

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
FREDERICO WESTPHALEN
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Nagle Rosa Alves

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS NO MUNICÍPIO DE FREDERICO WESTPHALEN - RS**

Frederico Westphalen, RS
2022

Nagle Rosa Alves

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS NO MUNICÍPIO DE FREDERICO WESTPHALEN - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Ambiental e Sanitarista**.

Orientador: Prof. Dr. Willian Fernando de Borba

Frederico Westphalen, RS
2022

Nagle Rosa Alves

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS NO MUNICÍPIO DE FREDERICO WESTPHALEN - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Ambiental e Sanitarista**.

Aprovado em 09 de Agosto de 2022:

Willian Fernando de Borba, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Aline Ferrão Custódio Passini, Dr^a. (UFSM)

Lorimar Francisco Munaretto, Dr. (UFSM)

Frederico Westphalen, RS.
2022

DEDICATÓRIA

Aos meu pais, Dona Iracilda e Seu João!
Com todo amor, carinho e gratidão do mundo!
Não tenho palavras para descrever o que eu sinto por vocês!



AGRADECIMENTOS

Aos meus pais! Obrigada por tudo que fizeram e fazem por mim! Pelo apoio incondicional na minha jornada. Por sempre ficarem ao meu lado! Pelas alegrias, pelos sorrisos, pelas conversas, pelos sacrifícios, pelas conquistas, pelos ensinamentos e por tantas outras coisas maravilhosas, muito, muito obrigada!

Ao Bernardo! Meu companheiro de caminhada! Pessoinha de luz que cruzou minha vida e me completou! Razão dos meus mais sinceros sorrisos, inspiração dos meus dias! Seu apoio foi fundamental nessa caminhada. Obrigada por sempre estar do meu lado!

Ao Rafinha! Alegria dos meus dias! A surpresa mais incrível! O melhor presente que a vida poderia me dar!

A todos os professores! Que cruzaram meu caminho durante esses anos e deixaram um pouquinho de si. Levarei para sempre seus ensinamentos! Muito, muito obrigada!

E especial **ao Professor Borba!** Pela disponibilidade em me ajudar durante a realização deste trabalho. Sua ajuda foi fundamental! Muito obrigada!

EPÍGRAFE

Existe somente uma idade para a gente ser feliz, somente uma época na vida de cada pessoa em que é possível sonhar e fazer planos e ter energia bastante para realizá-los a despeito de todas as dificuldades e obstáculos.

Uma só idade para a gente se encontrar com a vida e viver apaixonadamente e desfrutar tudo com toda intensidade sem medo nem culpa de sentir prazer.

Fases douradas em que a gente pode criar e recriar a vida à nossa própria imagem e semelhança e vestir-se com todas as cores e experimentar todos os sabores e entregar-se a todos os amores sem preconceito nem pudor.

Tempo de entusiasmo e coragem em que todo desafio é mais um convite à luta que a gente enfrenta com toda disposição de tentar algo NOVO, de NOVO e de NOVO, e quantas vezes for preciso.

Essa idade tão fugaz na vida da gente chama-se PRESENTE e tem a duração do instante que passa.

Mario Quintana

RESUMO

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE FREDERICO WESTPHALEN - RS

AUTOR: Nagle Rosa Alves
ORIENTADOR: Willian Fernando de Borba

A geração de resíduos sólidos no Brasil tem se intensificado a cada ano. Em contrapartida as ações de gestão e valorização desses resíduos não andam na mesma velocidade. Em 2020 foram coletadas 66,6 milhões e toneladas, entretanto, apenas 2,10% foram recicladas. A maior parte do constituinte do RSU corresponde a fração orgânica, representando 45,30%, sendo essa a parte mais onerosa para os municípios se tratando de coleta e destinação, o que reforça ainda mais a importância da implantação de estratégias regionalizadas para seu reaproveitamento. Assim, esse trabalho teve por objetivo quantificar os valores dos gastos que o município de Frederico Westphalen-RS teve no ano de 2021 com a disposição dos RSU e propor cenários de redução no envio da fração orgânica em 30% e 50% ao aterro sanitário. Através desses cenários foi possível constatar como a fração orgânica impacta no orçamento municipal. No ano de 2021 o município gastou R\$1.344.334,47 com a destinação dos seus RSU, após aplicar o cenário de redução de 30,00% no envio da fração orgânica, esse valor reduziu para R\$1.161.641,71, representando 13,58% de economia. Já no cenário de 50,00% de redução, o valor apresentou uma economia ainda mais significativa, atingindo 23,00%, com R\$1.039.844,77 gastos na destinação. Além da vantagem econômica, tem-se também o ganho ambiental com o uso da compostagem como destinação ambientalmente adequada para os resíduos orgânicos, no cenário de 30% houve uma redução de 923,54 toneladas de resíduo orgânico enviadas para o aterro sanitário e no cenário de 50,00%, uma diminuição de 1.539,23 toneladas. Ambos cenários se mostram válidos e demonstram como se faz importante o correto gerenciamento dos RSU.

Palavras-Chave: Aterro Sanitário. Compostagem. Gasto público. Resíduos sólidos.

ABSTRACT

ECONOMIC EVALUATION OF SOLID URBAN WASTE GENERATION IN THE MUNICIPALITY OF FREDERICO WESTPHALEN - RS

AUTHOR: Nagle Rosa Alves
ADVISOR: Willian Fernando de Borba

The generation of solid waste in Brazil has intensified every year. On the other hand, management and recovery actions for this waste do not move at the same speed. In 2020, 66.6 million tons were collected, however, only 2.10% was recycled. Most of the MSW constituent corresponds to the organic fraction, representing 45.30%, which is the most expensive part for the municipalities when it comes to collection and destination, which further reinforces the importance of implementing regionalized strategies for its reuse. Thus, this work aims to quantify the expenses that the municipality of Frederico Westphalen-RS had in 2021 with the disposal of MSW and propose scenarios for reducing the shipment of the organic fraction by 30.00% and 50.00% to the CIGRES sanitary landfill. Through these scenarios it was possible to see how the organic fraction impacts the municipal budget. In 2021, the municipality spent R\$1,344,334.47 on the destination of its MSW, after applying the scenario of a 30.00% reduction in the shipment of the organic fraction, this amount reduced to R\$1,161,641.71, representing 13.58% savings. In the 50.00% reduction scenario, the value showed an even more significant savings, reaching 23.00%, with R\$1,039,844.77 spent on destination. In addition to the economic advantage, there is also the environmental gain with the use of composting as an environmentally appropriate destination for organic waste, in the 30.00% scenario there was a reduction of 923.54 tons of organic waste sent to the sanitary landfill and in the scenario of 50.00%, a decrease of 1539.23 tons. Both scenarios are valid and demonstrate how important the correct management of MSW is.

Keywords: Landfill. Compost. Public spending. Solid waste.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Geração de resíduos por região.	16
FIGURA 2 - Geração de Resíduos por Nível de Renda.	17
FIGURA 3 - Métodos de descarte por renda e região.	19
FIGURA 4 - Índice de Cobertura De coleta de RSU no Brasil e Regiões.....	20
FIGURA 5 - Unidades de Processamento de RSU.	22
FIGURA 6 - Tipos de Unidade de Processamento de RSU em Operação.....	23
FIGURA 7 - Estimativa de disposição final no solo.	24
FIGURA 8 - Estimativa da composição gravimétrica média dos RSU coletados no Brasil.	25
FIGURA 9 - Localização dos aterros e lixões no Rio Grande do Sul.	28
FIGURA 10 - Situação dos municípios quando a disposição final.....	29
FIGURA 11 - Compartilhamento de aterros sanitários no Rio Grande do Sul.....	30
FIGURA 12 - Localização CIGRES.	32
FIGURA 13 - Localização dos municípios participantes do consórcio.	34
FIGURA 14 - Localização do município de Frederico Westphalen.....	35
FIGURA 15 - Setores da coleta de RSU Frederico Westphalen.	39
FIGURA 16 - Balança de pesagem dos caminhões no CIGRES.	40
FIGURA 17 - Ambiente de descarga e esteira de triagem dos RSU.	41
FIGURA 18 - Separação dos materiais recicláveis em galões e célula de disposição.	41
FIGURA 19 - Composição Gravimétrica dos RSU gerado pelos municípios.	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Geração mensal RSU Frederico Westphalen 2021 em toneladas.	37
TABELA 2 - Dias de coleta dos resíduos orgânicos e secos no município.	38
TABELA 3 - Dados referentes à coleta e valores pagos pela destinação de RSU ao CIGRES durante o ano de 2021 pelo município de Frederico Westphalen.	43
TABELA 4 - Cenário de redução de 30,00% no envio de orgânicos para o consórcio.	45
TABELA 5 - Valores economizados pelo município de Frederico Westphalen após redução de 30,00% no envio da fração orgânica ao consórcio.	46
TABELA 6 - Cenário de redução de 50,00% no envio de orgânicos para o consórcio.	47
TABELA 7 - Valores economizados pelo município de Frederico Westphalen após redução de 50,00% no envio da fração orgânica ao consórcio.	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

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

CIGRES - Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos

CONVALE - Consórcio público de Manejo dos Resíduos Sólidos Vale do Jaguaribe

CORSAN - Companhia Riograndense de Saneamento

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IRR - Índice de Recuperação de Resíduos

PERSRS - Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul

PEV – Ponto de Entrega Voluntária

PLANARES - Plano Nacional de Resíduos Sólidos

PMSB – Plano municipal de Saneamento Básico

PNRS - Plano Nacional de Resíduos Sólidos

PRGIRS – Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

RSS- Resíduos de Serviços de Saúde

RSU – Resíduo Sólido Urbano

SINIR - Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1. PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNDO	16
3.2 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.....	19
3.3 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO RIO GRANDE DO SUL.....	27
4. METODOLOGIA	32
4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	32
4.1.1. Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos - CIGRES	32
4.1.2 Município de Frederico Westphalen	34
4.2. LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES E DEFINIÇÃO DOS CENÁRIOS...	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 CENÁRIO ATUAL DE COLETA E GASTOS COM RSU PELO MUNICÍPIO ..	37
5.2 PRIMEIRO CENÁRIO: REDUÇÃO DE 30% NO ENVIO DA FRAÇÃO ORGÂNICA AO CONSÓRCIO	45
5.3 SEGUNDO CENÁRIO: REDUÇÃO DE 50% NO ENVIO DA FRAÇÃO ORGÂNICA AO CONSÓRCIO	46
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
7. CONCLUSÃO	50
8. REFERÊNCIAS	52
ANEXO 1 – PLANILHA DEMONSTRATIVA DE GASTOS E DESPESAS PELO MUNICÍPIO DE FREDERIDO WESTPHALEN	56

1. INTRODUÇÃO

A Lei 12.305/10 instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, dispondo um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações relacionadas à gestão e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). No seu Art. 9º é especificada uma ordem de prioridade, as quais são, a não geração; redução; reutilização; reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos; bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Doze anos se passaram desde sua publicação e pouca coisa foi feita até então. O aumento da população brasileira vem ao encontro do aumento da geração de resíduos sólidos. No entanto, a gestão e o gerenciamento desses resíduos não andam ao mesmo passo. De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS, 2020), o país coletou em 2020 cerca de 66,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos, no entanto, foram reciclados somente 1,07 milhão de toneladas de resíduos secos (1,60%) e apenas 0,27 milhão de toneladas de resíduos orgânicos foram enviados para compostagem (0,40%). A estimativa de disposição final do restante desses resíduos é de 73,80% em aterro sanitário, 11,60% em aterro controlado e 14,60% em lixões.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020), a fração orgânica é a principal componente dos RSU, correspondendo em 2020 a 45,30%, totalizando 29,38 milhões de toneladas quando relacionamos aos 66,6 milhões/ton coletadas nesse mesmo ano. Tendo em vista essa enorme quantidade de resíduo orgânico gerado no país, o qual em sua grande maioria não recebe destinação final ambientalmente adequada, acabando por ser disposto em aterros sanitários, diminuindo o tempo de vida útil do mesmo, ocupando grandes áreas, gerando gastos desnecessários de transporte e fazendo com que os municípios tenham gastos altíssimos na disposição final desse resíduo, fazem-se necessárias alternativas para o reaproveitamento dessa fração orgânica.

Com a diminuição do envio para o aterro desse tipo de material, espera-se uma melhora significativa na segregação dos resíduos secos na triagem, os quais terão maior reaproveitamento, além disso, os custos referentes à coleta, transporte e

disposição serão reduzidos substancialmente, acarretando em uma economia para o município, podendo utilizar esses recursos em outras áreas de interesse público.

Dada à problemática ambiental envolvendo os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) orgânicos e a ineficiência da gestão correta desses resíduos, este trabalho vai ao encontro de um dos objetivos da Política Nacional dos Resíduos sólidos no seu Art. 9º, colaborando para um melhor aproveitamento, reduzindo a quantidade de material destinado ao aterro sanitário e gerando economia para o município. Assim, essa pesquisa teve por objetivo realizar um levantamento referente aos custos mensais de disposição de resíduos sólidos urbanos, e propor ações de redução de envio da fração orgânica ao Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos (CIGRES), relativo ao município de Frederico Westphalen - RS.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar, quantificar e criar cenários de redução de gastos com custos relativos aos resíduos sólidos orgânicos que são enviados a aterro sanitário pelo município de Frederico Westphalen - RS.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o levantamento da quantidade de RSU que o CIGRES recebeu no ano de 2021 pelo município de Frederico Westphalen;
- Verificar os gastos com custos que o município de Frederico Westphalen teve com a disposição final dos seus RSU;
- Criar cenários de redução de gastos com custos de envio da fração orgânica pelo município em 30,00% e 50,00%; e
- Quantificar a economia financeira em cada cenário.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

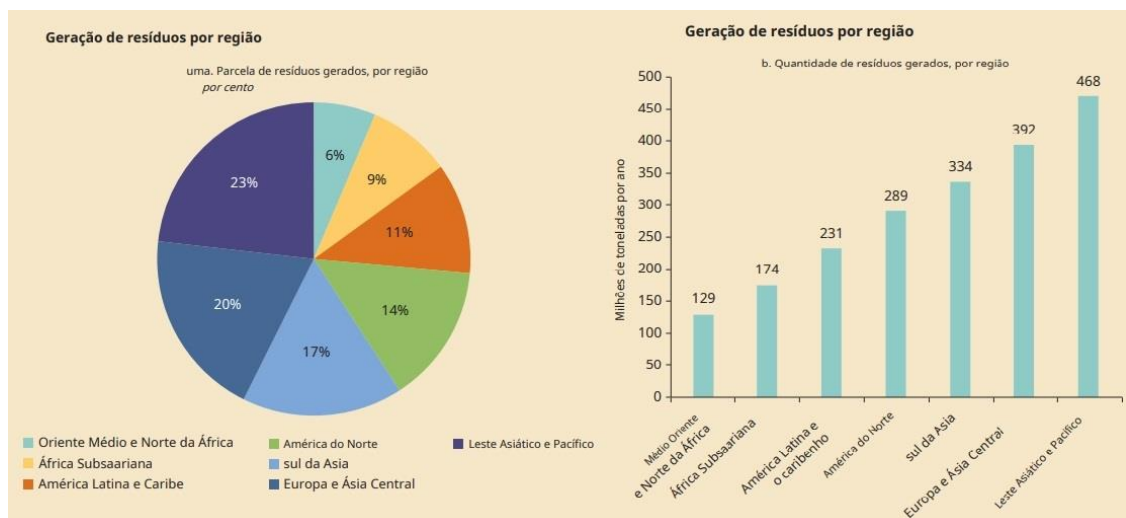
3.1. PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNDO

De acordo com Kaza *et al.* (2018, p.1):

A gestão de resíduos sólidos é uma questão universal que afeta todas as pessoas no mundo. Indivíduos e governos tomam decisões sobre consumo e gestão de resíduos que afetam a saúde diária, a produtividade e a limpeza das comunidades. Resíduos mal gerenciados estão contaminando os oceanos do mundo, entupindo drenos e causando inundações, transmitindo doenças através da criação de vetores, aumentando problemas respiratórios através de partículas transportadas pelo ar da queima de resíduos, prejudicando animais que consomem resíduos sem saber e afetando o desenvolvimento econômico, como por exemplo, através da diminuição do turismo. Resíduos não gerenciados e mal gerenciados de décadas de crescimento econômico exigem ação urgente em todos os níveis da sociedade. (KAZA *et al.*, 2018, p.1)

A geração de resíduos é algo natural quando se fala em crescimento econômico, urbano e populacional. Quanto mais desenvolvido o país é, mais resíduo ele gera. Segundo Kaza *et al.* (2018) embora os países de alta renda representem apenas 16,00% de toda a população mundial, eles geram 36,00% de todo o resíduo do mundo, países como o das regiões do Leste Asiático, Pacífico, Europa e Ásia Central, são responsáveis por 43,00% da geração mundial, já as regiões do Oriente Médio, Norte da África e África Subsaariana, produzem a menor quantidade de resíduos, totalizando apenas 15,00% dessa geração (Figura 1).

Figura 1 - Geração de resíduos por região.

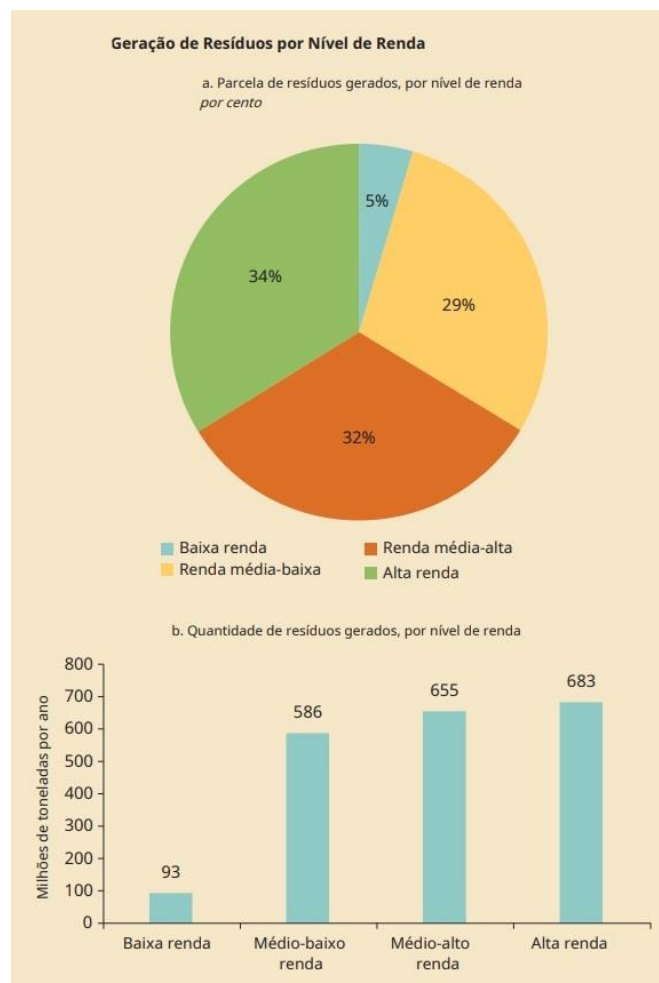


Fonte: Kaza *et al.* (2018).

Conforme Hoornweg e Bhada-Tata (2012), a produção mundial estimada de resíduos em 2012 foi de 1,3 bilhão de toneladas. De lá pra cá muita coisa mudou, muitos países melhoraram seu índice de crescimento econômico, sua renda *per capita*, houve um considerável aumento da população, a área urbana se expandiu e com isso veio o aumento do poder de compra, o qual acaba resultando em uma maior geração de resíduos. Países e economias com maior renda e com mais urbanização tendem a gerar mais resíduos (Figura 2).

Com base nos dados mais recentes disponíveis, a geração global de resíduos em 2016 foi estimada em 2,01 bilhões de toneladas (KAZA *et al.*, 2018). Esses autores afirmam ainda que até 2030, espera-se que o mundo gere 2,59 bilhões de toneladas de resíduos anualmente. Até 2050, espera-se que a geração de resíduos em todo o mundo atinja 3,40 bilhões de toneladas.

Figura 2 - Geração de Resíduos por Nível de Renda.



Fonte: Kaza *et al.* (2018).

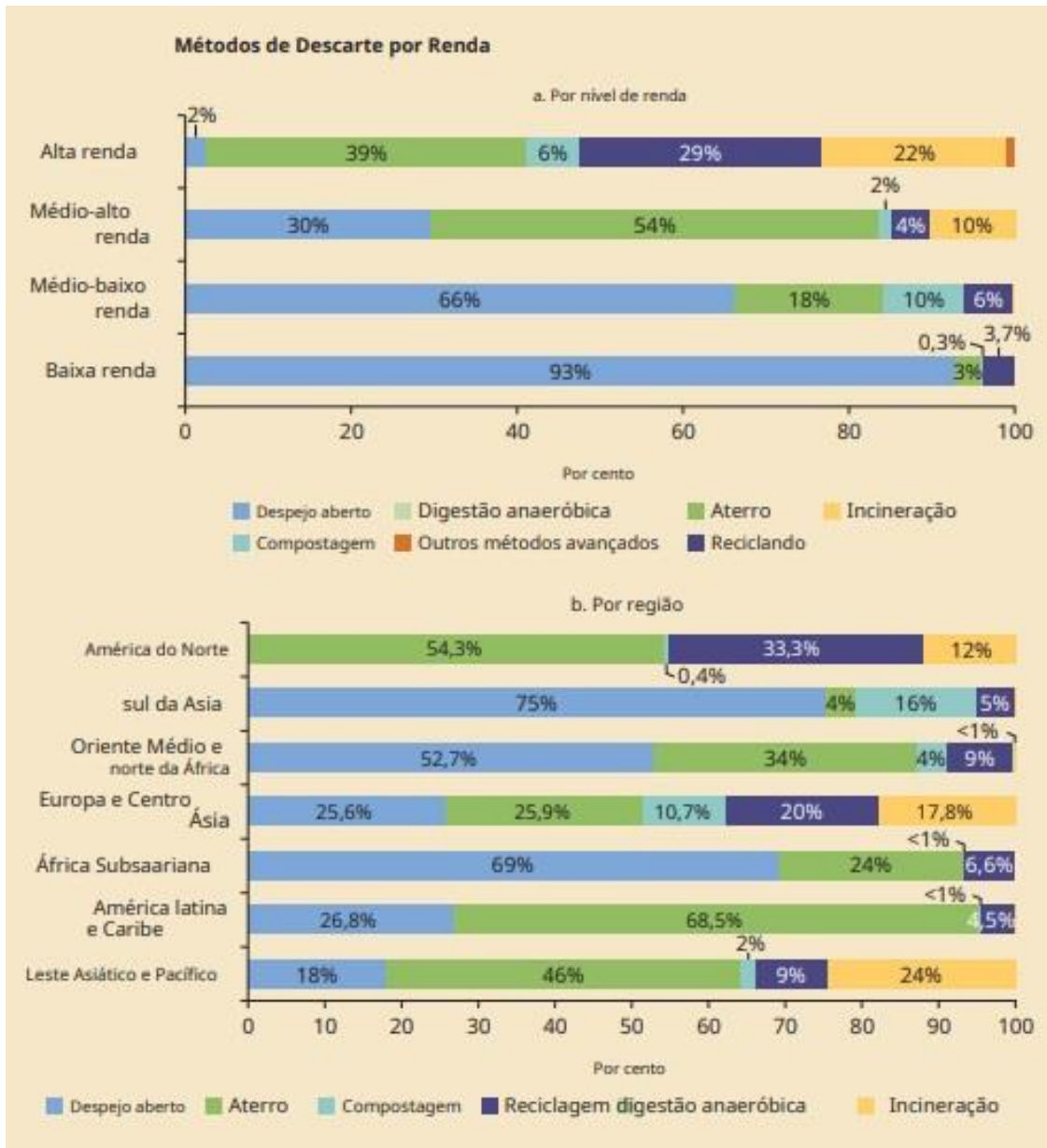
Todo esse resíduo gerado acaba sendo depositado em algum local. Normalmente os países que são mais desenvolvidos, optam por destinar de forma mais sustentável os seus resíduos quando comparado a países em desenvolvimento (Figura 3). Segundo informações do Parlamento Europeu (2021), a União Europeia tem como meta para reutilização e reciclagem até 2025, de 55,00%, já em relação a disposição em aterro, até 2035 a meta é de valores menores que 10,00%.

De acordo com o Banco Mundial (2018) entre as soluções escolhidas pelos países mais desenvolvidos, estão, a incineração, reciclagem e a compostagem. A incineração é feita, sobretudo, em países de alta renda, com mais acesso a tecnologias e em locais onde há pouco espaço disponível para a criação de aterros sanitários. Já em países de baixa renda, a maior parte do descarte dos resíduos é feita a céu aberto, em aterros sem o controle adequado, acabam queimados ou dispostos em terrenos e em rios (BANCO MUNDIAL, 2018).

Quando mal destinado, o RSU se torna um agente contaminante. Segundo o Consórcio público de Manejo dos Resíduos Sólidos Vale do Jaguaribe (CONVALE, 2021), a destinação incorreta desses resíduos pode causar grandes impactos ambientais, comprometendo o equilíbrio de todo um ecossistema, o chorume por sua vez, produzido pela decomposição dos resíduos orgânicos, pode contaminar o solo e alcançar o lençol freático, afetando também, a qualidade das águas subterrâneas.

Outro problema relacionado à má destinação dos RSU é o aumento da proliferação dos vetores e conseqüentemente a propagação de doenças. Normalmente nesses locais de descarte incorreto, encontram-se várias pessoas fazendo a coleta de material reciclável, sem o uso de qualquer tipo de equipamento de proteção, tornando-se suscetíveis ao contato com esses animais e/ou com o resíduo contaminado e acabam contraindo algum tipo de doença.

Figura 3 - Métodos de descarte por renda e região.



Fonte: The World Bank (2018).

3.2 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

A fração denominada de RSU refere-se aos originários de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (resíduos de limpeza urbana), conforme SINIR (2020). Segundo dados da ABRELPE (2020), em 2020 foram gerados no Brasil 82,5 milhões de toneladas de RSU, média

de 1,07 kg/hab./dia, totalizando 390 kg/hab./ano e 226 mil toneladas diárias, sendo a região Sudeste a mais geradora, com cerca de 113 mil toneladas/dia (50,00%) e 460 kg/hab./ano, enquanto a região Norte representa apenas 4,00% do total gerado, com 6 milhões de toneladas/ano e 328 kg/hab./dia.

A taxa de cobertura de coleta ainda é baixa. Se compararmos a taxa de coleta das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (95,90%) com as regiões Norte e Nordeste (81,45%), vemos que há uma grande diferença, quase 20,00% dos resíduos produzidos por lá não são coletados pelos seus municípios, conforme Figura 4 (ABRELPE, 2020).

Figura 4 - Índice de Cobertura De coleta de RSU no Brasil e Regiões.



Fonte: ABRELPE (2020).

Mesmo com uma taxa de coleta relativamente alta, a cobertura do serviço não foi ampliada. Dos 82,5 milhões de toneladas geradas em 2020, apenas 76,1 milhões de toneladas foram coletas, ou seja, aproximadamente 6,5 milhões de toneladas nem ao menos foram removidas do seu ponto de geração, acabaram sendo descartadas de forma incorreta, em rios, terrenos, florestas, comprometendo todo o meio ambiente e a pessoas que vivem ali (ABRELPE, 2020)

De acordo com dados do SNIS (2021), estima-se que 20,8 milhões de pessoas (9,80% da população) não tenham acesso aos serviços de coleta no país,

destes, 2,5 milhões residem em área urbana e 18,3 milhões em áreas rurais. Segundo as informações disponíveis, percebemos uma baixa taxa de cobertura dos serviços de coleta no Brasil, e vemos a necessidade de investimentos no setor para aumento percentual da quantidade coletada, com conseqüente otimização do uso de recursos naturais e redução do volume de resíduos encaminhados para disposição final (PLANARES, 2022).

Conforme recomendado pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), os resíduos devem ser destinados de acordo com o seu tipo para a forma mais adequada de tratamento. Para tanto, se faz necessário o emprego da coleta seletiva, a qual é definida como “a coleta dos resíduos sólidos previamente separados, de acordo com a sua constituição ou composição” (PNRS, 2010. art. 3º. Inciso V).

Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2022, p.23):

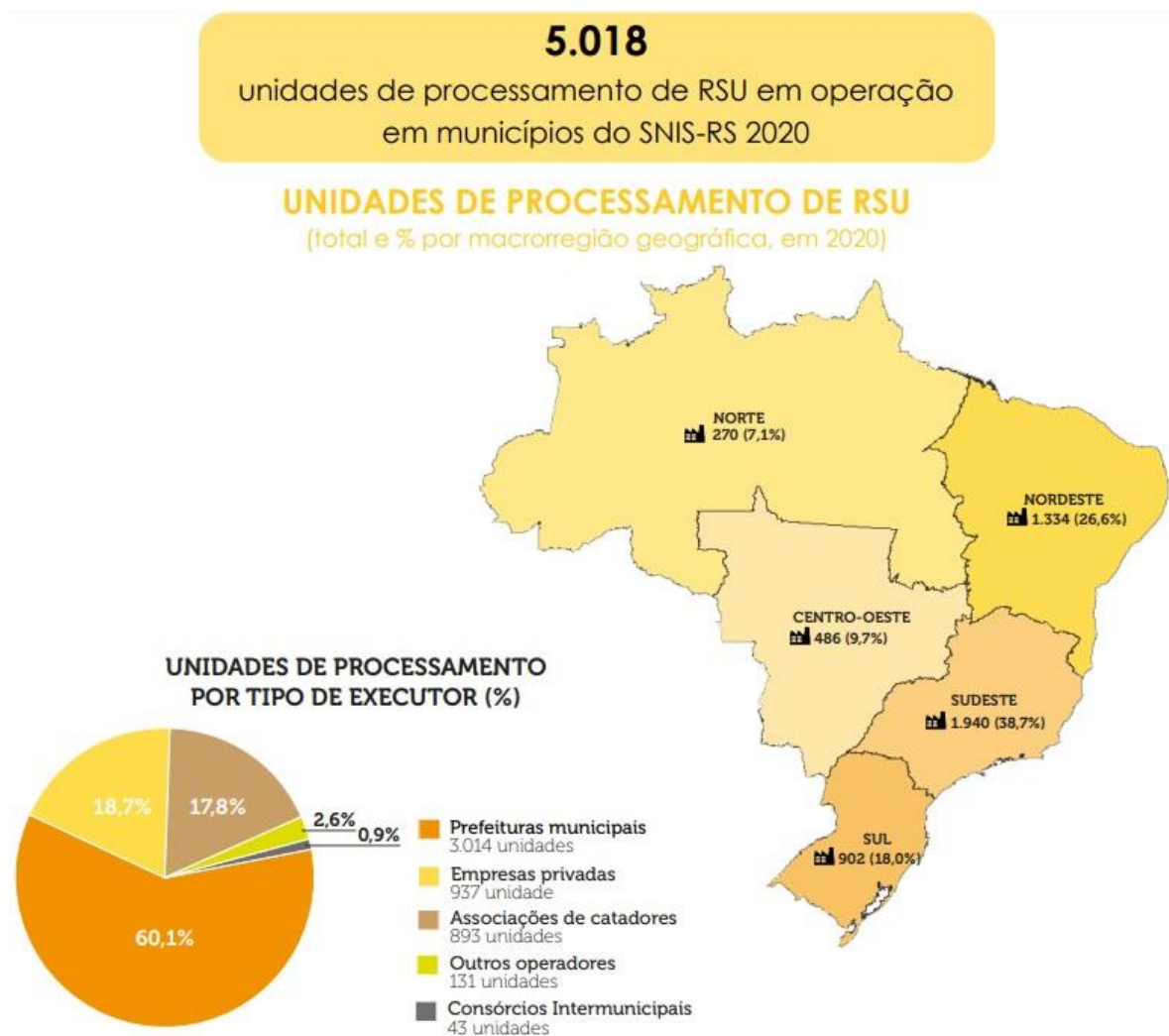
A implantação da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos é de responsabilidade dos municípios, titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos que deverão estabelecer nos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos as metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final (PLANARES, 2022. p. 2).

Conforme dados do SNIS (2021), a coleta seletiva foi identificada em 1.664 municípios (36,30% dos 4.589 consultados), atendendo 66,2 milhões de habitantes e foi responsável por recolher aproximadamente 1.9 milhão de toneladas/ano apenas de material reciclável. Com esses números, constata-se que a coleta seletiva ainda não é uma realidade em grande parte dos municípios brasileiros, temos em contrapartida, 2.925 municípios (63,70%) que declaram não dispor desse serviço (PNRS, 2022).

De acordo com o PLANARES (2022), vale ressaltar que mesmo o município alegando que exista algum tipo de coleta seletiva dos resíduos secos (porta a porta, Pontos de Entrega Voluntária - PEV ou outra modalidade), não necessariamente ela é feita de forma adequada, seja por desconhecimento da população que não sabe como separar seus resíduos e acaba não o fazendo ou por falta de infraestrutura do próprio prestador de serviço de coleta.

Todos esses resíduos coletados são destinados para as unidades de processamento de RSU. De acordo com o Diagnóstico Temático realizado pelo SNIS (2021) o Brasil tinha cerca de 5.018 unidades de processamento de RSU em operação, a maior parte delas comandadas por prefeituras municipais, empresas privadas e associação de catadores (Figura 5). Os tipos de unidades variam de aterro sanitário, lixão, compostagem, incineração, à vala de Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) e autoclave (Figura 6).

Figura 5 - Unidades de Processamento de RSU.



Fonte: SNIS (2021).

Figura 6 - Tipos de Unidade de Processamento de RSU em Operação.

TIPOS DE UNIDADES DE PROCESSAMENTO DE RSU EM OPERAÇÃO (por tipo e % do total, em 2020)	
Lixão - 1.545 (30,1%)	Vala específica de RSS (Resíduos Serviços de Saúde) - 16 (0,3%)
Aterro controlado - 617 (12,3%)	Unidade de tratamento por micro-ondas ou autoclave - 21 (0,4%)
Aterro sanitário - 652 (13,0%)	Queima em forno de qualquer tipo - 2 (0,0%)
Unidade de triagem (galpão ou usina) - 1.325 (26,4%)	Área de transbordo e triagem de RCC e volumosos (ATT) - 64 (1,3%)
Unidade de compostagem (pátio ou usina) - 74 (1,5%)	Área de reciclagem de RCC (Resíduos de Construção Civil) - 44 (0,9%)
Unidade de transbordo (RDO+RPU) - 202 (4,0%)	Aterro de RCC (aterros inertes) - 78 (1,6%)
Unidade de tratamento por incineração - 16 (0,3%)	Outro - 315 (6,3%)
Unidade de manejo de galhadas e podas - 47 (0,9%)	

Fonte: SNIS (2021).

Para o SNIS (2021, p. 40) entende-se por unidades de processamento:

Toda instalação dotada ou não de equipamentos eletromecânicos em que quaisquer tipos de resíduos sólidos urbanos (RSU) sejam submetidos a alguma modalidade de processamento, abrangendo desde a simples disposição no solo em um lixão ou a usual transferência (ou transbordo) de um tipo de veículo coletor para outro, de maior capacidade, até - por exemplo - o tratamento em uma sofisticada unidade de triagem (SNIS, 2021, p. 40).

Essas unidades de processamento foram responsáveis por receber 97,2 milhões de toneladas de resíduos sólidos, sendo que 70,00% desse montante (65,3 milhões de toneladas) acabaram encaminhados para unidades de disposição no solo (Figura 7), como aterro sanitário, aterro controlado e lixão, cada um recebendo um total de 48,2 milhões/ton, 7,6 milhões/ton e 9,6 milhões/ton respectivamente (SNIS, 2021).

Figura 7 - Estimativa de disposição final no solo.



Fonte: SNIS (2021).

Segundo dados da ABRELPE (2020), áreas de disposição inadequada, incluindo lixões e aterros controlados que ainda estão em operação no Brasil, recebem quase 40,00% do total de resíduos coletados. Outros tipos de destinação final também são utilizados, porém, em menor escala, como por exemplo, unidade de triagem, compostagem, incineração, unidade de manejo de galhos e podas, entre outros. Entretanto a destinação em solo, ainda, é a mais aplicada, tal fato pode ser dado pelo seu baixo custo quando comparado a outras alternativas (SNIS, 2021).

Uma análise importante a ser feita para entender qual é o tipo específico de resíduo que está sendo enviado para os aterros é a composição gravimétrica.

Fricke *et al.* (2015, p. 162) complementam:

Tratar e dar um destino adequado à grande quantidade de resíduos tem sido um enorme desafio às autoridades públicas e setor privado. Para que haja melhor gestão e gerenciamento de resíduos é preciso conhecer qual a quantidade e que tipo de material é descartado, pois a partir desses dados é possível definir melhor a política municipal dos resíduos e, eventualmente, estimar a energia que poderá ser gerada a partir da recuperação energética dos resíduos, quanto de material poderá ser reciclado e qual será a redução de massa nos aterros. (FRICKE *et al.*, 2015, p. 162).

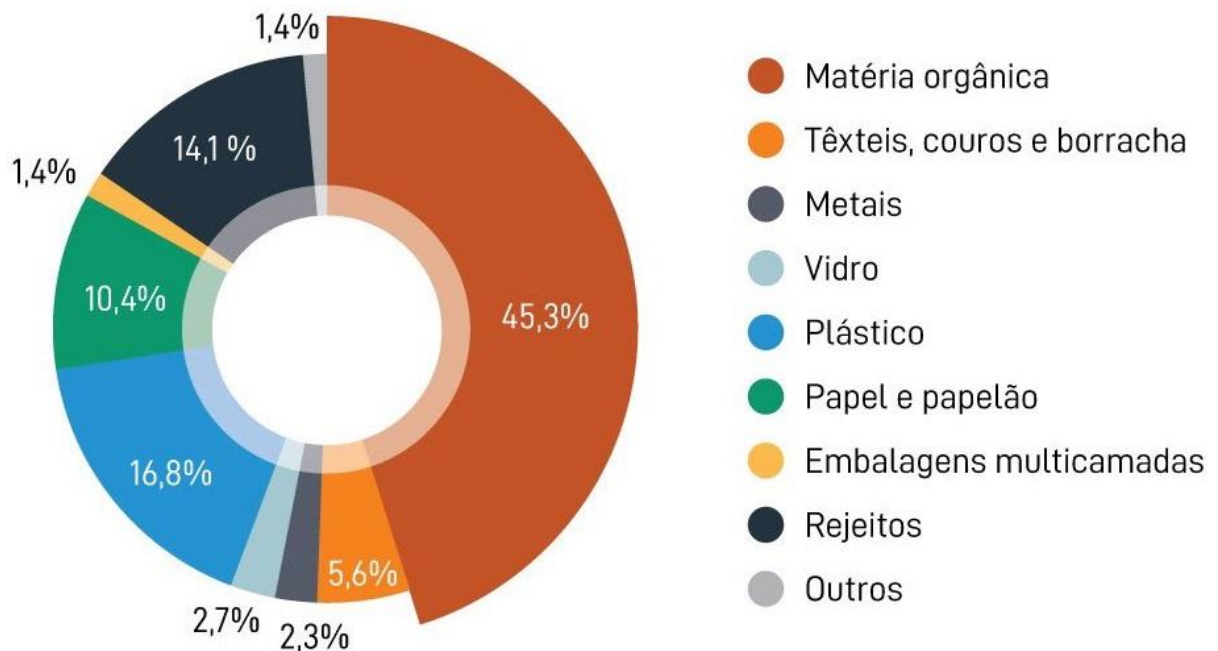
“Os resíduos domiciliares são compostos por matéria orgânica e outros materiais típicos das atividades diárias humanas. Sua composição está diretamente relacionada ao poder aquisitivo da população, seus hábitos e costumes.” (MMA, 2019, p. 18).

Segundo o PLANARES (2022), os dados disponíveis mostram que o maior componente dos RSU (Figura 8) é a fração orgânica com 45,30%, abrangendo

sobras e perdas de alimentos, resíduos verdes e madeira, seguido pelos resíduos secos com 33,60%, o qual é composto principalmente pelo plástico o qual soma 16,80%, papel e papelão com 10,40%, vidros 2,70%, metais 2,30% e embalagem com diversas camadas, como as de leite e suco com 1,40%.

Existem ainda outros tipos de resíduos que somam 21,10% da composição gravimétrica, é o caso dos resíduos têxteis, couros e borrachas representando 5,60% e os rejeitos, composto principalmente por resíduos sanitários com 15,50%, sendo esses os únicos tipos de materiais que deveriam ser dispostos em aterros sanitários (MMA, 2022).

Figura 8 - Estimativa da composição gravimétrica média dos RSU coletados no Brasil.



Fonte: ABRELPE (2020).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) definiu no seu art. 3º, inciso VII que a destinação final ambientalmente adequada é a destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético. No Brasil, a maior parte dos RSU coletados seguiu para disposição em aterros sanitários em 2020 (ABRELPE, 2020).

De acordo com o PLANARES (2022), os materiais recicláveis secos representam, aproximadamente, 33,60% de todo o resíduo gerado no Brasil, o que

corresponde a 22,38 milhões de toneladas por ano (do total de 66,6 milhões/ton/ano conforme dados do SNIS), desse montante, em 2020, apenas 1,07 milhão de toneladas foram realmente recicladas, representando 4,80% do total coletado de materiais recicláveis. Quando falamos dos resíduos orgânicos os números são ainda menores, das 30 milhões de toneladas coletadas no ano de 2020, apenas 270 mil toneladas foram encaminhadas para centros de compostagem, o que corresponde a aproximadamente 1,00% do total coletado de material orgânico (SNIS, 2020).

O restante desses resíduos que não foram beneficiados, acabaram sendo dispostos em aterros sanitários, aterros controlados ou lixões. Segundo o PLANARES (2022), é essencial implementar políticas de redução, reciclagem e valorização dos resíduos sólidos para ampliar a vida útil dos aterros sanitários, mitigar as emissões de gases de efeito estufa e reduzir os custos com a manutenção de tais unidades.

Os gastos financeiros com o manejo dos RSU são altos, alguns municípios do Brasil cobram pelos serviços de coleta domiciliar, transporte e destinação final. Segundo o SNIS (2021) a cobrança pelos serviços ocorre em 1.851 municípios (40,00% dos 4.589 participantes). Tal cobrança se dá em maior parte pelo boleto do IPTU (83,00%), os demais cobram por meio de taxa no boleto de água (11,80%), boleto específico (4,10%) e tarifa (0,30%).

De acordo com o Planares (2022) a situação atual ainda está distante do que se poderia considerar desejável para a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços de limpeza urbana. Em nível regional, a região Sul é a que concentra o maior número de municípios que fazem a cobrança pelos serviços com uma taxa de 83,50%, na sequência vem a região Sudeste com 46,20%, depois a região centro-oeste com uma taxa de 27,20%, na região Norte temos apenas 19,50% dos municípios com cobrança, e por último, a região Nordeste onde apenas 6,60% dos municípios efetivamente cobram pelos serviços (SNIS, 2021).

PLANARES (2022. p. 52), afirma que:

A definição de um sistema de cobrança demanda, dentre outros, conhecimento das características físicas e demográficas do município, dos valores de despesas e receitas e do processo operacional de manejo de resíduos sólidos urbanos e de limpeza pública (PNRS, 2022, p. 52).

O SNIS (2021) verificou que em 1.851 municípios, a receita cobre, em média, apenas 56,40% das despesas totais e estimou que o custo dos serviços no meio

urbano é em média R\$ 141,22 habitante/ano ou R\$11,76 hab./mês, com variações macrorregionais entre R\$ 105,42 (Norte), R\$ 131,59 (Nordeste), R\$ 137,62 (Centro-Oeste), R\$ 156,71 (Sudeste) e R\$ 125,04 (Sul).

A despesa total estimada pelo SNIS (2021) que as prefeituras tiveram com o manejo de RSU no ano de 2020, ou seja, despesas com pessoal, veículos, manutenção, insumos, terceirizações e demais remunerações, exceto investimentos, foi de 25,25 bilhões de reais. O PLANARES (2022, p. 52) relata como se faz importante a sustentabilidade econômico-financeira para a gestão correta dos resíduos sólidos nos municípios:

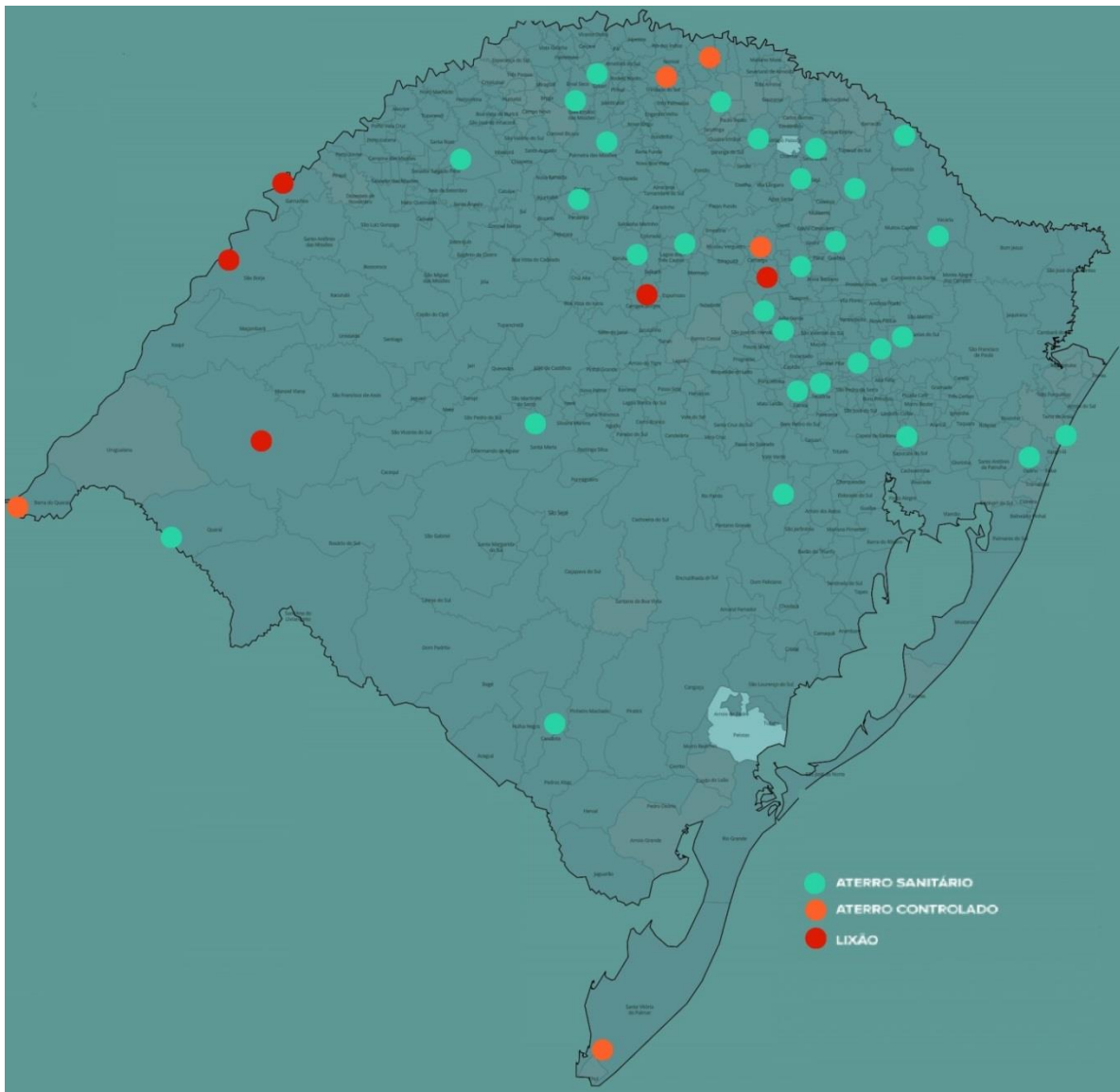
A implantação de um sistema de recuperação de custos, dedicado com exclusividade para a gestão de resíduos, aliado à concessão dos serviços, permite investimentos de médio a longo prazo pelas concessionárias, o que aumenta as chances de efetiva implementação de soluções eficazes para o aprimoramento da gestão de resíduos, o que é limitado quando se trabalha apenas com contratos de curto prazo, que aliados à falta de previsibilidade e segurança jurídica, acabam por retardar ou impedir maiores investimentos, inclusive pelo setor privado, o que por sua vez prejudica a viabilidade de soluções para melhor aproveitamento dos resíduos. A cobrança de taxa ou tarifa é essencial para a sustentabilidade financeira dos serviços prestados (PLANARES, 2022, p. 52).

3.3 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO RIO GRANDE DO SUL

De acordo com os dados do SNIS (2021), o estado do Rio Grande do Sul gerou em média 0,84 kg/hab./dia (dados relacionados aos 409 municípios participantes), e uma geração anual aproximada de 3,2 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos no ano de 2020. No que tange a taxa de cobertura do serviço de coleta de RSU, o estado atingiu 92,50% segundo dados do Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2021), já o número de materiais recicláveis recolhidos através da coleta seletiva foi de aproximadamente 53 kg/hab./ano, sendo a taxa de municípios com iniciativa de coleta seletiva de 50,20%.

O estado dispõe de 129 unidades de triagem e 5 unidades de compostagem, a qual foi responsável por recuperar cerca de 30 mil toneladas de resíduos orgânicos. As 3,2 milhões de toneladas de resíduos coletadas tiveram como principal destino a disposição em solo, sendo 31 aterros sanitários, 6 aterros controlados e 5 lixões (Figura 9), onde cada qual recebeu 98,80%, 0,80% e 0,40% respectivamente (SNIS, 2021).

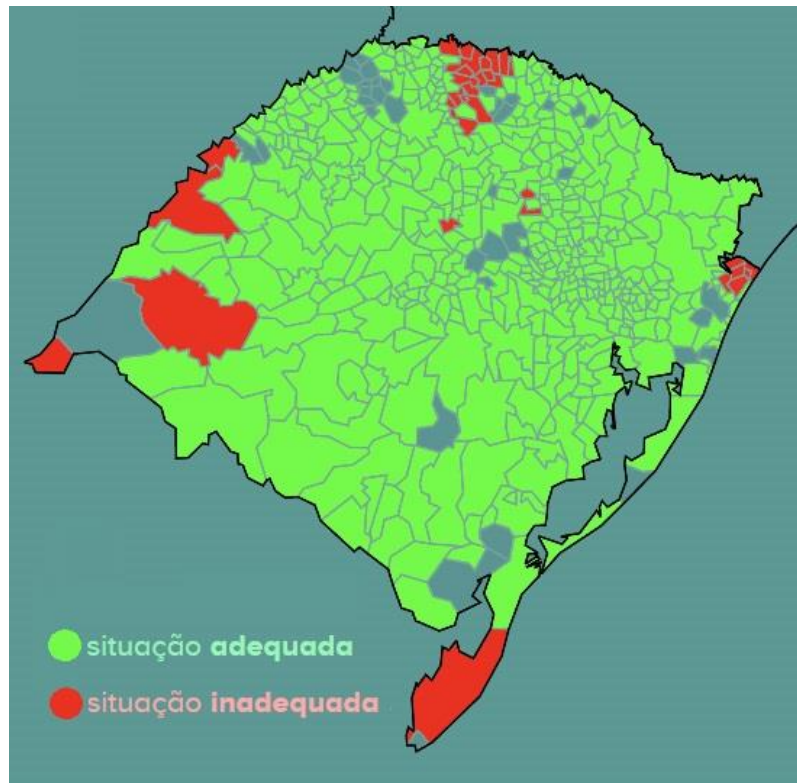
Figura 9 - Localização dos aterros e lixões no Rio Grande do Sul.



Fonte: SINIR (2019).

Através dos dados informados, percebe-se que 98,80% de toda a geração de RSU no estado é disposta de forma adequada em aterros sanitários e 1,20% de forma inadequada, sendo ainda utilizados aterros controlados e lixões. Na Figura 10 se pode constatar a situação dos municípios quanto a sua disposição final de RSU.

Figura 10 - Situação dos municípios quando a disposição final.



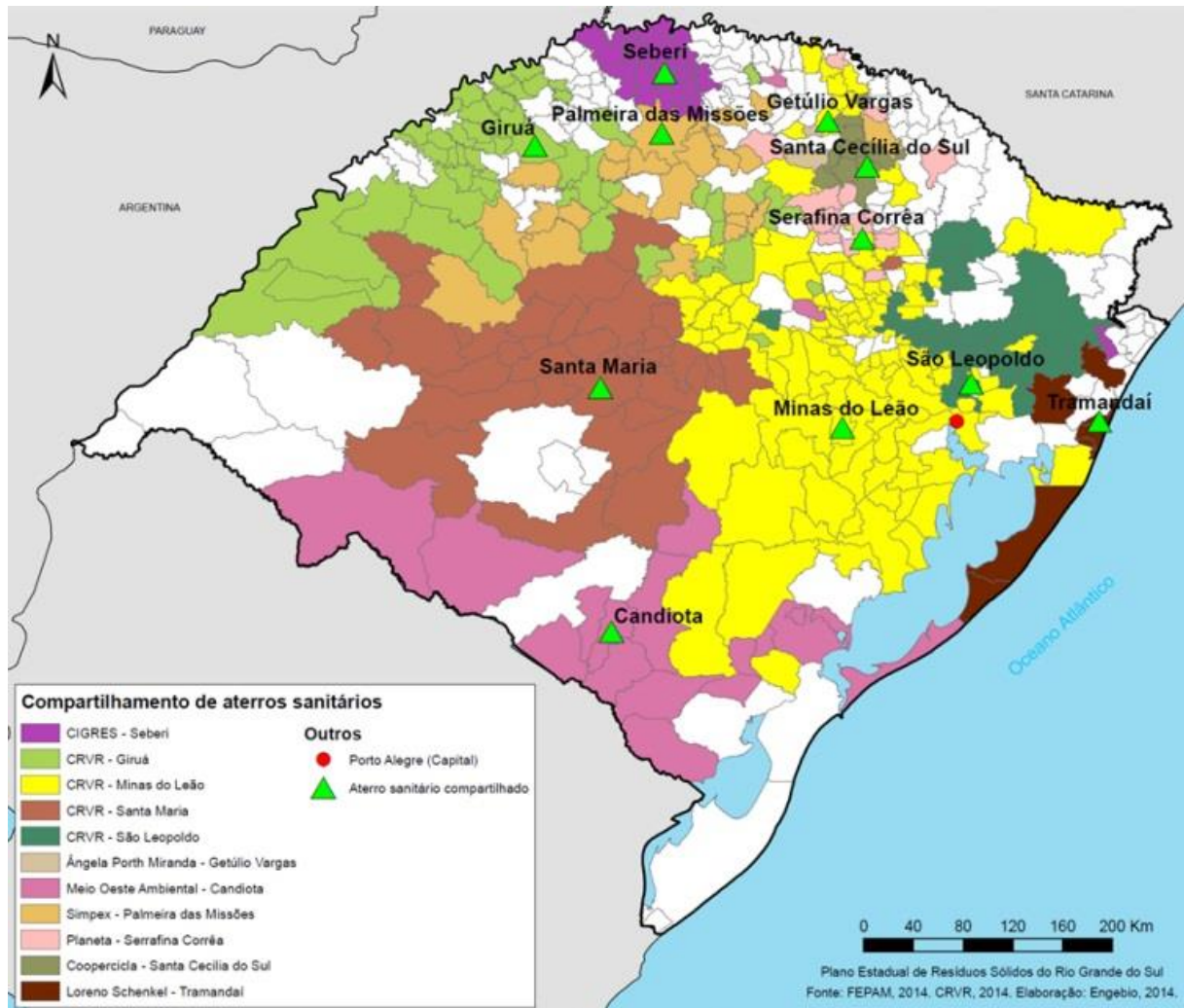
Fonte: SINIR (2019).

Conforme dados do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul (PERSRS, 2014), 367 municípios gaúchos (aproximadamente 74,00% dos municípios e da população do Estado) compartilham unidades de disposição final de RSU, do total de 11 aterros sanitários compartilhados no Estado, 10 são privados e 1 é público, o qual é pertencente o CIGRES, localizado em Seberi.

Na Figura 11 é apresentada a relação de compartilhamento de unidades de disposição final de RSU entre os municípios gaúchos e as cores representam municípios que encaminham seus resíduos para uma mesma unidade (PERSRS, 2014). Os aterros sanitários compartilhados privados do Estado são responsáveis por receber juntos, os resíduos gerados por 72,00% da população total, o que corresponde a 68,00% dos municípios do Estado (PERSRS, 2014).

O consórcio CIGRES atende 31 municípios da região noroeste, com uma população aproximada de 173.814 habitantes, nele foram destinadas 20,3 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos no ano de 2021 (CIGRES, 2021).

Figura 11 - Compartilhamento de aterros sanitários no Rio Grande do Sul.



Fonte: PERSRS (2014).

Os custos de coleta, triagem, separação, seleção e beneficiamento, são pagos mensalmente ao consórcio pelas prefeituras participantes. Para fins de cobrança, a quantidade de resíduos encaminhada para o CIGRES pelos municípios reflete no valor final a ser pago. Quanto mais resíduos o município enviar para o consórcio, maior vai ser o valor a ser pago por ele, já que a cobrança se dá por tonelada de RSU que chega até lá.

Tomaremos como exemplo a cidade de Frederico Westphalen, que no mês de dezembro de 2021 enviou 500,06 toneladas de RSU para o consórcio CIGRES. Nesse mês, o custo da tonelada foi de R\$176,16, portanto, o município teve uma despesa de R\$96.898,56 apenas no mês de dezembro. Considerando que o

município tinha uma população de 31.000 habitantes em dez/2021 (IBGE 2022), a geração *per capita* foi de aproximadamente 0,6kg.

Analisando esses dados, é possível constatar como o gasto com a gestão de resíduos se torna oneroso para o município, comprometendo uma boa parte dos seus recursos. Em alguns casos, esse valor pode representar até 20,00% de sua receita (USP, 2021). Uma alternativa simples para reduzir o montante que é enviado ao consórcio e conseqüentemente o valor despendido na disposição final, seria a adoção de práticas de compostagem com a fração orgânica, já que essa compõe a maior parte da massa dos RSU. Para tal, é de extrema importância a parceria entre os setores que compõe a sociedade.

Em Seberi, município ao norte do Rio Grande do Sul, no ano de 2019, houve uma redução de 7,20% no envio de resíduos orgânicos ao aterro sanitário CIGRES, isso se deve a ações de extensão universitária de educação ambiental e ao incentivo a prática da compostagem feitas pela Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen (BORBA *et al.*, 2022). Tal dado demonstra e reforça como é importante a implementação de estratégias para um melhor aproveitamento da fração orgânica, dessa forma reduzindo a massa enviada ao aterro sanitário, prolongando sua vida útil e promovendo redução de custos para os municípios.

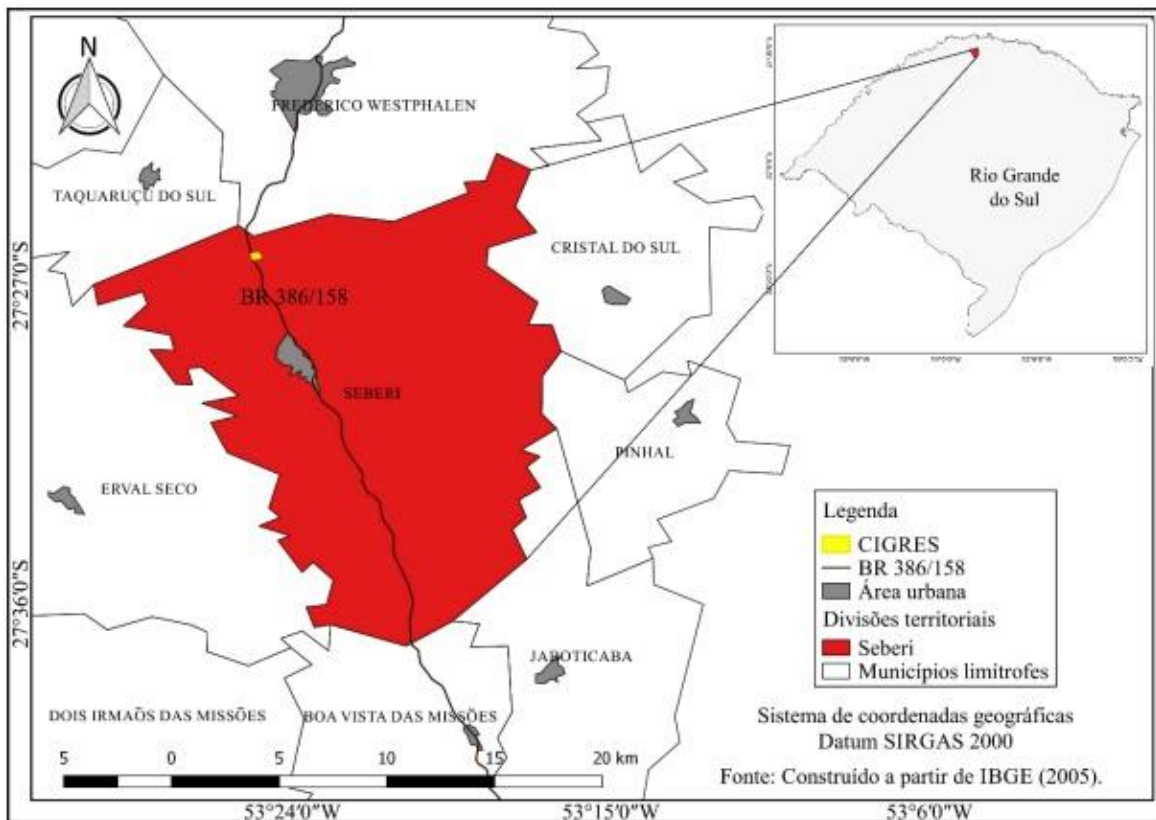
4. METODOLOGIA

4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

4.1.1. Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos - CIGRES

O CIGRES localiza-se no município de Seberi/RS, às margens do km 43 da BR 386, na localidade de linha Osvaldo Cruz, no Noroeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 12). Foi fundado em 14 de setembro de 2001, com a participação de 13 municípios e iniciou suas atividades em 12 de março de 2007 (CIGRES, 2022).

Figura 12 - Localização CIGRES.



Fonte: Borba (2019).

O CIGRES está instalado em uma área de 7,77 hectares (PIGIRS, 2019), a soma da população dos municípios atendidos pelo consócio é de aproximadamente 172.814 habitantes segundo estimativa do IBGE 2018 (PIGIRS, 2019), recebe em média 1.650 toneladas de resíduos sólidos urbanos por mês e nesse ano alcançou

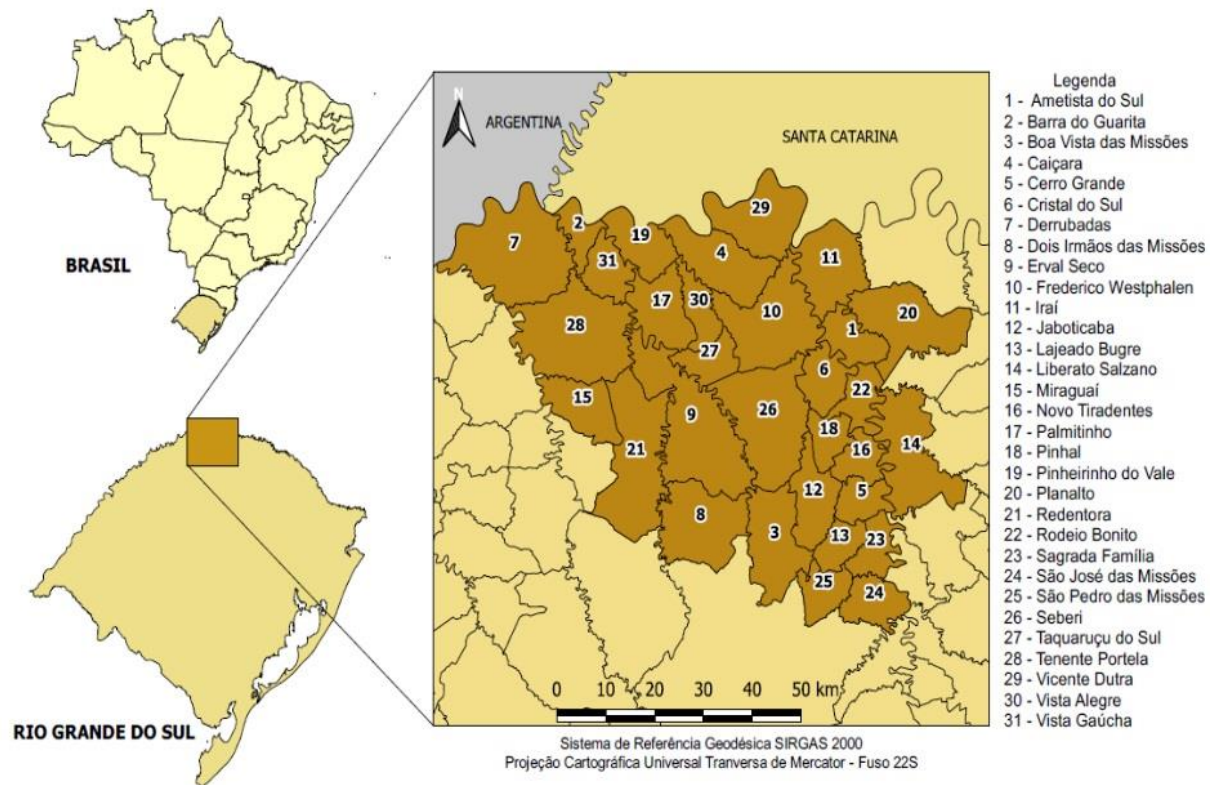
uma taxa de triagem de 16,00% (BORBA, 2019). Ainda segundo Borba (2019), cabe salientar, que o consórcio é responsável por 100 empregos diretos e mais de 2.000 empregos indiretos, demonstrando seu importante papel social, econômico e ambiental na região.

O aterro conta com três células para disposição de rejeitos, sendo que duas delas não possuem geomembrana de impermeabilização em sua base, tal fato se dá pela baixa permeabilidade do solo naquela região e pela quantidade de resíduos que ela recebia no início de sua operação, porém, com o passar do tempo e o aumento dos consorciados, foi exigido pela FEPAM o uso da geomembrana de impermeabilização em sua terceira célula (BORBA, 2019).

Atualmente o consórcio é formado por 31 municípios da região Noroeste do Rio Grande do Sul (Figura 13), sendo eles: Ametista do Sul, Boa Vista das Missões, Barra do Guarita, Caiçara, Cerro Grande, Coronel Bicaco, Cristal do Sul, Derrubadas, Dois Irmãos das Missões, Erval Seco, Frederico Westphalen, Iraí, Jaboticaba, Lajeado do Bugre, Liberato Salzano, Miraguaí, Novo Tiradentes, Palmitinho, Pinhal, Pinheirinho do Vale, Redentora, Rodeio Bonito, Sagrada Família, São José das Missões, São Pedro das Missões, Seberi, Taquaruçu do Sul, Tenente Portela, Vicente Dutra, Vista Alegre e Vista Gaúcha (PRGIRS – CIGRES, 2019).

O Empreendimento é Licenciado através da LO Nº 01229/2020 - DL, a qual autoriza o consórcio a promover a operação relativa à atividade de destinação de resíduos sólidos urbanos, através de central de triagem e compostagem com aterro sanitário e lagoas de tratamento (CIGRES, 2022). A criação do consórcio teve por objetivo atender a demanda da região em relação à disposição dos resíduos sólidos urbanos, de forma a viabilizar a implantação de programas e tecnologias com vistas a apoiar o desenvolvimento autossustentável regional, voltados para a proteção do meio ambiente e a melhoria na qualidade de vida da população (PRGIRS – CIGRES, 2013).

Figura 13 - Localização dos municípios participantes do consórcio.

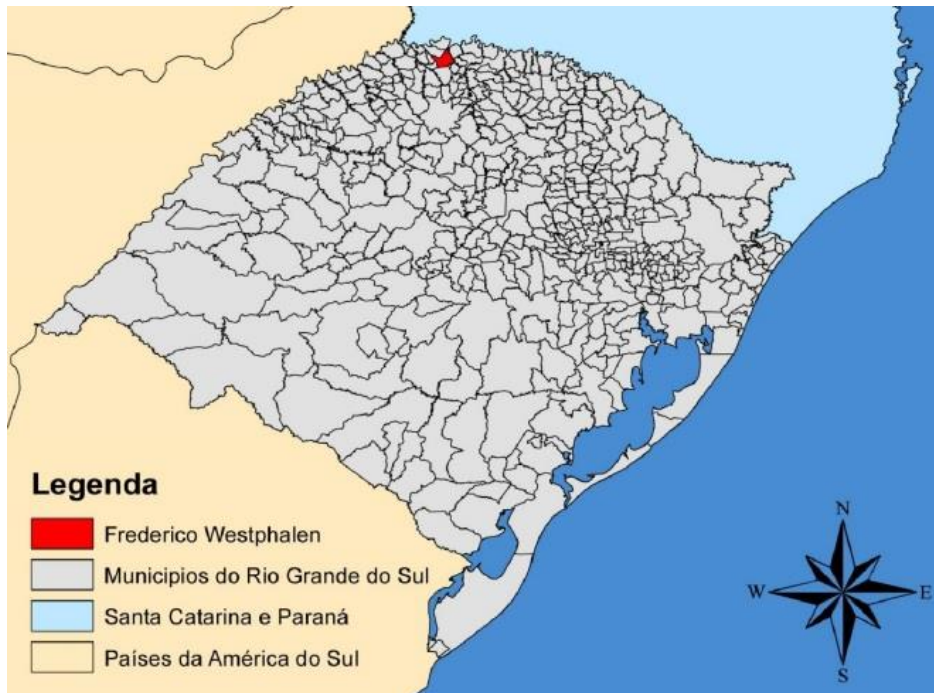


Fonte: Linsbinsk *et al.* (2020).

4.1.2 Município de Frederico Westphalen

O Município de Frederico Westphalen está localizado no Norte do Rio Grande do Sul, em uma área de 265,181 km², a uma latitude 27°21'33" Sul e uma longitude 53°23'40" Oeste (Figura 14). Sua população, conforme estimativa do IBGE de 2022 é de 31.675 habitantes. A cidade conta com 16 bairros e dois distritos, Castelinho e Osvaldo Cruz. Sua altitude é de 566 metros. Uma das principais rodovias do Rio Grande do Sul, a BR-386/158, passa pelo município, o que contribui para o seu desenvolvimento, facilitando o escoamento da produção agrícola e industrial (PREFEITURA MUNICIPAL DE FREDERICO WESTPHALEN, 2022).

Figura 14 - Localização do município de Frederico Westphalen.



Fonte: Passini (2015).

Cerca de 80,00% da população do município vive na zona urbana, fato que implica na predominância de atividades não rurais no município, como comércio, serviços e indústria (PREFEITURA MUNICIPAL DE FREDERICO WESTPHALEN, 2022). A atividade empresarial no município é composta principalmente por empresas e organizações que empregam de 0 a 4 funcionários, juntas representam mais 70,00% do total do município (SICRED, 2019).

Segundo dados da prefeitura, o perfil econômico do município é formado pelos mais diversos setores e a composição do mercado e sua participação no número de empresas por setor está distribuída em, 42,00% setor de serviços, 36,00% comércio, 11,00% indústria de transformação, 10,00% no setor da construção civil e 1,00% em agropecuária, extração vegetal, caça e pesca (PREFEITURA MUNICIPAL DE FREDERICO WESTPHALEN, 2022).

4.2. LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES E DEFINIÇÃO DOS CENÁRIOS

As informações referentes à geração e custos mensais de disposição, foram obtidas diretamente com CIGRES, através do fornecimento pelo mesmo, de relatórios contábeis referentes a todos os meses do ano de 2021 (ANEXO 1).

Nesse sentido, foram simulados cenários de redução no envio da fração orgânica para o aterro sanitário (30,00% e 50,00%), visando à implementação de ações de compostagem nas áreas urbanas, reduzindo a taxa de orgânicos enviados ao consórcio e conseqüentemente reduzindo o valor a ser pago pela disposição dos RSU pelo município. Isso será possível com as informações de custos por tonelada, o qual é variável mensalmente. Com isso, haverá a possibilidade de analisar os custos mensais e estimar uma economia ao município, seja ao mês ou ao ano.

A redução de 30,00% no envio da fração orgânica ao aterro sanitário, foi definida por ser um valor razoável a ser alcançado pelo município, demonstrando que mesmo com essa pequena porcentagem já se tem uma redução significativa de custos financeiros pelo município. Já a redução de 50,00% foi definida por se tratar de uma diminuição mais significativa e conseqüentemente demonstrará de forma mais expressiva a redução financeira obtida pelo município no manejo dos seus resíduos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CENÁRIO ATUAL DE COLETA E GASTOS COM RSU PELO MUNICÍPIO

De acordo com os dados fornecidos pelos CIGRES (2021), a geração média de resíduos sólidos no município de Frederico Westphalen em 2021 foi de aproximadamente 566,31 toneladas por mês ou 0,60 kg *per capita* referente aos seus 31 mil habitantes. Os dados completos da geração no ano de 2021 podem ser consultados na Tabela 1. Dentre os 31 municípios participantes do consórcio, Frederico Westphalen é um dos que mais gera RSU, acumulando em 2021 um índice de participação de 33,34% de todo o resíduo recebido no aterro sanitário (CIGRES, 2021).

Tabela 1 - Geração mensal RSU Frederico Westphalen 2021 em toneladas.

Meses	Geração
Janeiro	612,30
Fevereiro	598,40
Março	529,24
Abril	577,51
Maio	533,96
Junho	562,26
Julho	586,84
Agosto	568,12
Setembro	558,03
Outubro	555,70
Novembro	550,06
Dezembro	563,32
Total	6.795,74
Média	566,31

Fonte: Elaborado a partir de informações disponibilizadas pelo CIGRES (2021).

O município conta com o sistema de coleta seletiva (realizada pela própria prefeitura municipal), a qual segundo o PIGIRS (2019) se dá em dias alternados na semana, conforme mostrado na Tabela 2, sendo que no domingo não há coleta. No que se refere a área rural, a coleta é feita quinzenalmente. Conforme a lei

12.305/2010, compreende-se por coleta seletiva a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição.

Tabela 2 - Dias de coleta dos resíduos orgânicos e secos no município.

Dias da Coleta Seletiva	
Orgânicos	Secos
Segunda-feira	
	Terça-feira
Quarta-feira	
	Quinta-feira
Sexta-feira	
	Sábado

Fonte: Elaborado com dados do PIGIRS (2019).

Entretanto, segundo Borba (2019), a taxa de triagem do consórcio responsável por receber os RSU do município é de apenas 16,00%, o que demonstra alguns entraves, principalmente no sistema de coleta. Cabe-se dizer também, que o gerador tem sua responsabilidade cessada quando disponibiliza de forma adequada seu resíduo para coleta, tonando-se essa da administração municipal.

A partir de tais informações, verifica-se que no município o acondicionamento dos RSU se dá usualmente em sacolas plásticas, sacos de lixo e caixas de papelão, os quais são dispostos em coletoras que normalmente se localizam em frente as residências, praças, comércios e outros pontos estratégicos do município, na ausência das coletoras, o resíduo acaba por ser disposto no chão (PIGIRS, 2019). Uma problemática referente à disposição dos resíduos, é que normalmente não se tem uma padronização do local onde ele é colocado, o que acaba atraindo animais como cães, gatos, ratos e pássaros, os quais conseguem ter fácil acesso, rasgando as sacolas e espalhando aos resíduos no chão, dificultando e até mesmo impossibilitando a coleta e contaminando os outros materiais.

Após o descarte dos resíduos nas coletoras, a responsabilidade da coleta passa a ser da administração municipal, a qual estabelece roteiros, dias e horários para tal. Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB, 2011) do município, o roteiro de recolhimento abrange toda a área urbana e alguns pontos da

área rural, as quais são subdivididas em setores (Figura 15), facilitando assim a coleta.

Figura 15 - Setores da coleta de RSU Frederico Westphalen.



Fonte: PMSB (2011).

Os roteiros exemplificam o andamento da coleta, o qual dentro de um setor pode ser alterado de acordo com critérios do motorista. Após definir o roteiro, uma equipe de garis vai na frente, recolhendo os resíduos e os reunindo em um único ponto da rua selecionada, tal trabalho tem o nome de “embandeiramento” e ocorre todas as vezes antes da coleta com o caminhão, esse trabalho torna a coleta mais fácil e ágil (PMSB, 2011).

Após o caminhão atingir sua capacidade máxima de carga, ele tem como destino o consórcio CIGRES em Seberi, distante a 10 km de Frederico Westphalen. Ao chegar no consórcio o caminhão passa pela balança (Figura 16), onde tem seu peso aferido e anotado, tal valor é importante, pois será ele que definirá qual o valor a ser pago pelo município pelos serviços prestados.

Para entendimento, todos os resíduos, mesmo os que chegam como coleta seletiva, são destinados ao mesmo local de descarga onde também estão os RSU de coleta convencional, dessa forma acabam se misturando, por isso a importância de separar o resíduo pelo menos em três frações, seco, orgânico e rejeito, assim,

quando a embalagem chega na esteira para triagem, o funcionário consegue identificar o RSU e fazer a seleção mais facilmente.

Figura 16 - Balança de pesagem dos caminhões no CIGRES.



Fonte: Autor (2022).

Na sequência ele é encaminhado para o ambiente de descarga, onde os resíduos são dispostos temporariamente no chão já próximo à esteira onde ocorre a triagem do material. Esses resíduos são encaminhados para a esteira com a ajuda de um trator. Já na esteira, os resíduos passam pelo processo de triagem, a qual é feita de forma manual pelos funcionários do consórcio, sendo separados conforme o tipo, entre reciclável (vidro, papelão, papel, alumínio, eletrônicos, plástico, entre outros) e rejeito, o qual segue na esteira até o caminhão que o encaminhará até a célula para disposição (Figura 17).

Os resíduos orgânicos, no momento, não estão sendo compostados devido a irregularidades referentes ao pátio de compostagem, dessa forma, toda a fração orgânica está sendo disposta diretamente no aterro sanitário. Vale ressaltar, que aproximadamente 45,30% da geração do RSU corresponde a fração orgânica, a qual quando se refere a coleta e destinação representa a maior parte dos gastos despendidos pelos municípios, dado o espaço que ela ocupa nos caminhões de coleta e o seu peso para disposição (SNIS, 2021)

Figura 17 - Ambiente de descarga e esteira de triagem dos RSU.



Fonte: Autor (2022).

Durante a triagem, os materiais selecionados, como alumínio, papel, plástico, pet, são acondicionados temporariamente em galões localizados ao lado da esteira, e após, são enviados para a máquina de prensa. O restante do material que não foi selecionado segue em um caminhão até a célula receptora, onde ele é despejado, compactado e coberto com terra conforme demanda (Figura 18).

Figura 18 - Separação dos materiais recicláveis em galões e célula de disposição.



Fonte: Autor (2022).

A taxa de materiais recicláveis que o consórcio consegue triar é muito pequena, das 19.599,65 toneladas que o consórcio recebeu em 2018, apenas 2.356,42 toneladas foram aproveitadas, o restante, 17.243,30 toneladas acabaram

sendo dispostas no aterro sanitário. Esse número demonstra a falta de gestão eficiente dos RSU no município e também no consórcio (PIGIRS, 2019).

Para uma correta gestão e gerenciamento dos RSU, se faz necessário conhecer quais são os tipos de matérias que o compõe, pois tais dados são essenciais para a tomada de decisão do poder público, tornando-os mais assertivos. De acordo com Borba (2019), a gravimetria dos resíduos recebidos pelo consórcio no ano de 2018 estão descritos na Figura 19 abaixo.

Figura 19 - Composição Gravimétrica dos RSU gerado pelos municípios.

Resíduo	Percentagem média (%)
Orgânicos/rejeitos	65,80
Papel/papelão	9,07
Plásticos	8,20
PET	5,20
Alumínio	4,50
Vidro	3,40
Tetra pack	2,50
Resíduos da construção civil	0,90
Hospitalar	0,43
Total	100

Fonte: Borba (2019).

Através dessas informações percebe-se que o maior constituinte do RSU gerado pelo pelos municípios é a fração orgânica e o rejeito. Segundo dados do SNIS (2019) a parcela orgânica chega a 45,30% e o rejeito a 14,10% do total gerado. O município objeto de estudo não possui dados referentes a sua gravimetria, por tanto para fins de projeção de gastos serão utilizados os dados do SNIS de 2019, os quais foram mencionados na revisão bibliográfica.

Na Tabela 3 são apresentados os dados referentes à coleta e os gastos despendidos pelo município de Frederico Westphalen com o manejo do seu RSU, detalhando as toneladas produzidas, os valores devidos ao consórcio e o valor pago pela tonelada durante cada mês no ano de 2021.

Tabela 3 - Dados referentes à coleta e valores pagos pela destinação de RSU ao CIGRES durante o ano de 2021 pelo município de Frederico Westphalen.

Meses	Índice de participação %	Toneladas de RSU geradas	Valor líquido por tonelada R\$	Valor devido ao CIGRES R\$
Janeiro	32,14	612,30	178,87	109.520,33
Fevereiro	33,89	598,40	161,46	96.618,06
Março	33,57	529,24	121,54	64.322,42
Abril	34,09	577,51	160,67	92.787,75
Mai	33,49	533,96	225,93	120.635,37
Junho	32,93	562,26	175,71	98.796,50
Julho	34,27	586,84	215,07	126.213,43
Agosto	33,65	568,12	240,52	136.643,64
Setembro	33,90	558,03	259,54	144.831,73
Outubro	33,39	555,70	269,61	149.821,21
Novembro	32,41	563,32	190,38	107.244,60
Dezembro	32,37	550,06	176,16	96.899,43
Média	33,53	562,79	184,62	108.382,47
Total	-	6.795,74	-	1.344.334,47

Fonte: Elaborado a partir de informações disponibilizadas pelo CIGRES.

Frederico Westphalen é o município que mais envia RSU para o consórcio, sua taxa de participação equivale a 12 das cidades com menor índice de contribuição no CIGRES, sendo essa em média 33,53% ao mês. Janeiro foi o mês em que ocorreu a maior geração, com 612 toneladas, já o menor foi março, onde foram geradas 529 toneladas.

Segundo Hempe (2020), os valores a serem pagos pela tonelada é influenciado por vários fatores, dentre eles as despesas sociais, encargos sociais, investimento e melhorias em maquinário e infraestrutura. Entre os fatores, um dos principais é a quantidade de resíduo que o município destina ao consórcio, já que sua cobrança se dá por tonelada do material.

A forma mais fácil e acessível para diminuir a massa que é enviada ao CIGRES e conseqüentemente reduzir os custos com os serviços referentes ao RSU é adotando práticas descentralizadas de tratamento do resíduo orgânico. A compostagem é um tipo de tratamento que não envolve muitos recursos tecnológicos, sua manutenção e cuidados são simples, podendo ser feita por qualquer um que tenha um pequeno espaço disponível em sua residência, dessa forma ajudando a reduzir os custos aos cofres públicos com a destinação e

tratamento dos RSU orgânicos, tal ação resulta na possibilidade de retorno financeiro aos municípios.

Segundo a Prefeitura Municipal de São Paulo (2021), o município promove desde 2015 o projeto chamado de Feiras e Jardins Sustentáveis, uma iniciativa que oferece tratamento ambientalmente adequado para restos de resíduos orgânicos de feiras livres na capital. A ação se inicia nas feiras, onde uma equipe de educadores ambientais da empresa de varrição orientam os feirantes a participarem do projeto e colocar todos os resíduos orgânicos como frutas, legumes e verduras que iriam para o lixo, dispostos em sacos da prefeitura. Ao final da feira, os agentes de limpeza passam para recolher esse material e os encaminham para os pátios de compostagem da cidade (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2021).

A cidade de São Paulo possui 5 pátios de compostagem, os quais tem capacidade de recebimento de até 3 mil toneladas de resíduos por ano e processamento de 600 toneladas de composto no mesmo período. (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2021). O composto produzido nesses pátios é utilizado em praças e jardins públicos, além de serem doados gratuitamente para a população interessada. De janeiro a agosto de 2020, os pátios receberam 7,1 mil toneladas de resíduos orgânicos e desse total foram produzidas 1,4 mil toneladas de composto orgânico (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2021).

Se compararmos a quantidade de resíduos recebidos por esses pátios de compostagem em São Paulo com o que o CIGRES recebe anualmente, chega-se no valor aproximado de 77,08% de todo o resíduo orgânico gerado pelos 33 municípios consorciados. Quando uma cidade se engaja na valorização dos seus resíduos, percebe-se que é possível encontrar soluções para trata-los de forma adequada, mesmo São Paulo sendo uma grande metrópole e não dispondo de muito espaço, encontrou na compostagem a solução para o tratamento de uma parte da sua fração orgânica.

De acordo com Inácio e Miller (2009), a reciclagem da fração orgânica é uma estratégia de gerenciamento de resíduos com uma alta capacidade de promover a integração entre os setores da sociedade e que contribui fomentando a conscientização da população, dessa forma dividindo as responsabilidades referentes ao controle da poluição urbana e ambiental.

5.2 PRIMEIRO CENÁRIO: REDUÇÃO DE 30,00% NO ENVIO DA FRAÇÃO ORGÂNICA AO CONSÓRCIO

Na Tabela 4 são demonstrados os resultados referentes a um cenário de redução de 30,00% no envio da fração orgânica ao consórcio, bem como a redução obtida pelo município nos custos com o manejo do RSU.

Tabela 4 - Cenário de redução de 30,00% no envio de orgânicos para o consórcio.

Meses	RSU gerado em toneladas	RSU Após redução de 30,00% org.	Toneladas reduzidas de orgânico	Valor líquido por tonelada de RSU R\$	Valor devido ao CIGRES R\$
Janeiro	612,30	529,08	83,21	178,87	94.638,05
Fevereiro	598,40	517,07	81,32	161,46	83.487,32
Março	529,24	457,31	71,92	121,54	55.582,22
Abril	577,51	499,02	78,48	160,67	80.178,57
Mai	533,96	461,39	72,56	225,93	104.242,94
Junho	562,26	485,84	76,41	175,71	85.368,50
Julho	586,84	507,04	79,75	215,07	109.059,51
Agosto	568,12	490,91	77,20	240,52	118.074,27
Setembro	558,03	482,19	75,83	259,54	125.148,56
Outubro	555,70	480,18	75,51	269,61	129.461,43
Novembro	563,32	486,76	76,55	190,38	92.670,28
Dezembro	550,06	475,30	74,75	176,16	83.730,05
Média	562,79	486,30	76,5	184,62	93.654,17
Total	6.795,74	5.872,19	923,54	-	1.161.641,71

Fonte: Elaborado a partir de informações disponibilizadas pelo CIGRES (2022).

Na Tabela 5 pode-se observar que houve uma diminuição significativa nos gastos com custos de disposição apenas com um cenário de 30,00% de redução. Em comparação a Tabela 3, houve um decréscimo de R\$ 182.692,76 nos custos referentes à disposição dos RSU no consórcio, uma redução de 13,58%.

Tratando-se da fração orgânica, das 3.078 toneladas que seriam dispostas no aterro sanitário durante o ano, apenas 2.154 realmente acabaram encaminhadas para o consórcio, demonstrando uma diminuição média de 76,5 toneladas de material por mês, totalizando 924 toneladas a menos de passivo ambiental no ano de 2021. O total de RSU encaminhado ao CIGRES sofreu uma redução média de 562,79 para 483,3 toneladas, apontando uma diferença de 78,49 toneladas ao por mês.

Tabela 5 - Valores economizados pelo município de Frederico Westphalen após redução de 30,00% no envio da fração orgânica ao consórcio.

Meses	RSU Após redução de 30,00% org.	Valor líquido por tonelada de RSU R\$	Valor devido ao CIGRES com redução R\$	Valor devido ao CIGRES sem redução R\$	Valor de redução R\$
Janeiro	529,08	178,87	94.638,05	109.520,33	14.882,28
Fevereiro	517,07	161,46	83.487,32	96.618,06	13.130,74
Março	457,31	121,54	55.582,22	64.322,42	8.740,20
Abril	499,02	160,67	80.178,57	92.787,75	12.609,18
Mai	461,39	225,93	104.242,94	120.635,37	16.392,43
Junho	485,84	175,71	85.368,50	98.796,50	13.428,00
Julho	507,04	215,07	109.059,51	126.213,43	17.153,92
Agosto	490,91	240,52	118.074,27	136.643,64	18.569,37
Setembro	482,19	259,54	125.148,56	144.831,73	19.683,17
Outubro	480,18	269,61	129.461,43	149.821,21	20.359,78
Novembro	486,76	190,38	92.670,28	107.244,60	14.574,32
Dezembro	475,30	176,16	83.730,05	96.899,43	13.169,38
Média	486,30	184,62	93.654,17	108.382,47	14.728,30
Total	5.872,19	-	1.161.641,71	1.344.334,47	182.692,76

Fonte: Autor (2022).

5.3 SEGUNDO CENÁRIO: REDUÇÃO DE 50,00% NO ENVIO DA FRAÇÃO ORGÂNICA AO CONSÓRCIO

Na Tabela 6 são apresentados os dados referentes a um cenário de 50,00% na redução do envio da fração orgânica ao CIGRES, assim como o valor final a ser pago pelo município após essa redução.

Já na Tabela 7 são demonstrados os valores economizados com a redução de 50,00% da fração orgânica enviada ao consórcio. A partir dos dados expostos, percebe-se uma redução ainda mais expressiva, tanto no referido valor a ser pago pelo município pela destinação do seu RSU, como no total de toneladas coletadas de resíduos sólidos urbanos.

Tabela 6 - Cenário de redução de 50,00% no envio de orgânicos para o consórcio.

Meses	RSU gerado (ton)	RSU Após redução de 50,00% org.	Toneladas reduzidas de orgânico	Valor líquido por tonelada de RSU R\$	Valor devido ao CIGRES R\$
Janeiro	612,30	473,61	138,68	178,87	84.715,35
Fevereiro	598,40	462,86	135,53	161,46	74.733,76
Março	529,24	409,36	119,87	121,54	49.754,48
Abril	577,51	446,70	130,80	160,67	71.771,93
Mai	533,96	413,01	120,94	225,93	93.313,17
Junho	562,26	434,90	127,35	175,71	76.417,70
Julho	586,84	453,92	132,91	215,07	97.624,73
Agosto	568,12	439,44	128,67	240,52	105.694,31
Setembro	558,03	431,63	126,39	259,54	112.026,86
Outubro	555,70	429,83	125,86	269,61	115.887,53
Novembro	563,32	435,72	127,59	190,38	82.953,90
Dezembro	550,06	425,47	124,58	176,16	74.951,04
Média	562,79	435,31	127,47	184,62	83.834,62
Total	6.795,74	5.256,50	1.539,23		1.039.844,77

Fonte: Elaborado a partir de informações disponibilizadas pelo CIGRES (2022).

Em comparação com a Tabela 3, foi obtida uma redução de 23,00% no valor pago ao CIGRES, totalizando uma economia aos cofres públicos de R\$ 304.489,70 no ano de 2021. O total de RSU destinado ao aterro sofreu uma redução de 562,79 toneladas para 435,31, diferença de 127,48 toneladas médias mensais ou 1.539 toneladas por ano.

A fração orgânica obteve uma diminuição significativa, das 3.078 toneladas que eram enviadas ao consórcio, apenas 1.539 foi efetivamente disposta no aterro sanitário, demonstrando uma redução média de 127,47 toneladas que deixaram de ir para o CIGRES por mês de resíduo orgânico.

Tabela 7 - Valores economizados pelo município de Frederico Westphalen após redução de 50,00% no envio da fração orgânica ao consórcio.

Meses	RSU gerado (ton)	RSU Após redução de 50,00% org.	Toneladas reduzidas de orgânico	Valor líquido por tonelada de RSU R\$	Valor devido ao CIGRES R\$
Janeiro	473,61	178,87	84.715,35	109.520,33	24.804,98
Fevereiro	462,86	161,46	74.733,76	96.618,06	21.884,30
Março	409,36	121,54	49.754,48	64.322,42	14.567,94
Abril	446,70	160,67	71.771,93	92.787,75	21.015,82
Mai	413,01	225,93	93.313,17	120.635,37	27.322,20
Junho	434,90	175,71	76.417,70	98.796,50	22.378,80
Julho	453,92	215,07	97.624,73	126.213,43	28.588,70
Agosto	439,44	240,52	105.694,31	136.643,64	30.949,33
Setembro	431,63	259,54	112.026,86	144.831,73	32.804,87
Outubro	429,83	269,61	115.887,53	149.821,21	33.933,68
Novembro	435,72	190,38	82.953,90	107.244,60	24.290,70
Dezembro	425,47	176,16	74.951,04	96.899,43	21.948,39
Média	435,31	184,62	83.834,62	108.382,47	24.547,84
Total	5.256,50	-	1.039.844,77	1.344.334,47	304.489,70

Fonte: Autor (2022).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar os resultados dos cenários de redução do envio da fração orgânica em 30,00% e 50,00%, pode-se destacar a economia que essas ações geraram para o município e como a diminuição gradativa de geração, coleta e envio ao consórcio desses materiais é de suma importância, dado o gasto que se tem com sua destinação. Entre esses gastos, destaca-se também o transporte. Frederico Westphalen com sua geração média de 560 ton/mês, demanda aproximadamente 7 caminhões de 2,5 toneladas de capacidade para levar seus resíduos até o consórcio por dia, levando-se em conta que é coletado 18,66ton/dia, no prazo de um mês serão feitas aproximadamente 224 viagens para destinar os RSU e percorrido 2.240 quilômetros.

No cenário com redução de 30,00% da parcela orgânica, são necessárias 194 viagens para destinar todo o resíduo do município, uma redução de 13,40% e será percorrido apenas 1.944km. Com 50,00% a menos da fração orgânica sendo coletada são necessárias 174 viagens, uma redução de 22,30% e somente 1.740 km percorridos, 500 km a menos do que o cenário atual, sem redução.

Todos esses dados demonstram como se faz importante uma mudança na gestão dos resíduos no município, tendo como objetivo promover a valorização do RSU como um todo, principalmente a fração orgânica, uma vez que ela é a responsável por tornar mais onerosa a destinação final dos resíduos e por ser um significativo passivo ambiental quando destinado de forma incorreta.

A compostagem, por sua vez, é a forma mais simples e eficaz de tratar o resíduo orgânico gerado em casa e a que requer menos tecnologias para ser executada. No fim do processo tem-se um material riquíssimo em nutrientes, que pode ser usado nas plantas das próprias residências, em hortas, jardins e pomares, fechando dessa forma o ciclo.

7. CONCLUSÃO

Os dados aqui apresentados deixam claro como a parcela orgânica influencia nos valores gastos pelo município com a destinação dos resíduos sólidos urbanos. Em um cenário com redução de 30,00% de coleta e envio da parte orgânica para o aterro sanitário, constatou-se uma diminuição de R\$182.692,76 ou 13,58% do total gasto em comparação ao cenário sem redução. Observa-se também uma redução significativa de 924 toneladas de resíduo orgânico que deixaram de ir para o aterro sanitário com o uso das práticas de compostagem em um ano.

Já no cenário com redução de 50,00% de envio do material orgânico, obteve-se uma redução ainda mais expressiva, tanto no valor gasto com a disposição, quanto com a quantidade de orgânicos destinados ao consórcio. Foram economizados R\$304.489,70, representando 23,00% do total gasto anualmente no cenário atual, sem redução. A maior redução na matéria orgânica enviada se deu nesse cenário, foram 1.539 toneladas a menos enviadas ao aterro sanitário.

Ambos cenários se mostraram viáveis e muito favoráveis, tanto economicamente como ambientalmente, demonstrando reduções expressivas do RSU que realmente foi encaminhado ao consórcio, aumentando dessa forma a vida útil do aterro sanitário, facilitando a triagem do material reciclável e diminuindo a quantidade de efluente líquido a ser tratado.

Analisando o melhor cenário de redução, 1.539 toneladas de resíduo orgânico deixaram de ser enviados em um ano, logo, em um período de 10 anos teremos deixado de encaminhar o equivalente a 15.390 ton, correspondendo a 75,50% do total enviado ao consórcio por todos os municípios em um ano.

Nesse sentido este trabalho teve como objetivo aliar as boas práticas de gestão de resíduos sólidos urbanos à questão econômica, as quais precisam andar juntas para se ter uma boa gestão pública dos RSU, principalmente quando relacionado a parcela orgânica, parte essa que compõe a maior fração dos resíduos no Brasil e a que trás mais gastos aos cofres públicos para sua disposição.

A partir de todas as informações aqui expostas, verifica-se como se faz urgente a mudança de hábitos na gestão dos RSU no município, seja por parte dos governantes em buscar ações e soluções que contemplem a valorização dos resíduos sólidos, quanto por parte da população em buscar mecanismos para ajudar na segregação, facilitando a coleta seletiva, a fim de promover uma maior taxa de

triagem pelo consórcio e conseqüentemente promovendo um melhor uso dos recursos naturais e conservação dos mesmos.

Soluções simples, que começam dentro de casa, podem mudar todo um cenário de subvalorização dos resíduos sólidos, começar a tratar o “lixo” que geramos como um potencial de preservação dos recursos naturais através do começo de uma nova etapa a partir da reciclagem é um dos únicos caminhos para a real sustentabilidade que as cidades almejam, a partir disso teremos uma economia realmente circular e que se importa com o futuro do planeta.

8. REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. Disponível em: < <https://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 12 jun 2022.

ABRETE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E EFLUENTES. **Atlas da destinação final de resíduos Brasil 2020**. Disponível em: <<https://abetre.org.br/atlas-da-destinacao-final-de-residuos-brasil-2020/>>. Acesso em: 18 jun 2022.

BORBA, W. F. **Avaliação da contaminação ambiental em um aterro sanitário de pequeno porte, sem utilização de geomembrana, na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul**. 2019. 170f. Tese (Doutorado em Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019. Disponível em: < <https://portal.ufsm.br/biblioteca/pesquisa/index.html>>. Acesso em: 17 jul 2022.

BORBA, W. F. de; PASSINI, A. C. F.; CAMARGO, M. de; FORTES, P. R.; ZIMMERMANN, L. A. **Implantação de compostagem doméstica: Ações proativas de educação ambiental**. Anais VI Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Gramado: IBEAS, 2022.

BRASIL. Lei Federal Nº 12.305 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 15 maio 2020.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019**. Brasília: **SNIS**, 2020. Disponível em: < http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico_RS2019.pdf>. Acesso: 28 maio 2022.

BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico Temático: Gestão Técnica dos Serviços - 2020**. Brasília: **SNIS**, 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_GESTAO_TECNICA_DOS_SERVICOS_RS_SNIS_2022.pdf>. Acesso em: 18 maio 2022.

BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico Temático: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2020**. Brasília: **SNIS**, 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_O_VISAO_GERAL_RS_SNIS_2021.pdf>. Acesso em: 22 maio 2022.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Resíduos Sólidos Urbanos - 2020**. Brasília: SINIR, 2020. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/residuos-solidos-urbanos/>>. Acesso em: 23 maio 2022.

CIGRES. CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.cigres.com.br/portal/>>. Acesso em: 01 jul 2022.

CIGRES. CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Plano regional de gestão integrada de resíduos sólidos dos municípios integrantes do consórcio intermunicipal de gestão de resíduos sólidos – CIGRES 2013**. Disponível em: <<http://cigres.com.br/arquivos/Plano%20parte%201.pdf>>. Acesso em: 01 jul 2022.

CIGRES. CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - 2019**. Disponível em: <<http://cigres.com.br/arquivos/arquivo%20comprimido.pdf>>. Acesso em: 01 jul 2022.

CONVALE. CONSÓRCIO PÚBLICO DE MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS VALE DO JAGUARIBE. **Lixões um problema que merece atenção**. Disponível em: <<https://convale.ce.gov.br/informa/17/lixoes-um-problema-que-merece-atencao>>. Acesso em: 07 jun 2022.

FRICKE, K.; PEREIRA, C.; LEITE, A.; BAGNATI, M. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: Transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil**. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<http://grsu.blogspot.com/p/e-book.html>>. Acesso em: 18 jun 22.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul 2021**. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/edicao>>. Acessado em: 24 jun 2022.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. PERSRS. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul 2015-2034 – 2014**. Disponível em: <<http://www.pers.rs.gov.br/noticias/arg/ENGB-SEMA-PERS-RS-40-Final-rev01.pdf>>. Acesso em: 24 jun 2022.

HEMPE, T. C. **Benefícios do uso da compostagem doméstica como destinação ambientalmente adequada dos resíduos orgânicos na área urbana de Seberi - RS**. 2020. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS.

Hoorweg, D. P. Bhada-Tata. 2012. **What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management** Washington, DC: World Bank. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>>. Acesso 05 jun 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTA. **Panorama**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/frederico-westphalen/panorama>>. Acesso em: 29 jun 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama Frederico Westphalen 2022**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/frederico-westphalen/panorama>>. Acesso em: 03 jul 2022.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 16 maio 2022.

KAZA, SILPA, LISA YAO, PERINAZ BHADA-TATA E FRANK VAN WOERDEN. 2018. **What a Waste 2.0: um panorama global do gerenciamento de resíduos sólidos até 2050**. Série **Desenvolvimento Urbano**. Washington, DC: Banco Mundial. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>>. Acesso em: 30 maio 2022.

LISBINSKI, F. C.; FLORES, C. E. B.; SILVA, D. M. DA.; BISOGNIN, R. P.; BOHRER, R. E. G. A importância dos consórcios públicos na gestão dos resíduos sólidos urbanos: Uma análise do consórcio intermunicipal CIGRES. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 3-36, abr/jun. 2020.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lixão Zero**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/programa-lixao-zero_vdefeso.pdf>. Acesso em: 18 jun 2022.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf>. Acesso em: 18 jun 2022.

PARLAMENTO EUROPEU. **Gestão de resíduos na UE: infográfico com factos e números**. Disponível em: <<https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20180328STO00751/gestao-de-residuos-na-ue-factos-e-numeros>>. Acesso em: 24 jul 2022.

PASSINI, A. C. F.; ALEXANDRE, E.; RIBEIRO, G.; NECKEL, A.; NASCIMENTO, A. do. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: Jornal o Alto Uruguai – Frederico Westphalen – RS. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2015, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: IBEAS, 2015. III-064.

RIO GRANDE DO SUL, Prefeitura Municipal de Frederico Westphalen. **Referência em qualidade de vida e empreendedorismo**. Frederico Westphalen, 2019. Disponível em: <https://www.fredericowestphalen-rs.com.br/arquivos/empreendedor/36_11.PDF>. Acesso em: 03 jul 2022.

RIO GRANDE DO SUL, Prefeitura Municipal de Frederico Westphalen. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Frederico Westphalen 2011**. Frederico Westphalen, 2011. Disponível em: <https://www.fredericowestphalen-rs.com.br/arquivos/saneamentobasico/1_1.PDF>. Acesso em: 03 jul 2022.

SÃO PAULO, Prefeitura Municipal de São Paulo. **spRegula. Limpeza Urbana Resíduos Orgânicos**. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/spregula/limpeza_urbana/index.php?p=283430>. Acesso em: 03 jul 2022.

SICRED. SISTEMA DE CRÉDITO COOPERATIVO. **Perfil Socioeconômico do Município de Frederico Westphalen/RS: Uma contribuição para o Planejamento do Desenvolvimento Local**. Disponível em: <<https://www.sicredialtouruguai.com.br/media/documentos/2022860848669620038/frederico-westphalen.pdf>>. Acesso em: 03 jul 2022.

SINIR. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Painel de Destinação**. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/paineis/destinacao/>>. Acesso em: 29 jun 2022.

SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Série Histórica**. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 04 jun 2022.

THE WORLD BANK. **As cidades de todo o mundo querem ser resilientes. Mas o que isso significa?**. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/pt/news/feature/2019/10/15/resilient-sustainable-cities-brazil-gpsc-conference>>. Acessado em 10 jun 2022.

USP. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Boletim Resíduos Sólidos – Setembro 2021**. Disponível em: <<https://municipios.usp.br/publicacoes/>>. Acesso em: 01 jul 2022.

ANEXO 1 – PLANILHA DEMONSTRATIVA DE GASTOS E DESPESAS PELO MUNICÍPIO DE FREDERIDO WESTPHALEN

Planilha Demonstrativa de Gastos e Despesas pelo Município de Frederico Westphalen durante o ano 2021										
Meses	Índice de Participação nas Receitas e Despesas	Valor das Receitas de Comercialização, R\$	Valor das Despesas Brutas + 10%, R\$	Valor das Despesas Brutas, R\$	Valor das Despesas com Pessoal, R\$	Valos de Outras Despesas Correntes, R\$	Valor das Despesas de Capital, R\$	Valor Devido ao CIGRES, R\$	Toneladas de RSU Produzidas no Mês	Valor Líquido por Tonelada de RSU, R\$
Janeiro	32,14071	43.286,40	152.806,73	72.500,47	34.278,35	37.838,32	73.537,97	109.520,33	612,30	178,87
Fevereiro	33,89888	43.421,99	140.040,05	56.154,10	31.385,39	24.768,71	-	96.618,06	598,40	161,46
Março	33,57631	55.997,09	120.319,51	29.416,43	21.154,07	7.911,09	130.611,88	64.322,42	529,24	121,54
Abril	34,09069	79.129,50	171.917,25	63.037,91	37.611,98	25.425,93	-	92.787,75	577,51	160,67
Mai	33,49895	48.610,51	169.245,87	153.859,89	88.339,78	64.977,76	542,35	120.635,37	533,96	225,93
Junho	32,93250	80.591,12	179.387,61	163.079,65	87.786,50	57.301,70	17.991,44	98.796,50	562,26	175,71
Julho	34,27883	79.688,22	205.901,65	187.183,32	96.986,42	47.593,17	42.603,73	126.213,43	586,84	215,07
Agosto	33,65918	68.884,41	205.528,05	186.843,68	117.052,29	48.959,01	20.832,39	136.643,64	568,12	240,52
Setembro	33,90774	75.534,97	220.366,70	200.333,36	93.064,49	77.439,90	29.828,97	144.831,73	558,03	259,54
Outubro	33,39222	57.861,47	207.682,68	188.802,44	86.936,87	78.878,88	22.986,69	149.821,21	555,70	269,61
Novembro	32,41159	56.314,59	163.559,19	148.690,17	94.421,25	49.055,83	5.213,09	107.244,60	563,32	190,38
Dezembro	32,37894	78.448,68	175.348,11	159.407,38	86.298,65	49.991,43	23.117,29	96.899,43	550,06	176,16
Média	33,53763	-	-	-	-	-	-	108.382,47	562,79	184,625
Total	-	-	-	-	-	-	-	1.344.334,47	6795,74	-