipal.



Fonte: Autor, 2022.

O processo de encerramento do lixão e instalação do aterro, foi concluído no ano de 2013 e logrou êxito até o ano de 2016. No ano de 2017, já com a área saturada, a gestão municipal perdeu o controle sobre a operação. Vale destacar, que a área atual de disposição final apresenta características, que possibilitariam chamá-la de lixão.

4. RESULTADOS

4.1. Gestão e gerenciamento dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos do Município de Olho d'Água do Borges

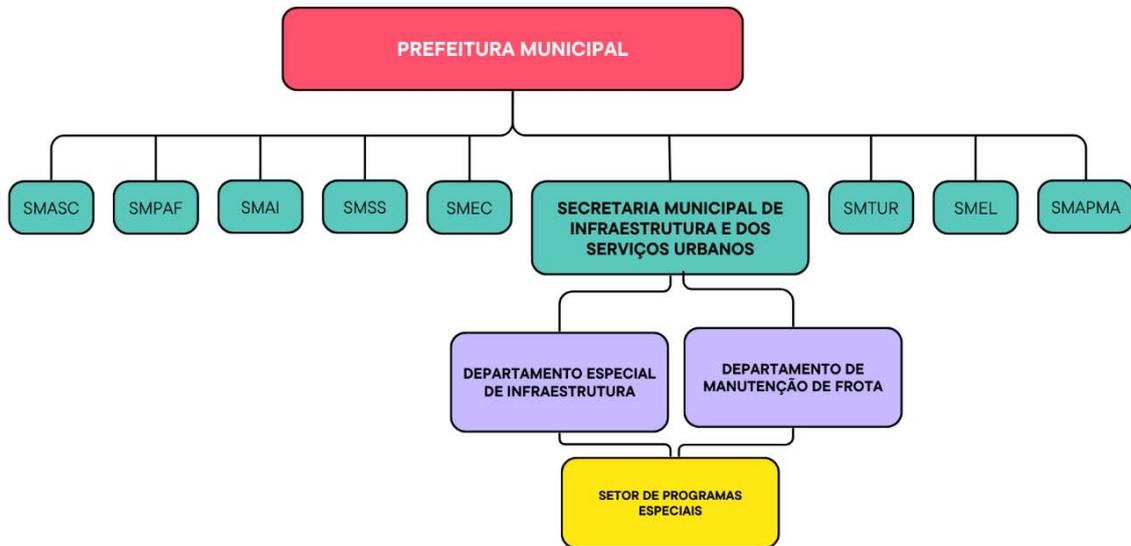
Os dados e informações empregados nesse estudo, foram coletados junto aos órgãos responsáveis pela gestão integrada municipal de resíduos sólidos do município de Olho d'Água do Borges, sendo eles, a Secretaria Municipal de Infraestrutura e dos Serviços Urbanos, a Secretaria Municipal de Agricultura Pecuária e Meio Ambiente e a Empresa Fan Construções. Também foram empregadas informações obtidas com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte e com o Consorcio Multifinalitário de Municípios do Oeste Potiguar – CIMOP (Consorcio Público, constituído de 44 municípios da região Oeste Potiguar).

Cabe ao município o planejamento e providência direta ou indireta desses serviços, em observância as legislações vigentes. A Secretaria Municipal de Infraestrutura e dos Serviços Urbanos é responsável pelos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, fazendo parceria com a Secretaria Municipal de Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente e com a Secretaria municipal de Saúde e Saneamento, e tais serviços, são executados pela empresa FAN Construções Eireli.

Atualmente, fazem parte do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos do município de Olho d'Água do Borges as seguintes ações: Coleta de resíduos sólidos de imóveis residenciais e comerciais; recolhimento de entulhos de obras e demolições que ficam em vias públicas; coleta de resíduos de equipamentos públicos municipais relacionadas com os serviços de saúde (exceto perfuro cortantes e materiais com contaminação biológica); coleta de grandes volumes de materiais depositados nas vias públicas, bem como recolhimentos de resíduos de poda de praças, canteiros, ruas e domicílios, e destinação final dos resíduos sólidos urbanos.

A figura 13, apresenta o organograma da gestão municipal, com destaque para a secretaria gestora dos serviços, tendo em vista, que o presente estudo se pauta nos serviços e políticas ofertados majoritariamente por esta secretaria.

Figura 13 - Organograma da prefeitura Municipal de Olho d'Água de Borges.



Fonte: PMODB, 2022.

Para a realização dessas tarefas são necessários 12 (doze) funcionários da equipe da empresa contratada para a execução dos serviços. A Tabela 02, descreve o número de funcionários responsáveis pela gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana por função.

Tabela 2 - Quadro de funcionários que atuam nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos.

SERVIÇO	CARGO/FUNÇÃO	QUANTIDADE
Coleta e transporte de resíduos de construção civil e podas	Gari para serviços correlatos	08
Coleta de resíduos domiciliares e comerciais	Motorista para compactador	01
	Gari para serviços de coleta	02
Abatedouro	Auxiliar de Serviços Gerais	01
Resíduos de Serviços de Saúde	Empresa Contratada	
TOTAL		12

Fonte: PMODB, 2022.

4.2. Regulação, Fiscalização e Controle Social

Apesar de ser constitucionalmente normatizado, a regulamentação dos serviços de limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos ainda não é uma realidade na grande maioria dos municípios brasileiros. A regulação, fiscalização e controle social, são tratados no município pela Lei Municipal nº 531, de 08 de março de 2016, que instituiu a Política Municipal de Saneamento Básico, onde foi criado o Conselho Municipal de Saneamento Básico e o Fundo Municipal de Saneamento Básico. Esta lei foi publicada no Diário Oficial dos Municípios do Estado do Rio Grande do Norte, em 17 de junho de 2016.

Além dessa ferramenta, a lei também prevê a realização das Conferências Municipais de Saneamento Básico, como fórum de discussão aberto a toda a sociedade civil, que normalmente se reunirá a cada dois anos com representação de todos os grupos sociais, para avaliar a situação do saneamento no Município e propor mudanças na Política Municipal de Saneamento. Estas conferências serão convocadas pelo Chefe do Poder Executivo Municipal ou pelo Conselho Municipal de Saneamento Básico, que atualmente encontra-se desatualizado.

Antes disso, serão realizadas audiências públicas locais para detalhar o Plano Intermunicipal de Saneamento Básico. Essas audiências também servirão para adequar o conteúdo do plano à singularidade geográfica, social, econômica e cultural da cidade. O Conselho Municipal de Saneamento Básico, definirá e aprovará a estrutura organizacional e as diretrizes operacionais do evento. A população pode interagir diretamente com os serviços municipais na prefeitura, que fica situada a Rua Etelvino Sales, ou por meio de sua página institucional, hospedada no site <https://olhodaguadoborges.rn.gov.br>.

4.3. Informações Orçamentárias e Financeiras

Atualmente os serviços de limpeza urbana e de manejos de resíduos sólidos, são custeados via recursos do Fundo de Participação dos Municípios (FPM) e do Orçamento Geral do Município (OGM). A Tabela 03 apresenta o valor referente ao orçamento de 2022.

Tabela 3 - Receitas e despesas com os serviços de manejo de resíduos sólidos em 2022.

Orçamento Geral do Município – 2022

Receitas Totais	R\$ 24.793.217,53
Despesas Totais	R\$ 24.955.136,06

Tabela 3 - Receitas e despesas com os serviços de manejo de resíduos sólidos em 2022 - Continuação.

Orçamento Geral do Município – 2022

Despesas com Resíduos Sólidos	R\$ 360.325,43
Percentual Correspondente entre Despesas (%)	1,26%

Fonte: PMODB, 2022.

As informações acerca das receitas e despesas, foram obtidas no sentido global dos serviços de gestão de resíduos sólidos, pois não foi possível coletar os dados desagregados por atividade. A Tabela 2 mostra que, os serviços públicos de gestão de resíduos sólidos representam 1,26% do orçamento do município. A inexistência de uma taxa específica para apoiar a política de coleta, transporte, tratamento e destinação final do lixo compromete os investimentos do setor e a melhoria dos serviços executados no município, além de ser fato gerador de renúncia de receita, visto, o que preconiza o Novo Marco Legal do Saneamento Básico.

4.4. Análise da Situação Atual dos Sistemas de Limpeza Urbana e Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Município de Olho d'Água do Borges

Segundo a SMISU, as categorias de resíduos mais comuns e suas fontes primárias são:

- Resíduos de Construção e Demolição: Proveniente de pequenas obras civis associadas a reformas e construção de unidades habitacionais e/ou comerciais;
- Resíduos domésticos e empresariais: Resíduos provenientes de residências, escolas e unidades de negócios de pequeno e médio porte (mercados, mercearias, restaurantes, lanchonetes, oficinas, etc.);
- Resíduos de Serviço de Saúde: Sedimentos gerados das atividades das Unidade Básicas de Saúde e do Hospital Municipal, situados na sede administrativa do município e na zona rural, é importante salientar que, os resíduos tratados nesse item excluem os materiais perfuro-cortantes e os contaminados com material químico e biológico, que são recolhidos por uma empresa especializada e

- Resíduos deixados após as atividades de conservação e manutenção dos logradouros, tais como varrição, poda, roça e capinar da cidade.

4.4.1. Resíduos Sólidos Domésticos

Diariamente, o município de Olho D'água do Borges recolhe cerca de 14 toneladas de lixo comercial e doméstico. No seu acondicionamento é empregado diferentes estratégias de guarda dos mesmos, que se é determinada em função do tipo e quantidade, que possibilitam a recolha tradicional. A atividade procura consolidar os resíduos em um único local para facilitar a coleta, evitando que se espalhe nas vias públicas pela ação do vento, de coletores ou animais e garantindo a segurança de garis e transeuntes.

No município, ainda não se emprega a realização da coleta seletiva, que para tal, é necessário que cada fonte geradora, separe o lixo seco do úmido e posteriormente, coloque cada tipo de resíduo encontrado em um recipiente diferente.

As sacolas plásticas, os sacos e os recipientes rígidos ou semirrígidos sem tampa são os tipos de acondicionantes mais comuns encontrados no município a figura 14 apresenta um desses recipientes.

Figura 14 - Recipientes para descarte de RDO nas calçadas.



Fonte: Autor, 2022.

O município disponibiliza também, coletores padronizados, como pode ser visto na Praça Pedro Feliciano, conforme figura 15, como forma de promover a coleta em áreas públicas.

Figura 15 - Lixeiras em Praças Públicas.



Fonte: Autor, 2022.

O serviço de coleta domiciliar atende apenas a zona urbana. Além dos resíduos domésticos, também existem resíduos comuns de empresas, escolas e instalações médicas que não estão sujeitos a nenhuma restrição legal. Todos os dias, de segunda a sexta-feira, a coleta é feita conforme roteiros pré-determinados, com atendimento pela manhã e à tarde. A figura 16 mostra uma imagem dos serviços prestados.

Figura 16 - Serviço de coleta domiciliar – carro compactador com funcionários.

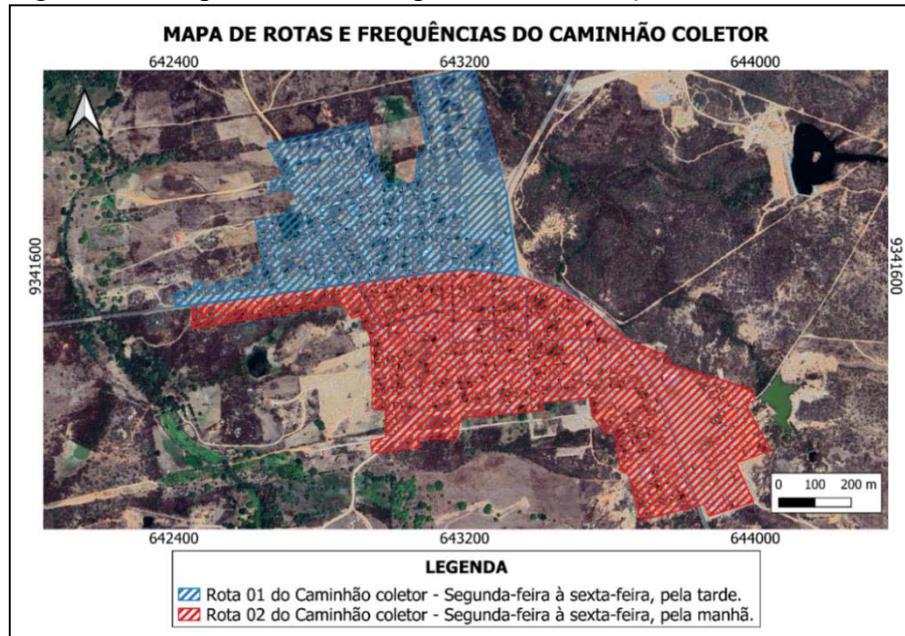


Fonte: Autor, 2022.

A empresa Fan Construções Eireli, é responsável pela prestação deste serviço, enquanto a Secretaria de Infraestrutura e Serviços Urbanos é responsável pela gestão do seu

contrato. As rotas de coleta correspondentes, juntamente com a frequência e os turnos, são apresentadas na figura 17.

Figura 17 - Mapa de rotas e frequências do serviço de coleta domiciliar.



Fonte: Adaptado de PMODB, 2022.

A coleta é realizada por um caminhão tipo compactador, figura 18, de propriedade do município, com capacidade para 10,8 toneladas e equipado com motorista e dois funcionários da limpeza, vale destacar, que os mesmos não fazem uso de todos os equipamentos de proteção individual (EPI), que são necessários para realização de tal serviço.

Figura 18 - Veículo compactador próprio de 10,8 toneladas usado para coleta domiciliar.



Fonte: Autor, 2022.

4.4.2. Resíduos de Estabelecimento Comercial

No município, ainda não há documento legal que estabeleça um limite máximo de volume que a prefeitura pode coletar de resíduos. Com isso, grandes geradores como supermercados e restaurantes, entre outros, são contemplados pelos serviços de coleta, sem nenhum tipo de tarifa por esse serviço. Dentro da coleta dos resíduos desses estabelecimentos, encontra-se materiais que deveriam fazer parte da logística reversa, tais como pilhas, lâmpadas e pneus.

O lixo comercial é armazenado e transportado da mesma forma que o RDO, ou seja, principalmente em recipientes rígidos ou semirrígidos sem tampa e sacos plásticos. Juntamente com os resíduos domésticos, são recolhidos os resíduos sólidos das instalações comerciais.

Conforme visto na figura 17, a frequência de coleta é diária. Os pequenos estabelecimentos também são abrangidos pela recolha de resíduos domésticos. O município deveria definir certas restrições a esta coleta, de forma a evitar a sobrecarga do serviço. A coleta correta, carecia de ocorrer de forma seletiva, caso o município tivesse capacidade tecnológica e operacional para atender tais geradores, sem prejudicar a população.

4.4.3. Resíduos do Abatedouro Público

Atualmente o abate dos animais é realizado em um prédio às margens da RN 117, sentido Olho d'Água do Borges - Umarizal, o local não apresenta estruturas favoráveis para o descarte correto de seus resíduos a figura 19, mostra o Atual Abatedouro Público.

Figura 19 - Sede atual do Abatedouro Público Municipal.



Fonte: Autor, 2022.

Devido a questões de insalubridade e descarte irregular dos dejetos que sobram do abate dos animais, o município foi autuado, por meio de dois autos de infração, de ordem do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – IDEMA, a fim, de que, o município se adequasse aos padrões exigidos.

O município está implantando um novo abatedouro, embora a obra esteja concluída, ainda se aguarda a licença ambiental a ser expedida pelo IDEMA para o início das operações. Mais afastado dos limites da cidade, o mesmo situa-se na margem direita da RN 117 no sentido Olho D'água do Borges - Umarizal. Para o início das operações, ainda não há previsão. O investimento nesse empreendimento é da ordem de mais de R\$ 1.000.000,00, sendo que parte desse recurso veio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (R\$ 682.500,00) e a outra parte foi aportada pelo Orçamento Geral do Município, a figura 20, mostra o prédio executado. Após o início das operações, espera-se que cerca de 30 animais, entre bovinos, ovinos, caprinos e suínos, sejam abatidos a cada semana.

Figura 20 - Nova edificação que funcionará o Abatedouro Público Municipal.



Fonte: Autor, 2022.

Atualmente os resíduos do abate são recolhidos pela PMODB, geralmente às terças-feiras. O local de disposição final desses resíduos, é no mesmo local onde os demais resíduos são depositados após a coleta, inclusive, não existe nenhum tipo de tratamento. Quando o novo abatedouro estiver em pleno funcionamento, os resíduos deverão ser coletados por uma empresa que faz o beneficiamento dos mesmos, transformando-os em ração e o que não é possível de ser reaproveitado, deverá ser destinado para aterro sanitário.

4.4.4. Resíduos do Serviço de Limpeza Pública

O município possui uma coleta especial para serviços de limpeza pública, também conhecida como lixo público, que inclui os resíduos produzidos em varrição, poda, capina, roçada, limpeza de bueiros e limpeza de galerias de drenagem. Esses resíduos são compostos principalmente por resíduos vegetais, juntamente com outros materiais como papel, plástico, cigarro, areia, entre outros. Pela prestação do serviço de recolha de podas, os cidadãos não são cobrados qualquer taxa.

Para manter e manter a cidade limpa, o município faz seus serviços de manutenção e os resíduos gerados decorrentes dessa atividade são depositados em um local temporário nas ruas onde os serviços são executados e recolhido pelo caminhão.

A coleta desse material é realizada de terça-feira a sexta-feira, com um caminhão basculante com capacidade para 18 m³, fabricado em 2011. A programação desta coleta pode ser alterada conforme demanda. Para esse tipo de serviço, não há horário de coleta. A equipe é composta por um motorista e dois garis que não utilizam todas as ferramentas necessárias, além de não possuírem todos equipamentos de segurança individual (EPI).

Os resíduos de limpeza pública que são recolhidos em logradouros públicos e em rodovias é direcionado para a área de disposição final, que é a mesma dos demais resíduos supracitados.

4.4.5. Resíduos de Construção e Demolição

A fim de, diminuir os efeitos negativos que os resíduos de construção e demolição causam ao meio ambiente, foram instituídas diretrizes, critérios e processos para o gerenciamento desses resíduos, que se deu através de resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, inscrita ao nº 307/2002, modificada pela resolução nº 448/2012, também do CONAMA. As resoluções, afirmam que, os geradores significativos devem criar um plano de gestão de resíduos sólidos para construção e demolição. Vale destacar que, o referido município ainda não apresenta tal normativo.

Os resíduos de construção e demolição, deveriam ser coletados, transportados e destinados para local final sob a responsabilidade do próprio gerador, esse gerador por sua vez, contrataria uma empresa especializada devidamente cadastrada na prefeitura municipal, que

fiscalizaria a destinação dada por essas empresas. Devido a falta de uma legislação específica, tais resíduos continuam a ser depositados como os demais e voltam a ser responsabilidade do município.

Pequenos geradores, descartam seus resíduos em rodovias e logradouros públicos, que são coletados, transportados e descartados gratuitamente pela administração municipal. Por consequência, o fato do gerador não pagar nenhuma taxa para execução dos serviços supracitados, acaba por agravar o insustentável ciclo financeiro da entidade gestora.

Esses resíduos são acondicionados de maneira semelhante aos resíduos do serviço de limpeza pública. Dessa forma, os entulhos de construção e demolição são depositados pelos moradores, principalmente em vias públicas, a figura 21, exemplifica tal situação.

Figura 21 - Resíduos de Construção Civil, depositados irregularmente em avenida pública.



Fonte: Autor, 2022.

A coleta é realizada pela mesma equipe que faz a coleta dos resíduos de limpeza pública, onde utilizam também o caminhão basculante de capacidade de 18m³, quando existe excedente de demanda, ocorre o incremento de um trator agrícola com carroção. Geralmente a carga desses transportes é feita por uma pá carregadeira própria do município, que apresenta a finalidade de aprimorar e tornar mais eficiente o serviço.

A disposição final ocorre na área que compreende o aterro controlado do município. Os resíduos não são categorizados e seu descarte inadequado pode trazer grandes efeitos negativos à saúde pública.

4.4.6. Resíduos do Serviço de Saúde

É Competência de o município regularizar os estabelecimentos de saúde, seja ele de caráter privado ou público e tratar os resíduos gerados por tais equipamentos. No entanto, o município de Olho d'Água do Borges não possui uma estratégia de gestão de resíduos para as suas unidades municipais.

Na sede do município existe três estabelecimentos de saúde: A Unidade Básica de Saúde Francisco da Silveira Barros, a Unidade Básica de Saúde Francisca Belarmina da Conceição e o Hospital Municipal Rita Elvira da Silva. Já na Zona Rural, existe de mais duas Unidades Básicas de Saúde, uma na comunidade de Cajazeiras e outra na comunidade dos Cardosos.

Os resíduos das unidades de saúde são separados entre perfuro cortantes e resíduos com contaminação de caráter químico e biológico e outros resíduos que são gerados. Na maioria das vezes, o acondicionamento dos resíduos perfuro cortantes e de resíduos contaminados é realizado em coletores padronizados que atendem aos requisitos estabelecidos pela NBR 13853 e NBR 7500 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

A figura 22, foi produzida no Hospital Municipal Rita Elvira da Silva, e demonstram a forma como são acondicionados os resíduos nos estabelecimentos de saúde.

Figura 22 - Coletor de perfuro cortante (lixo especial) e coletor padrão.



Fonte: Autor, 2022.

Os coletores após cheios, tem seu conteúdo armazenados tambores, que são fornecidos pela empresa contratada para a coleta de resíduos hospitalares perfuro cortantes. Os tambores são depositados em um local específico, isolado e fechado, para que se evite o contato direto de pessoas com o resíduo, conforme figura 23.

Figura 23 - Espaço privado ao ar livre para armazenamento de resíduos médicos.



Fonte: Autor, 2022.

Todas os estabelecimentos de saúde do município possuem a mesma dinâmica de acondicionamento de seus resíduos. Os resíduos convencionais, que não se classificam como resíduos de serviços de saúde, são armazenados em coletores e depois separados em sacos plásticos para serem coletados pelo serviço municipal.

A coleta dos resíduos perigosos, é feita por meio de empresa contratada pela prefeitura municipal, obedecendo o cronograma pré-estabelecido. Os tambores de armazenamento dos coletores de perfuro cortante e de residuais contaminados, são coletados semanalmente ou conforme necessário para atender a demanda. Já os resíduos convencionais, são coletados pelo serviço de coleta residencial do município e ocorre diariamente.

Os únicos resíduos que não são depositados na área de destinação final do município são os perfuro cortantes, todo o restante é disposto no aterro controlado municipal. No caso dos perfuro cortantes, os resíduos são enviados para serem incinerados, como o município não dispõe dessa tecnologia, ele contratou a empresa Sterelize, que coleta esse material e incinera no município de Rafael Fernandes/RN.

4.4.7. Destinação Final dos Resíduos Sólidos do Município de Olho d'Água do Borges.

O município de Olho d'Água do Borges, adota como estratégia de disposição final, o aterro controlado, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 8849/1985, o aterro controlado é uma forma de enterrar os resíduos sólidos municipais sem colocar em risco o meio ambiente ou a saúde e a segurança da população. Utilizando princípios técnicos para contenção de resíduos sólidos, esta técnica, o cobre com uma substância inerte ao final de cada jornada de trabalho.

Em geral, ocorre a contaminação localizada, que é produzida por esse método de disposição porque falta impermeabilização de base, o que degrada a qualidade do solo e das águas subterrâneas, faltando um sistema de tratamento de percolado (lama mais água de infiltração) e controles para extração e queima dos gases gerados. Com exceção dos resíduos perfuro cortantes, todos os resíduos sólidos urbanos recolhidos pelo serviço de gestão do município de Olho d'Água do Borges são despejados em uma região comumente denominada de aterro controlado. A compactação leve é feita com trator, para diminuir a quantidade de resíduos. Tantas pessoas, como animais podem acessar à área, visto que a mesma se encontra parcialmente cercada, a figura 24, mostra o local atual onde está situado o aterro.

Figura 24 - Localização do Aterro Controlado Municipal.



Fonte: Autor, 2022

Este tipo de alternativa não só deixa de cumprir determinadas normas técnicas, como também, carece de proteções ambientais e de saúde pública. No entanto, devido à cobertura regular de resíduos, que atualmente não acontece, questões como o crescimento de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, entre outros), as gerações de aromas desagradáveis, assim como o surgimento de catadores, foram verificadas, a figura 25 demonstra a situação atual.

Figura 25 - Aterro com resíduos não recobertos e sem tratamento adequado.



Fonte: Autor, 2022.

Falta um sistema de drenagem interna para esses líquidos e um sistema de drenagem externa para águas superficiais e para as gases geradas, o que evitaria que os lixiviados se infiltrassem na terra. Como resultado, não existe um sistema de tratamento dos mesmos. Além disso, carece de monitoramento ambiental para ficar atento a possibilidade de contaminação do solo, águas subterrâneas, águas superficiais e ar, o que significa que estudos e levantamento aprofundado.

Outro ponto importante, que não tem muito destaque no município, é a questão da logística reversa, para aqueles resíduos que necessitam de um tratamento especial. Com o objetivo de conscientizar sobre o valor de uma boa gestão, o município de Olho d'Água do Borges, sempre realiza atividades educativas e de conscientização ambiental, destacando o papel importante do serviço de logística reversa. No entanto, não há nenhum esforço real sendo feito para coletar e descartar adequadamente esse material. Assim, por meio do serviço de coleta domiciliar, esses resíduos são recolhidos e destinados na área de disposição final do município.

4.5. Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR)

A análise do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) é uma etapa crucial na identificação da situação dos locais de disposição de resíduos sólidos, com vista a isso, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH, em colaboração com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN e o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte - IDEMA, trouxe à tona a situação dos locais de disposição de resíduos em todos os municípios do estado do RN, por meio do Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PEGIRS.

O resultado foi preocupante, segundo a SEMARH (2010), 177 dos 179 locais de destinação de resíduos sólidos examinados, eram aterros sem controle e/ou lixões a céu aberto, o que representa que 99% das instalações de disposição de resíduos sólidos do RN eram insuficientes. Assim, apenas 1% dos aterros sanitários do estado, sendo o Aterro Metropolitano de Natal (IQR = 9,62) e Aterro Sanitário de Mossoró (IQR = 9,08), situados nos municípios de Ceará-mirim e Mossoró, respectivamente, estão em condições apropriada.

Ainda de acordo com a SEMARH (2010), a avaliação realizada em Olho d'Água do Borges, em 22 de setembro de 2009, obteve IQR = 3,6. Então subtende-se que a área não atendeu adequadamente aos parâmetros examinados, conforme demonstrado por este, pois as condições da região são consideradas inadequadas, tendo em vista que, o resultado do IQR é menor que 6, para o que determinava a CETESB em 2010.

Em contrapartida, através de estudo realizado pelo COPIRN (2016), por meio de uma visita técnica, observou-se uma evolução no IQR do município, saindo de 3 e subindo para 5. Apesar da nota ter apresentado uma melhora, as condições ainda eram consideradas inadequadas. O que influenciou na melhoria, foram a alteração dos atributos do local e das circunstâncias operacionais.

No ano de 2021, a SMISU realizou uma nova visita técnica na área de disposição final dos resíduos e executou um novo levantamento sobre o IQR, conforme tabela 04.

Tabela 4 - Levantamento do IQR - ano 2022.

ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
ESTRUTURA DE APOIO	1. Portaria, balança e vigilância	Sim / Suficiente	2	0
		Não/ Insuficiente	0	

Tabela 4 - Levantamento do IQR - ano 2022 - Continuação.

ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
	2. Isolamento físico	Sim /Suficiente	2	0
		Não /Insuficiente	0	
	3. Isolamento visual	Sim / Suficiente	2	0
		Não /Insuficiente	0	
	4. Acesso á frente de descargas	Adequado	3	0
		Inadequado	0	
FRENTE DE TRABALHO	5. Dimensões da frente de trabalho	Adequadas	5	0
		Inadequadas	0	
	6. Compactação dos resíduos	Adequada	5	0
		Inadequada	0	
	7. Recobrimento dos resíduos	Adequado	5	0
		Inadequado	0	
TALUDES E BERMAS	8. Dimensões e inclinações	Adequadas	4	0
		Inadequadas	0	
	9. Cobertura da terra	Adequada	4	0
		Inadequada	0	
	10. Proteção vegetal	Adequada	3	0
		Inadequada	0	
11. Afloramento de chorume	Não /Raros	4	4	
	Sim / Numerosos	0		
SUPERFÍCIE SUPERIOR	12. Nivelamento da superfície	Adequado	5	0
		Inadequado	0	
	13. Homogeneidade da cobertura	Sim	5	0
		Não	0	

Tabela 4 - Levantamento do IQR - ano 2022 - Continuação.

ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
ESTRUTURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	14. Impermeabilização do solo	Sim/Adequada (N. preencher o item 15)	10	0
		Não/ Inadequada (Preencher o item 15)	0	
	15. Prof. Lençol freático (P) x permeabilidade do solo (k)	$P > 3m, k < 10-6$ cm/s	4	4
		$1 \leq P \leq 3m, k < 10 - 6$ cm/s	2	
		Condição inadequada	0	
	16. Drenagem de chorume	Sim/ Suficiente	4	0
		Não/ Insuficiente	0	
	17. Tratamento de chorume	Sim/ Adequado	4	0
		Não /Inadequado	0	
	18. Drenagem provisória de águas pluviais	Suficiente/ desnecessário.	3	0
		Não/Insuficiente	0	
	19. Drenagem definitiva de águas pluviais	Suficiente/ desnecessário.	4	0
		Não/Insuficiente	0	
	20. Drenagem de gases	Suficiente/ desnecessário.	4	0
		Não/Insuficiente	0	
	21. Monitoramento de águas subterrâneas	Adequado	4	0
Inadequado/Insuficiente		1		
Inexistente		0		
22. Monitoramento geotécnico	Adequado/ desneces.	4	0	
	Inadequado/Insuficiente	1		
	Inexistente	0		
OUTRAS INFORMAÇÕES	23. Presença de catadores	Não	2	2
		Sim	0	

Tabela 4 - Levantamento do IQR - ano 2022 - Continuação.

ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	24. Queima de resíduos	Não	2	0
		Sim	0	
	25. Ocorrência de moscas e odores	Não	2	0
		Sim	0	
	26. Presença de aves e animais	Não	2	0
		Sim	0	
	27. Recebimento de resíduos não autorizados	Não	5	5
		Sim	0	
	28. Recebimento de resíduos industriais	Sim (Preencher o item 29)		-
		Não (Ir p/ item 30)		
	29. Estruturas e procedimentos	Suficiente/Adequado	10	-
		Insuficiente/Inadequado.	0	
	30. Proximidade de núcleos populacionais	$\geq 500m$	2	2
		$< 500m$	0	
31. Proximidade de corpos de água	$\geq 200m$	2	2	
	$< 200m$	0		
32. Vida útil da Área	≤ 2 anos			
	$2 < x \leq 5$ anos			
	> 5 anos			
33. Restrições legais ao uso do solo	Sim			
	Não			

Fonte: PMODB,2022.

Dessa vez, houve uma regressão nos resultados, onde segundo estudo feito pela SMISU (2021), o IQR passou de uma nota 5, na avaliação feita pelo COPIRN (2016), para uma nota 1,9. O que demonstra a ineficiência, a falta de estruturação e não preocupação da gestão, frente ao problema da destinação final dos resíduos sólidos no município.

4.6. Aplicação dos Indicadores de Sustentabilidade no Município de Olho d'Água do Borges

Para esta etapa, os dados principais foram obtidos junto a Prefeitura Municipal, em específico a Secretaria Municipal de Infraestrutura e dos Serviços Urbanos (SMISU), a empresa Fan Construções e outros órgãos públicos, por meio da análise de documentos institucionais e participação de conversas e audiências públicas sobre a gestão de RS naquele município.

Cabe destacar, que o indicador fora aplicado no ano de 2023 e permitiu efetuar um diagnóstico da situação naquele momento, a quadro 04 apresenta a matriz de indicadores que foi utilizado no estudo.

A matriz de indicadores utilizada foi a elaborada por Polaz e Teixeira (2009), em decorrência de ser um município que não apresenta um corpo técnico elevado, capaz de desenvolver uma matriz própria, vale salientar, que o processo de construção de uma matriz de indicadores, se faz necessário de uma equipe de profissionais com conhecimento do assunto, que busca por meio de método estruturado formular questionários e que esses questionários nortearão pesquisas de caráter qualitativo e/ou quantitativo.

Quadro 4 - Indicadores de Sustentabilidade Avaliados

Dimensão	Indicadores	Tendência a Sustentabilidade	Tendência do Município
Ambiental/ Ecológica	(1) Quantidade de ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados.	(MD) Mais de 20 ocorrências/ano a cada 1.000 hab. (D) Entre 20 e 10 ocorrências/ano a cada 1.000 hab. (F) Menos de 10 ocorrências/ano a cada 1.000 hab.	Desfavorável

Quadro 4 - Indicadores de Sustentabilidade Avaliados – Continuação.

Dimensão	Indicadores	Tendência a Sustentabilidade	Tendência do Município
Ambiental/ Ecológica	(2) Grau de recuperação dos passivos ambientais.	(MD) As áreas degradadas não foram mapeadas ou não houve recuperação das áreas identificadas. (D) As áreas degradadas foram mapeadas, porém não devidamente recuperadas. (F) Todas as áreas degradadas foram devidamente recuperadas.	Favorável
	(3) Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU.	(MD) Inexistência de licenciamento ambiental. (D) Licenciamento ambiental realizado, porém, as medidas não foram plenamente implementadas. (F) Licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas Integralmente.	Muito desfavorável

Quadro 4 - Indicadores de Sustentabilidade Avaliados – Continuação.

Dimensão	Indicadores	Tendência a Sustentabilidade	Tendência do Município
Ambiental/ Ecológica	(4) Grau de recuperação dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público.	(MD) Recuperação inexistente ou muito baixa dos RSU. (D) Recuperação baixa dos RSU. (F) Recuperação alta dos RSU.	Muito desfavorável
Econômica	(5) Grau de autofinanciamento da gestão pública de RSU.	(MD) Inexistência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da gestão de RSU. (D) Existência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da gestão de RSU, mas não cobre todos os custos. (F) Os custos da gestão de RSU são completamente financiados por fonte específica ou sistema de cobrança dos resíduos.	Muito desfavorável

Quadro 4 - Indicadores de Sustentabilidade Avaliados – Continuação.

Dimensão	Indicadores	Tendência a Sustentabilidade	Tendência do Município
Social	(6) Grau de disponibilização dos serviços públicos de RSU à população.	(MD) Baixa disponibilização dos serviços públicos de RSU. (D) Média disponibilização dos serviços públicos de RSU. (F) Disponibilização plena dos serviços públicos de RSU.	Desfavorável
	(7) Grau de abrangência de políticas públicas de apoio ou orientação às pessoas que atuam com RSU.	(MD) Inexistência de políticas públicas efetivas de apoio às pessoas que atuam com RSU. (D) Existência de políticas públicas, porém com baixo envolvimento das pessoas que atuam com RSU. (F) Existência de políticas públicas com alto envolvimento das pessoas que atuam com RSU.	Muito desfavorável

Quadro 4 - Indicadores de Sustentabilidade Avaliados – Continuação.

Dimensão	Indicadores	Tendência a Sustentabilidade	Tendência do Município
Política/institucional	(8) Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal.	(MD) Inexistência de setor específico para RSU na administração municipal. (D) Existência de setor específico para RSU, porém não estruturado. (F) Existência de setor específico para RSU devidamente estruturado.	Muito desfavorável
	(9) Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU.	(MD) Nenhum funcionário do setor de RSU recebeu capacitação específica. (D) Apenas parte dos funcionários do setor de RSU recebeu capacitação específica. (F) Todos os funcionários do setor de RSU receberam capacitação específica.	Muito desfavorável

Quadro 4 - Indicadores de Sustentabilidade Avaliados – Continuação.

Dimensão	Indicadores	Tendência a Sustentabilidade	Tendência do Município
Política/institucional	(10) Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal.	(MD) Inexistência de ações de fiscalização. (D) Existência das ações de fiscalização, porém em quantidade insuficiente. (F) Existência das ações de fiscalização em quantidade suficiente	Desfavorável
	(11) Grau de execução do Plano Municipal de RSU vigente.	(MD) Inexistência de Plano Municipal para RSU. (D) Existência de Plano Municipal para RSU, porém poucas metas foram atingidas. (F) Existência de Plano Municipal para RSU com muitas metas atingidas.	Desfavorável

Quadro 4 - Indicadores de Sustentabilidade Avaliados – Continuação.

Dimensão	Indicadores	Tendência a Sustentabilidade	Tendência do Município
Política/institucional	(12) Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população.	(MD) As informações sobre a gestão de RSU não são sistematizadas. (D) As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas, porém não estão acessíveis à população. (F) As informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população.	Muito desfavorável
Cultural	(13) Variação da geração per capita de RSU.	(MD) Taxa de variação > 1 (D) Taxa de variação = 1 (F) Taxa de variação < 1	Muito desfavorável

Quadro 4 - Indicadores de Sustentabilidade Avaliados – Continuação.

Dimensão	Indicadores	Tendência a Sustentabilidade	Tendência do Município
Cultural	(14) Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da gestão de RSU.	(MD) Inexistência de programas educativos. (D) Existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população. (F) Existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população.	Favorável
	(15) Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU.	(MD) Ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência das mesmas. (D) Divulgação pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU. (F) Divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU, inclusive com replicação das mesmas.	

Fonte: Adaptado de Polaz e Teixeira (2009).

As informações sobre a gestão dos RSU de Olho d'Água do Borges, podem ser sintetizadas usando as informações coletadas e ajustadas para a matriz de Polaz e Teixeira (2009).

1. Quantidade de ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados:

Segundo a Prefeitura Municipal e a empresa que executa os serviços de gerenciamento de resíduos sólidos, a quantidade de ocorrências de lançamentos em locais inadequados no ano de 2022, foram de 62 casos, para uma população de 3905 habitantes, segundo o último censo do IBGE (2022), cabe destacar, que o município não dispõe de um canal de contato efetivo, o que dificulta ainda mais a interação da comunidade com o órgão público. Item Desfavorável.

2. Grau de recuperação dos passivos ambientais. No município, existiu apenas um local que era utilizado para destinação final dos resíduos sólidos e que fora desativado, sua desativação aconteceu em 2011, por meio de um convenio com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), com a finalidade de dar encerramento ao lixão municipal, junto com sua desativação, o poder público municipal realizou a recuperação da área degradada. Item Favorável.

3. Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU. Através consulta realizada ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte, responsável pela emissão de licenças ambientais, foi constatado a falta de regularização do empreendimento de destinação final dos RSU do município da pesquisa, ainda mais, foram encontrados autos de infração sobre o mesmo e a existência de um processo de Termo de Ajustamento de Conduta, junto ao Ministério Público Estadual, para a solução em definitivo da destinação correta dos mesmos. Item Muito Desfavorável.

4. Grau de recuperação dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público. No município não existe recuperação dos RSU e quando ocorre, acontece de forma irregular, feita através de catadores clandestinos, que acessam a região de destinação final sem nenhuma proteção ou capacitação de como executar tal processo de recuperação, além de não possuírem nenhum cadastro prévio, realizado

pelos órgãos públicos, colocando em risco a sua integridade física e social. Item Muito Desfavorável.

5. Grau de autofinanciamento da gestão pública de RSU. O financiamento das ações de gestão do RSU, são executadas via recursos oriundos do orçamento geral do município, sem fonte de despesa específica. Vale salientar, que o município não implantou a taxa de coleta de resíduos sólidos, como determina a lei 14.026, de 15 de julho de 2020, gerando então, renúncia de receita, que pode ser considerado ato de improbidade administrativa. No ano de 2022, chegou a ser estudado, a implantação de uma taxa, com valor baseado na região em que o município está inserido, os estudos foram realizados em parceria com o Consorcio Multifinalitários dos Municípios do Oeste Potiguar (CIMOP), usando como base as instruções técnicas e planilhas do Ministério do Desenvolvimento Regional. Item Muito Desfavorável.

6. Grau de disponibilização dos serviços públicos de RSU à população. A Prefeitura Municipal, disponibiliza vários serviços públicos, desde a coleta de resíduos convencionais, a coleta de podas de árvores e resíduos de construção civil, entre outros, mas essa disponibilidade só atende a sede do município e não abrange as comunidades rurais, sem falar que, poderiam ser disponibilizados serviços diferenciados tais como a compostagem e a coleta seletiva. Item Desfavorável.

7. Grau de abrangência de políticas públicas de apoio ou orientação às pessoas que atuam com RSU. O município não dispõe de políticas públicas voltadas para o público em questão, o que propicia o aumento da informalidade e da precarização das condições de trabalho dos que atuam com RSU. Item Muito Desfavorável.

8. Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal. Não existe na estrutura organizacional no município, um setor específico que trate de tal problemática, a mesma é inserida no arcabouço da Secretaria Municipal de Infraestrutura e dos Serviços Urbanos, além também, de não apresentar funcionários com dedicação ao tema e com planos de cargos e carreiras exclusivos para desempenho de tais ações. Item Muito Desfavorável.

9. Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU. O município nunca ofertou capacitações para trabalho com resíduos sólidos, os funcionários desempenham suas funções com base em práticas do cotidiano, sem levar em considerações novas técnicas, tecnologias e normas vigentes, além de, não possuírem quaisquer instruções de como manusear os resíduos de forma salubre, utilizando os equipamentos de proteção individual, que em muitas das vezes não são disponibilizados, ou quando são, são em quantidade insuficiente. Item Muito Desfavorável

10. Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal. As fiscalizações ocorrem a partir de chamados, ou denúncias realizadas, para constatação de possíveis irregularidades e/ou desconformidades. Não existe um calendário pré-definidos dessas fiscalizações e elas não buscam melhorias contínuas, apenas a resolução de problemas pontuais. Item Desfavorável

11. Grau de execução do Plano Municipal de RSU vigente. O município integra um Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos, abrangendo a regionalização do Alto Oeste Potiguar, fazem parte desse instrumento 44 municípios. O plano foi construído nos anos de 2014 e 2015 e estabeleceu uma agenda setorial de implementação com metas a serem atingidas em curto, médio e longo prazo. As metas que teriam prazo até o ano de 2022, poucas ou quase nenhuma foram realizadas ou iniciadas pela gestão municipal, o que representa falta de planejamento e comprometimento com a sustentabilidade ambiental e do plano. Item Desfavorável.

12. Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população. A gestão não dispõe de informações sistematizadas e nem as divulga para a sociedade, o que prejudica a padronização e a construção de um banco de dados, que permita a construção efetiva de políticas Inter setoriais de controle, fiscalização e regulação de atividades potencialmente poluidoras e a execução das metas estabelecidas no Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos. Item Muito Desfavorável

13. Variação da geração per capita de RSU. No campo da pesquisa, a variação de geração per capita de RSU, foi de crescimento. Para o ano de 2021, tinha-se uma geração diária de 1,06 kg/dia e no ano de 2022, apresenta-se uma geração per capita de 1,40 kg/dia, tal efeito pode ter sido ocasionado em decorrência da pandemia mundial do COVID-19. Item Muito Desfavorável

14. Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da gestão de RSU. No município, existem dois programas que estão atualmente ativos, um de educação ambiental, que foi desenvolvido entre a Secretaria Municipal de Educação e Cultura e a Secretaria Municipal de Saúde e Saneamento, com recursos oriundos de um convenio com a Fundação Nacional da Saúde, esse abrange todo o município, com ações voltadas para conscientização, fiscalização e erradicação de práticas inadequadas de manejo de resíduos sólidos, com foco na diminuição de casos de arboviroses, em especial, a dengue. O segundo programa, é realizado pelas escolas municipais, com enfoque na redução, reciclagem e reutilização de resíduos que possam ter outra finalidade que não seja o descarte final. Item Favorável.

15. Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU. A divulgação é pouco efetiva e geralmente acontece através das redes sociais do município. As mesmas são realizadas, quando ocorre alguma mobilização ou campanha, ou quando é necessário efetuar algum informativo ou divulgação de uma alteração de logística e/ou implementação de novos normativos. Item Desfavorável

Após a aplicação dos 15 indicadores adaptados de Polaz e Teixeira (2009), pode-se observar que o município de Olho d'Água do Borges, apresenta apenas dois indicadores com tendência favorável, cinco indicadores com tendência desfavorável e oito indicadores com tendência muito desfavorável.

Os indicadores muito desfavoráveis, em sua maioria se dão pela falta de organização, planejamento e estruturação da gestão dos RSU, desde a carência de uma estrutura organizacional específica para essa finalidade, até a não realização de capacitações com os atores envolvidos nos processos.

Então, de acordo com os resultados, é possível externar a situação do gerenciamento dos RSU do município de Olho d'Água do Borges e propor aos órgãos executores, ações prioritárias que possibilitem a melhoria dos indicadores.

4.7. Recomendação de Programas e Ações para Melhoria dos Indicadores de Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos.

Os programas e as ações de gestão de resíduos sólidos, são norteados pela lei 12.305 de 2010, e devem ir de encontro com o que fora estabelecido nos seus princípios e objetivos, além de, buscar efetivar as metas estabelecidas via plano intermunicipal de Resíduos Sólidos.

- **Implantação da coleta regular de resíduos sólidos na Zona Rural de Olho d'Água do Borges.**

A ação tem como objetivo a universalização da prestação de serviço de coleta de resíduos sólidos no município de Olho d'Água do Borges, com fulcro, no que determina o Art. 7, item X, da lei 12.305 de 2010. Como demonstrado em dados do município, nenhuma comunidade rural é atendida pelo sistema de coleta de resíduos. Com essa deficiência, os moradores queimam ou enterram seus resíduos inadequadamente. No entanto, o serviço deve ser fornecido regularmente em toda a área rural, onde os veículos disponíveis para coleta no município de Olho D'Água do Borges podem atender à produção de resíduos domiciliares, desde que a coleta seja realizada em dias alternados na área urbana. Além disso, o município pode implantar pontos de coleta, em locais tais como associações comunitárias ou equipamentos públicos disponíveis.

- **Destinação e disposição final dos resíduos sólidos para local adequado.**

A principal saída seria a realização de um estudo de viabilidade e construção de projeto para implantação de um aterro sanitário de forma simplificada no próprio município, atendendo todas as normas vigentes e sendo licenciado pelo órgão ambiental competente, é importante frisar que, o formato de disposição final atualmente existente no município, gera uma série de passivos ambientais e pode ser considerado, não como aterro controlado, mas sim, como lixão a céu aberto, pratica que as legislações já deram prazo para encerramento.

Outra saída seria a efetivação do que é planejado pelo consorcio CIMOP, que o município é integrante, onde existe a expectativa do envio dos resíduos sólidos do município para um aterro regional, esse aterro seria na cidade de Pau dos Ferros e o município,

transportaria seus resíduos até a cidade de Patu, onde seria construído a estação de transbordo, pleito que ainda não tem previsão concreta de funcionamento.

- **Implantação da coleta seletiva e logística reversa**

A coleta seletiva e a logística reversa são instrumentos da PNRS, suas implantações ocorreriam de forma gradual até a totalidade. Essas ações permitiriam ao município, além de cumprir o disposto na legislação em vigor, a recuperação de RSU.

O município, pode estudar a criação de uma forma de incentivo financeiro, visando o estímulo a redução, reaproveitamento, reuso e reciclagem dos resíduos, possibilitando a geração de emprego e renda. Para implementar a coleta seletiva, os resíduos sólidos devem ser previamente separados de acordo com sua composição ou natureza. Para atingir a meta de disposição final ambientalmente adequada dos diversos tipos de rejeitos, a implementação de um sistema de coleta seletiva é um meio essencial.

No caso da logística reversa, o município, deveria dispor de locais específicos de descarte dessas matérias (pilhas, lâmpadas, pneus e outros) e em parceria com os produtores e/ou comerciantes, destinar os mesmos para um local de tratamento adequado.

- **Criação de um setor específico na gestão municipal, com plano de cargos e carreiras e com capacitações periódicas.**

Para uma boa execução dos serviços de gestão do RSU, é necessário a criação de um setor específico, com investimento em capital humano, criando uma política de valorização profissional e de capacitação, que aconteça de modo permanente. Esse setor, em parceria com os demais setores da gestão municipal, teria condições de organizar as informações de forma sistematizadas e de realizar campanhas educativas e de divulgação de boas práticas de manejo dos resíduos, além de, executar de maneira mais efetiva, fiscalizações periódicas e atuar no combate à utilização de locais indevidos para o lançamento dos resíduos.

O setor, seria responsável pela formulação e execução de ações, visando as pessoas que atuam na área, como forma de promoção do conhecimento, com vista, a garantia da integridade física, social e econômica.

- **Implantação de taxa de coleta de resíduos sólidos**

Segundo o que determina a lei 14.026 de 2020, os municípios são obrigados a cobrar taxa de coleta de resíduos sólidos, com a finalidade de autofinanciamento das políticas públicas

voltadas para esse viés. É importante destacar que, os municípios podem criar regras específicas, que não punam pessoas em situação de vulnerabilidade social e as que de forma geral não tenham condições de arcar com essa cobrança, podendo subsidiar a taxa das pessoas supracitadas.

Além de todos os programas e ações destacados, é importante que o município se atente a agenda estabelecida no plano intermunicipal de resíduos sólidos, que foi elaborada visando a promoção das melhorias dos sistemas de gestões municipais e a promoção da responsabilidade ambiental, com vista na sustentabilidade.

5. CONCLUSÕES

Ao avaliar os resultados em geral, pode-se observar que as autoridades públicas do município elencaram poucos esforços para garantir a melhoria contínua e a qualidade da gestão de resíduos sólidos. O município, apresentou alguns retrocessos recentes na gestão, além de não possuir um modelo gerencial que atenda às exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos. O mesmo, participa de um plano intermunicipal de gerenciamento, mas não realizou alterações em suas leis para incluir tópicos que tratem dos resíduos sólidos e dos seus geradores.

Constatou-se que, apesar das crescentes preocupações ambientais e de gestão do RS nos últimos anos, ainda existem muitos obstáculos a serem superados e a serem abordados, especialmente à luz da sustentabilidade. Desta forma podem ser enfatizados: a continuidade dos programas educacionais integrados; a implantação de um setor específico na administração municipal para GRS; a execução do PIGRS; melhoria dos trabalhos Inter setoriais dentro da gestão, no tocante aos RSU; a implantação de uma taxa, que possibilite o autofinanciamento e a implantação da coleta seletiva e apoio aos agentes atores.

Os indicadores sugeridos no trabalho abordam aspectos administrativos, financeiros, execução de serviços, passivo ambiental, educação ambiental e envolvimento do público em geral e dos catadores de resíduos sólidos. Refletem também as condições da mais ampla gama de questões relacionadas aos resíduos sólidos e sua gestão, abrangendo as dimensões política/institucional, econômica, ambiental/ecológica, cultural e social.

O processo de operacionalização de indicadores exige o desenvolvimento de princípios e de melhores práticas, que norteiem tal metodologia. Como resultado, é imperativo que os indicadores utilizados sejam continuamente observados e atualizados regularmente para proporcionar uma coleta de dados consistente e de alta qualidade que seja acessível a todos os agentes relevantes.

Quando compreendidos para além dos resultados qualitativos, os indicadores ambientais e/ou de sustentabilidade podem expressar mais do que uma qualidade. Ou seja, conseguem transmitir tanto o objetivo a ser alcançado quanto os desafios que precisam ser superados. Como tal, podem fornecer parâmetros analíticos que incentivam novas abordagens à reflexão e ao desenvolvimento de políticas públicas.

A ferramenta de estudo produziu resultados favoráveis em termos de cumprimento dos objetivos, e as organizações municipais podem utilizá-la como um instrumento de apoio à

sua tomada de decisão e de monitoramento. Além disso, tal ferramenta por ser modificada com base nas variações regionais, considerando a importância dos investimentos nesta área para o cumprimento das legislações, a melhoria do meio ambiente e melhoria do padrão de vida da população.

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RDC Nº 222**: Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Brasília: Anvisa, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E DE RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. 2022. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 05 jul. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 77 p.

_____. **NBR 12980: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 6 p.

_____. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 77 p.

ANDRADE, Hebert Izuka de. **Elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Uberlândia - MG**. 2014. 364 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissionalizante em Tecnologia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2015. Disponível em: <https://www.unaerp.br/documentos/1592-dissertacao-hebert-i-andrade-1-1/file>. Acesso em: 03 jul. 2023.

BARROS, Francisco de Assis. **Município de Olho d'Água do Borges: eis a história**. Natal: Caule de Papiro, 2013. 415 p.

BARROS, Regina Mambeli. **Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. 357 p.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos; SILVEIRA, Áurea Viviane Fagundes. Uso de indicadores de sustentabilidade para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Belo Horizonte. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 411-423, abr. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019177499>.

BRAGA, M.C. B, RAMOS, S. I. P.; DIAS, N.C. **Gestão de Resíduos Sólidos para a Sustentabilidade**. In Introdução ao Gerenciamento Ambiental. Poletto, C. (org.) Rio de Janeiro: Editora Interciência, p: 267-336. 2010.

BRASIL. **Lei nº 11445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020). Brasília, DF, 2007.

_____. **Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

_____. **Lei nº 14026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Brasília, DF, 2020.

CAMÕES, Felizardo Bernardo; SILVA, Rodrigo Florêncio da. Gestão de resíduos sólidos e seu impacto na qualidade de vida: caso de estudo do bairro Torrone Velho (Quelimane :: Moçambique). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [S.L.], v. 3, n. 11, p. 17-32, 22 dez. 2023. Zenodo. <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.10424117>.

CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.** São Paulo, 2018.

COLLA, Edinara Regina. **Gestão Consorciada de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de Rondônia.** 2018. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Administração, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2018.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 448, de 18 de janeiro de 2012. **Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10, 11 da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA.** Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/CONAMA/RE0448-180112.PDF>. Acesso em: 05 jul. 2023.

COPEL PURA ENERGIA. **Manual para gerenciamento de resíduos sólidos.** Curitiba: Dri/Cse/Cgsa, 2021.

CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAL DO RIO GRANDE DO NORTE - COPIRN. **Pesquisa de Opinião - População do Município de Olho D'Água do Borges/RN.** Olho D'Água do Borges, nov. 2016.

CORRÊA C. C. et al. **Gestão pública e desenvolvimento sustentável: a importância da implantação de plano diretor no ato de criação de um município.** In: 48º Congresso SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural: Tecnologia, Desenvolvimento e Integração social. Maringá, 2010.

DANTAS, Katia Monte Chiari. **PROPOSIÇÃO E AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS ATRAVÉS DE INDICADORES EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**. 2008. 401 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

DUARTE, Pedro Alves. Potencialidades e desafios dos consórcios intermunicipais de resíduos sólidos. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (Brua)**: n. 29, [S.L.], v. 29, p. 69-83, 7 jul. 2023. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. <http://dx.doi.org/10.38116/brua29art6>.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual de Saneamento**. Brasília: Funasa, 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. SEMARH - Secretária de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte - PEGIRS/RN**. In Relatório 5.3 - Análise do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) das Áreas de Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos do RN. Natal: SEMARH, 2010.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Cadernos de Educação Ambiental: resíduos sólidos**. São Paulo: Governo de SP, 2014. 166 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; RITTER, Luciana Gregory; BORBA, Willian Fernando de. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, [S.L.], v. 13, n. 4, p. 3718-3722, 26 nov. 2014. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2236130814411>.

LOURENÇO, Joaquim Carlos; BARBOSA, Marx Prestes; CIRNE, Luiza Eugenia da Mota Rocha. Recuperação de áreas degradadas por disposição inadequada de resíduos sólidos: O caso da floresta do Louzeiro. **Revista Espacios**, Caracas, v. 37, n. 37, p. 27-39, ago. 2016.

MANCINI, Sandro Donnini. **Armazenamento, Coleta e Transporte**. Sorocaba: Unesp, 2016. 12 slides, color.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MENDEZ, Gabriel de Pinna. **AVALIAÇÃO DA GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS ATRAVÉS DE INDICADORES AMBIENTAIS**. 2017. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA**: diagnóstico do município de Olho d'Água do Borges. Recife: Cprm - Serviço Geológico do Brasil, 2005.

Ministério do Meio Ambiente. **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação** - Apoiando a implementação da política nacional de resíduos sólidos: do nacional ao local. Brasília: Iclei - Brasil, 2012.

MOURA, Adriana Maria Magalhães de; ROMA, Júlio Cesar; JÚNIOR, Nilo Luiz Saccaro. PROBLEMAS ECONÔMICOS, SOLUÇÕES AMBIENTAIS. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, n. 10, p. 33-44, dez. 2016.

ORTEGA, Antonio César; SILVA, Filipe Prado Macedo da. AS FERRAMENTAS DA PESQUISA QUALITATIVA APLICADAS AOS ESTUDOS TERRITORIAIS. In: Antonio César Ortega (org.). **AS POLÍTICAS TERRITORIAIS RURAIS E A ARTICULAÇÃO GOVERNO FEDERAL E ESTADUAL**: um estudo de caso da Bahia. Brasília: Ipea, 2017. p. 113-121.

PEREIRA, Suellen Silva; CURI, Rosires Catão; CURI, Wilson Fadlo. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: parte II - uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 485-498, jun. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018163505>.

PREFEITURA MUNICIPAL DE OLHO D'ÁGUA DO BORGES (PMODB). Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Urbanos. **Relatório Anual da Situação dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Município de Olho D'Água do Borges**. Olho D'Água do Borges: PMODB, 2022.

POLAZ, Carla Natacha Marcolino. **Indicadores de Sustentabilidade para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2008. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

POLAZ, C.; TEIXEIRA, B. **Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP)** Eng. Sanit. Ambient. vol.14 no.3. Rio de Janeiro July/Sept. 2009.

RIBEIRO, José Claudio Junqueira; AMARAL, Carlos Henrique Carvalho. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. In.: COSTA, Beatriz Souza; RIBEIRO, José Claudio Junqueira. (Org.) **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos –Direitos e Deveres**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2013. p. 39-56.

RIBEIRO, Bárbara Maria Giacom; MENDES, Carlos André Bulhões. Avaliação de parâmetros na estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 422-443, ago. 2018.

SANTIAGO, Leila Santos; DIAS, Sandra Maria Furiam. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Feira de Santana, v. 17, n. 2, p. 203-2012, jun. 2012.

SCHMITZ, Michele. **Gerenciamento de resíduos sólidos domésticos: estudo de caso na central de triagem, tratamento e destino final dos resíduos sólidos domésticos do município de Estrela/RS**. 2012. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2012.

SILVA, Eriane Almeida da; SOUZA, Taiane Oliveira de. **RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: COMPORTAMENTO DA POPULAÇÃO E GESTÃO PÚBLICA EM JACOBINA-BA**. 2018. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Geografia, Universidade do Estado da Bahia, Jacobina, 2018.

SILVA, Guilherme Sanches da. **Análise do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Ilha Solteira - SP**. 2021. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

SOUSA, Mikaely da Silva; SERRA, Juan Carlos Valdés. Indicadores ambientais de resíduos sólidos urbanos associado a melhoria das políticas públicas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 3, p. 707-724, 2019.

SOUTO, Vladimir Sérgio de Aquino; LOPES, Régia Lúcia. INDICADORES DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUA OBSERVÂNCIA OBRIGATÓRIA PARA O ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – BRASIL. **Holos**, [S.L.], v. 8, p. 1-19, 24 dez. 2019. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2019.9186>.

SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA. **Plano de Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília: Coordenação de Multimeios, 2018.