

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

TAINARA OLIVEIRA DA SILVA

**CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE COOPERAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA –
CONIGEPU: ESTUDO DE CASO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS, NA REGIÃO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL**

CERRO LARGO

2021

TAINARA OLIVEIRA DA SILVA

**CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE COOPERAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA –
CONIGEPU: ESTUDO DE CASO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS, NA REGIÃO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL**

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

Orientador: Prof.^a Dr.^a Aline Raquel Müller Tones

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Alcione Aparecida de Almeida Alves

CERRO LARGO

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Silva, Tainara Oliveira da
CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE COOPERAÇÃO EM GESTÃO
PÚBLICA- CONIGEPU: ESTUDO DE CASO / Tainara Oliveira da
Silva. -- 2021.
91 f.:il.

Orientadora: Doutora Aline Raquel Muller Tones
Co-orientadora: Doutora Alcione Aparecida de Almeida
Alves

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Cerro
Largo, RS, 2021.

1. consórcio público. 2. resíduos sólidos. 3. gestão
de resíduos. I. Tones, Aline Raquel Muller, orient. II.
Alves, Alcione Aparecida de Almeida, co-orient. III.
Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

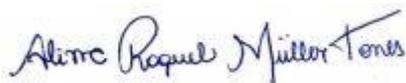
TAINARA OLIVEIRA DA SILVA

**CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE COOPERAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA –
CONIGEPU: ESTUDO DE CASO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS, NA REGIÃO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL**

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

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 15/10/2021.

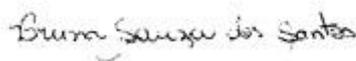
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Aline Raquel Müller Tones – Orientadora



Prof.^a Dr.^a Alcione Aparecida de Almeida Alves – Coorientadora



Dr.^a Bruna Souza dos Santos – Avaliadora

Pelo amor, afeto, dedicação e cuidado que meus pais me deram, por estarem comigo em todos os momentos ao longo da minha graduação, com muita gratidão dedico a eles este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me ajudou a começar, persistir e chegar até aqui na graduação, de onde tirei inúmeras lições de vida me fazendo uma profissional melhor.

A minha família, meus pais, irmão, irmã, por entender que nem sempre eu poderia estar nos eventos de família, por passar finais de semana longe e por nunca terem me deixado desistir. A tia Margarida pelo apoio, ajuda e orações ao longo dessa trajetória. Ao meu namorado por todo incentivo, compreensão e apoio para eu ir atrás do meu objetivo, por me fazer acreditar em mim mesma nos momentos em que eu mesma duvidava da minha capacidade.

Aos professores da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo ao longo da graduação por todo conhecimento compartilhado, em especial a minha orientadora professora Aline Tones, bem como a coorientadora professora Alcione Alves, por terem despertado em mim o desejo de pesquisar e saber mais sobre a área dos resíduos sólidos e por todo o tempo disponibilizado a mim quando necessário.

Aos colegas da graduação pelos companheirismos, troca de conhecimento e ajuda, assim como meu agradecimento às meninas da casa 1058, pela amizade, cumplicidade, por cada almoço, janta e por terem marcado minha vida com recordações maravilhosas.

Por fim, meu agradecimento a instituição por ter proporcionado a estrutura necessária para crescimento profissional e pessoal, além de todo apoio durante a graduação sempre preocupada com o bem estar dos estudantes.

“Que o trabalho dedicado às causas ambientais não represente o sustento de poucos, mas a sobrevivência de muitos.” (Alcione A. A. Alves)

RESUMO

O acréscimo da geração dos resíduos sólidos decorrente do crescimento populacional e a sua má gestão, desde a Revolução Industrial vem causando a degradação do meio ambiente e consequências à saúde da população. Com essa preocupação foi implantado no Brasil a Política Nacional do Resíduos Sólidos, instituída pela Lei N° 12.305/2010, que estabelece instrumentos para seu amplo atendimento, denominados planos de gestão de resíduos, dentre os quais, a nível municipal destaca-se os planos de gestão de resíduos sólidos intermunicipais. Deste modo, o presente estudo teve por objetivo analisar o trabalho realizado pelo Consórcio Intermunicipal de Cooperação em Gestão Pública (CONIGEPU) respectivo ao gerenciamento dos resíduos sólidos, na região Norte do Rio Grande do Sul. Para alcançar o objetivo proposto a metodologia utilizada consiste em uma pesquisa de caráter exploratória e descritiva, com caráter qualitativo e quantitativo para análise dos dados referentes ao gerenciamento e volume de resíduos destinados ao consórcio, além da determinação do Índice de Qualidade (IQR) verificando a situação do aterro sanitário. Para o seu atendimento, foi feito uso de pesquisa bibliográfica, análise documental, análise de relatórios, análise dos projetos, observação direta (*in loco*), observação participativa e registros fotográficos. A partir do levantamento dos dados referentes ao ano de 2020, conseguiu-se analisar o funcionamento do CONIGEPU, o qual é composto por 12 municípios consorciados, bem como foi possível identificar melhorias e adequações necessárias exigidas pelo órgão licenciador Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) considerando a licença de operação do mesmo. No tocante ao gerenciamento de resíduos, o CONIGEPU recebeu aproximadamente 11.489,92 toneladas de RSU no ano de 2020, deste total 11,08% foram recicladas e 88,92% dispostas no aterro sanitário. A partir da análise dos dados em relação ao CONIGEPU, obteve-se no total 2,94% correspondente a reciclagem do vidro, plástico 3,78%, metais 1,33% e papel 3,03%, com um valor percentual de 11,08% de resíduos recicláveis no ano de 2020, valor esse abaixo de dados anteriores disponibilizados pelo consórcio, com um crescimento na disposição final referente ao aterro sanitário. Embora existam melhorias e adequações necessárias a se fazer, os resultados deste estudo ressaltaram que o gerenciamento e gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) realizados através do consórcio mostra-se viável aos municípios como solução aos resíduos sólidos urbanos que vem tendo acréscimo nos últimos anos, servindo de referência aos municípios interessados na implantação de consórcios intermunicipais.

Palavras-chave: Consórcios Públicos. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Reciclagem.

ABSTRACT

The increase in the generation of solid waste resulting from population growth and its poor management, since the Industrial Revolution, has been causing environmental degradation and consequences for the health of the population. With this concern, the National Solid Waste Policy was implemented in Brazil, established by Law No. 12,305/2010, which establishes instruments for its wide assistance, called waste management plans, among which, at municipal level, the plans stand out. of inter-municipal solid waste management. Thus, this study aimed to analyze the work carried out by the Intermunicipal Consortium for Cooperation in Public Management (CONIGEPU) related to solid waste management in the North region of Rio Grande do Sul. To achieve the proposed objective, the methodology used consists of an exploratory and descriptive research, with qualitative and quantitative character, for analysis of data related to the management and volume of waste destined to the consortium, in addition to the determination of the Quality Index (IQR) checking the situation of the landfill. For its assistance, bibliographic research, document analysis, report analysis, project analysis, direct observation (in loco), participatory observation and photographic records were used. From the survey of data for the year 2020, it was possible to analyze the operation of CONIGEPU, which is composed of 12 consortium municipalities, as well as it was possible to identify necessary improvements and adjustments required by the licensing agency State Foundation for Environmental Protection Henrique Luiz Roessler (FEPAM) considering its operating license. With regard to waste management, CONIGEPU received approximately 11,489.92 tons of MSW in 2020, of which 11.08% were recycled and 88.92% disposed of in the landfill. From the analysis of data in relation to CONIGEPU, a total of 2.94% was obtained, corresponding to the recycling of glass, plastic 3.78%, metals 1.33% and paper 3.03%, with a percentage value of 11.08% of recyclable waste in 2020, a figure below previous data provided by the consortium, with an increase in the final disposal referring to the landfill. Although there are necessary improvements and adjustments to be made, the results of this study highlighted that the management and management of Urban Solid Waste (USW) carried out through the consortium proves to be viable for municipalities as a solution to urban solid waste that has been increasing in recent years, serving as a reference for municipalities interested in implementing inter-municipal consortia.

Keywords: Public Consortia. Urban Solid Waste Management. Recycling.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Geração de RSU no Brasil.....	23
Figura 2 – Coleta de RSU no Brasil.....	25
Figura 3 – Coleta dos RSU nas regiões.....	25
Figura 4 – Taxa de cobertura regular de coleta de RSU no RS em 2018.....	26
Figura 5 – Distribuição dos municípios com iniciativas de coleta seletiva (%)	29
Figura 6 – Disposição final adequada x inadequada de RSU no Brasil (t/ano).....	31
Figura 7 – Municípios da região norte do Rio Grande do Sul que participam do CONIGEPU	42
Figura 8 – Sede do Consórcio	43
Figura 9 – Mapa de localização sede CONIGEPU	47
Figura 10 – Distribuição da área da sede CONIGEPU.....	48
Figura 11 – Municípios Consorciados desde 1997.....	49
Figura 12 – Geração per capita dos RSU de cada município consorciados	55
Figura 13 – Materiais aguardando carregamento por empresa de reciclagem.....	58
Figura 14 – Percentual de resíduos reciclados no CONIGEPU em relação a quantidade recebida de resíduos em 2020	59
Figura 15 – Percentual de reciclagem do CONIGEPU no ano de 2020.....	61
Figura 16 – Horta que era abastecida com húmus compostado no CONIGEPU	63
Figura 17- Unidade de compostagem do CONIGEPU desativada	64
Figura 18 – Disposição dos resíduos no aterro sanitário do CONIGEPU.....	66
Figura 19 – Aterro sanitário com recobrimento e compactação ao término da jornada de trabalho	67
Figura 20- Acumulo de água pluvial com chorume	68
Figura 21 – Sistema de tratamento do aterro sanitário	72
Figura 22 – Lagoas do aterro controlado e utilizadas para recirculação	73
Figura 23 – Lagoa de Wetlands com macrófitas mortas.....	75
Figura 24 – Calha Parshall sem manutenção	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Transporte RSU usados no Brasil.....	27
Quadro 2 – Padrão de cores da coleta seletiva.....	30
Quadro 3 – Planilha fornecida pela CETESB para cálculo de IQR aterros.....	33
Quadro 4 – Planos descritos na PNRS	39
Quadro 5 – Índice de qualidade do aterro do consorcio CONIGEPU	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização de alguns Consórcios Públicos para Gestão de RSU no Brasil	37
Tabela 2 – População atendida em cada município integrante do CONIGEPU	43
Tabela 3 – Coleta de dados e período de análise.....	44
Tabela 4 – Características dos municípios consorciados	51
Tabela 5 – Situação dos municípios integrantes do CONIGEPU quanto a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)	52
Tabela 6 – Contribuição de RSU dos municípios consorciados.....	54
Tabela 7 – Quantidade de resíduo recebidos mensalmente no CONIGEPU em 2020	57
Tabela 8 – Quantidade de material reciclado em 2020.....	59
Tabela 9 – Relação entre resíduos recebidos versus resíduos reciclados	60
Tabela 10 – Alguns dados de parâmetros do relatório anual de 2020 dos efluentes.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CONIGEPU	Consórcio Intermunicipal de Cooperação em Gestão Pública
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
ETE	Estação de Tratamento do Esgoto
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler
IBOPE	Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
IQR	Índice de Qualidade de Resíduos
NBR	Norma Brasileira
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.2	OBJETIVOS.....	17
1.2.1	Objetivo Geral.....	17
1.2.2	Objetivos Específicos.....	17
1.3	JUSTIFICATIVA.....	18
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS.....	19
2.1.1	Classificação dos resíduos	19
2.1.2	Características dos resíduos sólidos	21
2.1.3	Panorama geral e gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil.....	22
2.1.4	Gerenciamento dos resíduos sólidos.....	23
2.1.4.1	Acondicionamento, coleta, transporte dos resíduos sólido.....	23
2.1.4.2	Coleta seletiva.....	27
2.1.4.3	Destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos.....	30
2.1.4.1.1	<i>Tratamento de resíduos orgânicos por compostagem.....</i>	<i>31</i>
2.1.4.4	Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos	33
2.1.5	Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.....	35
2.1.5.1	Consórcios intermunicipal.....	36
2.2	LEGISLAÇÃO	38
2.2.1	Política Nacional dos Resíduos Sólidos.....	38
2.2.2	Legislação de Resíduos Sólidos no Âmbito Estadual.....	39
3	METODOLOGIA	41
3.1	TIPO DE ESTUDO.....	41
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	41
3.3	POPULAÇÃO DA AMOSTRA.....	43
3.4	COLETA DE DADOS E PERÍODO DE ANÁLISE.....	44
3.5	ANÁLISE DE DADOS.....	45
3.5.1	Índice de qualidade do Aterro de resíduos (IQR)	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE COOPERAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA	47
4.1.1	Formação do consórcio intermunicipal.....	48

4.1.2	Finalidades e objetivo do CONIGEPU.....	50
4.2	CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS CONSORCIADOS	50
4.3	SITUAÇÃO ATUAL DO SANEAMENTO BÁSICO DOS MUNICÍPIOS CONSORCIADOS.....	52
4.4	SERVIÇOS PRESTADOS PELO CONIGEPU	54
4.4.1	Central de triagem dos resíduos sólidos.....	57
4.4.2	Leira de Compostagem.....	62
4.4.3	Aterro sanitário.....	64
4.4.3.1	Situação atual do aterro sanitário destinação final.....	68
4.4.3.1	Índice da qualidade de aterros de resíduos (IQR).....	69
4.4.4	Lagoas de lixiviado	71
4.5	OPERACIONALIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO CONSÓRCIO CONIGEPU	76
4.5.1	Aspectos organizacionais e financeiros.....	77
4.5.2	Programas Ambientais existentes.....	77
4.5.3	Ausência do plano de gerenciamento	78
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
	REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores problemáticas da atualidade, que traz grandes desafios e inquietações, está relacionada com o acréscimo da geração dos resíduos sólidos e a sua má gestão, causando degradação do meio ambiente e variadas consequências à saúde da população (LISBOA, 2017). Problemática esta que surgiu principalmente após a Revolução Industrial, com o avanço da industrialização e urbanização, causando conseqüentemente o aumento da geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Embora tenham surgido alternativas visando a diminuição dos resíduos, como a reutilização, reciclagem, compostagem e geração de energia, ainda assim é inevitável a necessidade de disposição final dos rejeitos, em aterros sanitários, por exemplo (URBAN, 2016).

Diante do aumento exponencial de geração de RSU e da necessidade de gerenciá-los de forma ambientalmente adequada, ao longo de mais de duas décadas, tanto a sociedade civil brasileira como empresas privadas e administrações públicas discutiram sobre a realidade da gestão de resíduos efetivando a implantação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei N°12.305 de 02 de agosto de 2010 (MENDES; BECK, 2017).

A PNRS apresenta conceitos relacionados à responsabilidade compartilhada do produto, bem como princípios do poluidor pagador, logística reversa, coleta seletiva, reciclagem, reaproveitamento, entre outros. Além da finalidade de impor mudanças no comportamento da sociedade em relação aos resíduos e estabelecer penalidades a quem descumprisse suas diretrizes (MENDES; BECK, 2017), se tornando uma eficiente ferramenta para o correto gerenciamento dos RSU em território nacional.

A referida legislação, contribui para reparar a lacuna legislativa existente, destacando a relevância da gestão e dos gerenciamentos dos resíduos sólidos e contribuído para o avanço da gestão ambiental como um todo (MAROTTI; PEREIRA; PUGLIESI, 2017).

A PNRS estabelece alguns instrumentos para o seu amplo atendimento, dentre os quais estão listados no Art. 14, os planos de resíduos sólidos, que deverão ser elaborados pelas três esferas do governo: federal, estadual e municipal; bem como pelos geradores de resíduos, sendo estas pessoas físicas ou jurídicas de direito público ou privado, listados nas alíneas do inciso I do Art. 1 (BRASIL, 2010).

A nível municipal, existe possibilidade de criação de consórcio público e elaboração de um plano unificado entre os municípios, denominado “Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos”. Os planos intermunicipais apresentam o diagnóstico da situação atual do sistema de limpeza urbana para todas as fases da gestão dos RSU, desde a sua geração até à disposição

final, sendo uma condição para os municípios terem acesso a recursos da União. Estes planos podem ser implementados através de Consórcios Públicos especialmente projetados para tais fins (FILHO; ANDRADE, 2015).

Os consórcios intermunicipais passaram a serem vistos como uma opção aos municípios que buscam meios para a disposição final, assim como a redução dos custos, otimizando recursos e tratamento dos resíduos, atendendo um número maior de municípios e viabilizando a gestão dos RSU para todos (FERREIRA; JUCA, 2017).

Deste modo, o presente estudo tem por objetivo analisar o gerenciamento dos resíduos sólidos realizado pelo Consórcio Intermunicipal de Cooperação em Gestão Pública – CONIGEPU na região norte do Rio Grande do Sul.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos propostos neste estudo foram listados em objetivo geral e específicos.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo consistiu em analisar o trabalho realizado pelo Consórcio Intermunicipal de Cooperação em Gestão Pública (CONIGEPU), respectivo ao gerenciamento dos resíduos sólidos na região norte do Rio Grande do Sul.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar o sistema de consórcio na região norte do estado do RS, verificando as vantagens apresentadas com a sua implementação;
- Verificar a gestão integrada atual dos RSU e atendimento a PNRS, com identificação da existência e eficiência da coleta seletiva dos municípios integrantes do consórcio, por meio dos resíduos que chegam à central de triagem,
- Identificar conformidades e não conformidades de acordo com a licença de operação vigente nos aspectos ambientais, das instalações físicas do CONIGEPU: central de triagem e lagoas de lixiviados;
- Identificar conformidades e não conformidades de acordo com a licença de operação vigente nos aspectos ambientais e com o Índice de Qualidade de Aterro (IQR), das instalações físicas do aterro sanitário.

1.3 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho justifica-se pela importância e necessidade de gerenciamento dos resíduos sólidos e a dificuldade encontrada pelos municípios em realizá-la de maneira eficaz individualmente. Em meio a um cenário problemático, um dos objetivos principais da gestão urbana atual é a sustentabilidade ambiental.

O município, ao se deparar com problemas como a inexistência de área adequada para implantação de aterro, a dependência de recursos, dificuldades na governança de ações estruturantes, pode ser auxiliado através de redes de cooperação intermunicipais (SILVA, 2015).

Com as dificuldades enfrentadas, o surgimento da Lei Nº 11.107/2005 e do Decreto Nº 6.017/2007, que regulamenta o tema Consórcios Públicos, apareceu com a alternativa de cooperação entre os entes para o cumprimento de competências constitucionais e adequação à PNRS dentro dos prazos com acesso aos recursos federais (CALDERAN, 2018).

A cooperação entre os municípios favorece principalmente os de pequeno porte, onde a receita é diminuta. Ao se unirem, o objetivo comum se torna a prestação de serviços públicos de qualidade no que tange ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

O estudo realizado no CONIGEPU possui informações que contribuirão com a tomada de decisões dos gestores públicos envolvidos, servindo como referência sobre o assunto, uma vez que o consórcio não possui um plano único com informações relevantes a respeito do mesmo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste item, encontram-se descritos os conteúdos teóricos relacionados à definição e classificação dos resíduos sólidos, às legislações, normas, além de outras estratégias que abordam seu gerenciamento organizado em consórcios intermunicipais.

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

O termo resíduo tem um significado amplo, apresenta-se como termo mais técnico e por muitos utilizado de forma errônea ao ser empregado como “lixo”. “Do ponto de vista econômico, poderia se dizer que o lixo é resto sem valor econômico, enquanto resíduo é meramente o resto” (FIORILLO, 2013, p. 177).

De acordo com a ABNT NBR 10.004/2004, traz a definição de resíduos sólidos como todo resíduo no estado sólido ou semissólido, sendo esses originários de atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. A norma também inclui na definição os lodos oriundos de sistemas de tratamento de água, sendo gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição.

Por tanto, resíduos sólidos são todos os restos sólidos ou semissólidos resultante das ações humanas, que mesmo que não venham mais a ter a mesma finalidade para o qual foram produzidos, podem se tornar material para variadas atividades, como, por exemplo, os coletados através da coleta seletiva nas residências, assim como a sobra de varrição em praças e locais públicos que podem incluir folhas de árvores, galhos e restos de poda (FARIA, 2015).

Embora muito confundido com resíduos sólidos, os rejeitos são um tipo de resíduo que não possui qualquer possibilidade de reaproveitamento ou reciclagem, em que a única opção é a destinação final, destinação essa sem que prejudique o meio ambiente (VG RESÍDUOS, 2019).

Na sequência, as principais características e particularidades inerentes aos resíduos sólidos serão detalhadas.

2.1.1 Classificação dos resíduos

A classificação de resíduos envolve a identificação dos processos ou atividades que produzem os resíduos, e sua composição e características; e a comparação desses componentes

com resíduos e substâncias que sabidamente causam impactos à saúde e ao meio ambiente (ABNT, 2004).

São várias as maneiras de se classificar os resíduos sólidos. As mais comuns são quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente e quanto à natureza ou origem (MONTEIRO, *et al.*, 2001, p.25). No Brasil a classificação dos resíduos segue o estipulado pela Associação de Normas Técnicas (ABNT).

Quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, de acordo com a norma NBR 10.004/2004 da ABNT, os resíduos sólidos são classificados quanto a periculosidade em: (a) resíduos classe I – Perigosos; (b) resíduos classe II – Não perigosos; os resíduos classe II se subdividem ainda em: resíduos classe II A – Não inertes e resíduos classe II B – Inertes.

Os resíduos perigosos são definidos como aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, risco à saúde pública, podem provocar mortalidade, incidência de doenças ou acentuar seus índices, riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada (ABNT, 2004).

Os resíduos não perigosos, classe II A (não inertes), são os resíduos que podem apresentar propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes. Como exemplo, pode-se citar os restos orgânicos da indústria alimentícia, restos de alimentos, gessos, materiais têxteis e fibra de vidro (PRÓ AMBIENTAL, 2021).

Quanto aos resíduos classe II B (inertes) são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007/2004, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006/2004, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. São exemplos de resíduos desta classe sucatas de ferro, entulhos e aço (PRÓ AMBIENTAL, 2021).

De acordo com a Lei Nº 12.305/2010, os resíduos sólidos podem ser definidos ainda quanto a sua origem em 11 classes, sendo estas:

- 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.

A classificação dos resíduos é de suma importância para que o gerenciamento seja realizado de maneira adequada em todas as suas etapas, minimizando os potenciais riscos inerentes à saúde pública e ao meio ambiente decorrentes do manejo. Adicionalmente à classificação, a caracterização dos resíduos é outro aspecto essencial para definir particularidades no sistema de gestão dos RSU, conforme será visto a seguir.

2.1.2 Características dos resíduos sólidos

As características dos resíduos podem mudar devido às diferenças sociais, econômicas, culturais, geográficas e climáticas, ou seja, os mesmos fatores também diferenciam as comunidades umas das outras e da própria cidade (MONTEIRO, *et al.*, 2001).

De acordo com a ABNT NBR 10.004/2004, as características físicas, químicas e biológicas dos resíduos são determinadas da seguinte maneira: (i) características físicas: os resíduos sólidos podem ser classificados em função geração *per capita*; composição gravimétrica; peso específico aparente; teor de umidade; compreensividade; (ii) características químicas: os resíduos são classificados quanto suas características químicas de acordo com o: poder calorífico; potencial hidrogeniônico (pH); composição química; relação

carbono/nitrogênio (C:N); (iii) características biológicas: as características biológicas dos resíduos são aquelas determinadas pela população microbiana e dos agentes patogênicos presentes no resíduo que, ao lado das suas características químicas, permitem que sejam selecionados os métodos de tratamento e disposição final mais adequados.

Deste modo, verifica-se que a caracterização dos resíduos se faz necessária para determinar os aspectos inerentes ao sistema de limpeza pública, dimensionamento da frota de caminhões necessários para realização da coleta, viabilidade da compostagem, avaliação do potencial de reutilização, reciclagem e recuperação dos resíduos. Através dos dados obtidos consegue-se criar informações que facilitam a identificação na escolha das ações que visam a melhoria do gerenciamento dos resíduos no local (COSTA; TEIXEIRA, 2014).

2.1.3 Panorama geral e gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil

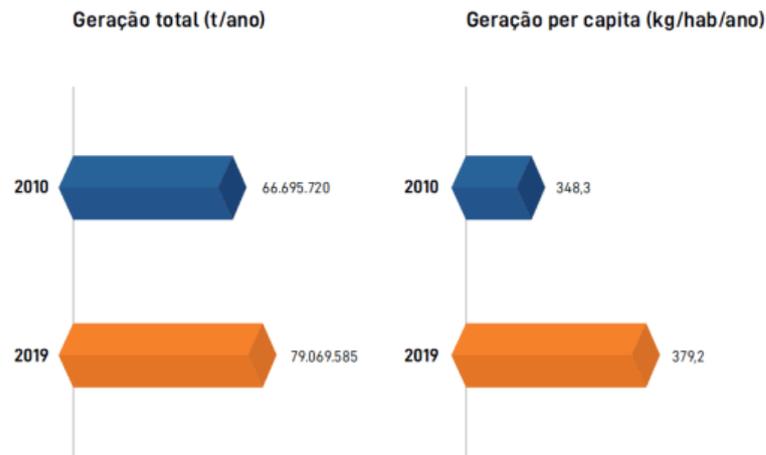
Com o aumento populacional desenfreado e o aumento crescente do consumo aliado ao avanço tecnológico e rotatividade de mercado, em que o novo hoje amanhã já estará ultrapassado, em uma sociedade que quase tudo que é consumido é descartável, tem-se como resultado o descarte irregular dos resíduos em lixões e/ou aterros sanitários que recebem grandes quantidades de rejeito por dia, diminuindo sua vida útil (LOUBET, 2011).

Conforme dados da Associação Brasileira Empresas Limpeza Pública Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2018, foram geradas 79 milhões de toneladas de RSU, um aumento de pouco menos de 1% em relação ao ano anterior. Desse montante, 92% (72,7 milhões) foram coletados - uma alta de 1,66% em comparação a 2017, os dados mostraram que a coleta cresceu num ritmo um pouco maior que a geração. Mesmo assim, 6,3 milhões de toneladas de resíduos ficaram sem ser recolhidos nas cidades (SOUZA, 2019).

Comparando com os países da América Latina, o Brasil é o campeão de geração resíduos, representando 40% do total gerado na região, que representa cerca de 541 mil toneladas/dia, segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU) (ABRELPE, 2019).

O último panorama divulgado pela ABRELPE mostrou que entre 2010 e 2019, a geração de RSU no Brasil registrou considerável acréscimo, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano. Por sua vez, a geração per capita aumentou de 348 kg/hab. ano para 379 kg/hab. ano, conforme verifica-se na Figura 1 (ABRELPE, 2020).

Figura 1– Geração de RSU no Brasil



Fonte: ABRELPE (2020)

Os dados indicam que o crescimento na geração de RSU no país deve ser mantido nos próximos anos. Estimativas realizadas com base na série histórica mostram que o Brasil alcançará uma geração anual de 100 milhões de toneladas por volta de 2030 (SOUZA, 2019).

2.1.4 Gerenciamento dos resíduos sólidos

O gerenciamento dos resíduos sólidos compreende conforme destaca o dicionário ambiental visando a PNRS, como várias ações que são exercidas direta ou indiretamente, contempladas desde as etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos (CNM, *et. al.*, 2018).

Por tanto, a falta de um plano municipal de gestão ou plano de gerenciamento dos resíduos sólidos ocasiona sérios problemas ambientais a exemplo da poluição das águas e do solo. A gestão e gerenciamento inadequados dos resíduos sólidos urbanos causam impactos socioambientais de diversos tipos, como depósito de lixo em locais inadequados e degradação ambiental (JACOBI; BESEN, 2011).

Abaixo serão descritas cada etapa do gerenciamento dos resíduos sólidos.

2.1.4.1 Acondicionamento, coleta, transporte dos resíduos sólido

O acondicionamento dos resíduos sólidos se mostra de suma importância, pois boa parte da população acondiciona e descarta de forma incorreta os resíduos gerados. “Acondicionar os resíduos sólidos domiciliares significa prepará-los para a coleta de forma sanitariamente adequada e ainda compatível com o tipo e a quantidade de resíduos” (MONTEIRO, *et al.*, 2001, p.45). O consumidor é responsável pelo acondicionamento adequado dos resíduos sólidos gerados (BRASIL, 2010).

O acondicionamento dos resíduos de maneira correta é importante para evitar a proliferação de vetores, odores, estéticos e relacionados ao bem-estar da população, facilitando a realização da coleta e o posterior do reaproveitamento (OLIVEIRA, 1992).

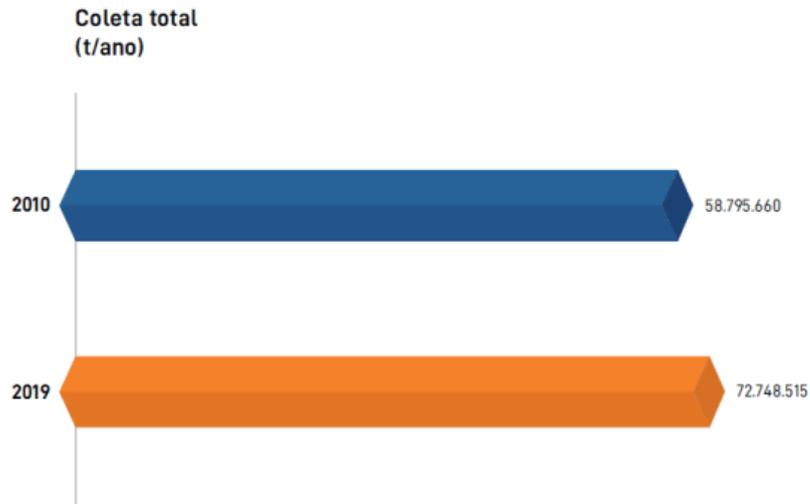
Visando um bom acondicionamento, normas específicas devem ser obedecidas, tais como tipo e/ou cor da embalagem, horário de colocação na calçada e quantidade máxima de volume, dependendo disso tudo da regulamentação municipal (PHILIPPI, 2005).

Toda a importância dada ao acondicionamento contribuirá na coleta dos resíduos. “Coletar o lixo significa recolher o lixo acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final.” (MONTEIRO, *et al.*, 2001, p. 61).

Para que o cidadão possa se habituar com o funcionamento da coleta a mesma deve ser realizada em cada imóvel sempre nos mesmos dias e horários, criando uma rotina na qual os cidadãos colocarão os resíduos em frente às residências nos dias e horários corretos, consequentemente os lixos não ficarão exposto a vetores, odores, espalhamento por animais ou pessoas (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Mesmo com a existência de coleta de resíduos sólidos nas vias, logradouros e domicílios no município, não significa que a prática desses serviços seja habitual. Segundo estimativas da ABRELPE (2020), em uma década a quantidade de resíduos coletados tiveram aumento em todas as regiões do país, passando de cerca de 59 milhões de toneladas em 2010 para 72,7 milhões de toneladas em 2019, conforme mostra a Figura 2 no mesmo período, a cobertura de coleta passou de 88% para 92%. Apesar do crescimento vale ressaltar que aproximadamente 8% dos RSU gerados não foram coletados (ABRELPE 2020).

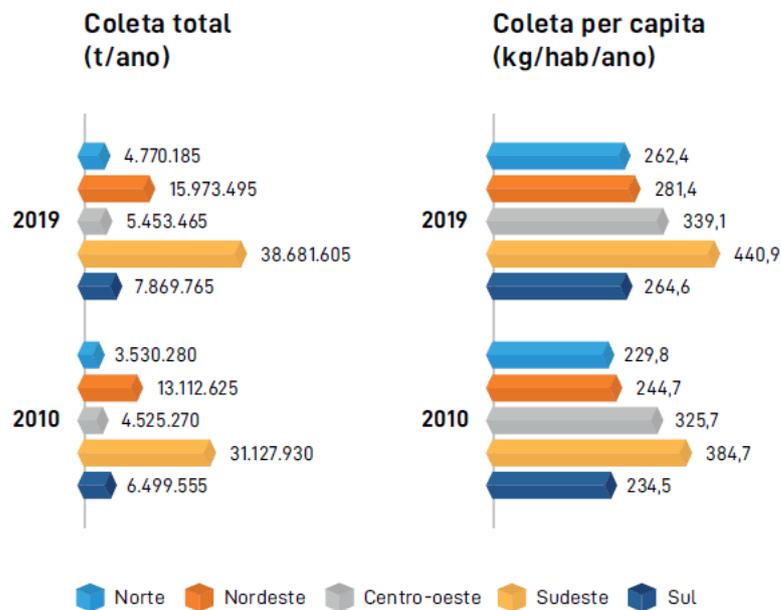
Figura 2 – Coleta de RSU no Brasil



Fonte: ABRELPE (2020).

Esse crescimento pode ser observado em estados com maior desenvolvimento em relação aos menos desenvolvidos e populosos. Rezende (2002) destaca a grande desigualdade regional e econômica no acesso aos serviços públicos como a coleta e destinação inadequada dos RSU principalmente em regiões metropolitanas mais pobres e nas áreas rurais mais isoladas. Dados que podem ser observados conforme mostram dados da ABRELPE na Figura 3 abaixo:

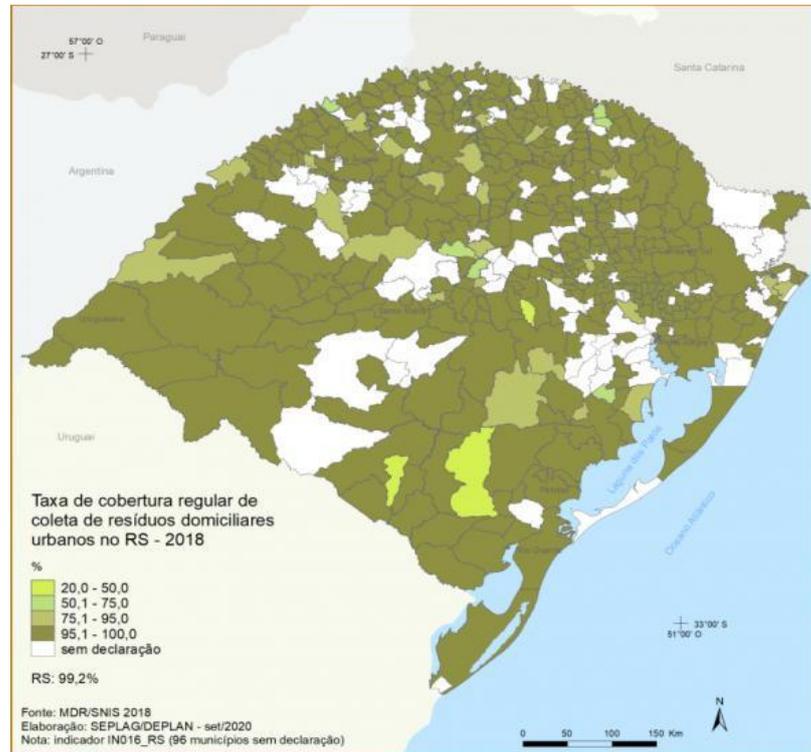
Figura 3 – Coleta dos RSU nas regiões



Fonte: ABRELPE (2020).

Apesar dos avanços analisados nos últimos anos, o Brasil ainda apresenta deficiência na abrangência de um sistema adequado de gestão de resíduos sólidos. Dados mostram que mesmo com 92% de cobertura, cerca de 6,3 milhões de toneladas/ano seguem abandonadas no meio ambiente (ABRELPE, 2020). Dados referentes ao estado do Rio Grande do Sul podem ser observados a seguir na Figura 4.

Figura 4 – Taxa de cobertura regular de coleta de RSU no RS em 2018



Fonte: ATLAS SOCIOECÔNOMICO (2020)

Entende-se por cobertura de coleta “Percentual da população residente atendida, direta ou indiretamente, por serviço regular de coleta de lixo domiciliar, em determinado espaço geográfico, no ano considerado [...]” (DATASUS, 2000). Fatores como a diminuição ou crescimento da população, mudanças características de bairros e recolhimento irregular, são indicativos da necessidade de redimensionamento dos roteiros de coleta (MONTEIRO *et. al*, 2001).

O transporte desses resíduos geralmente é realizado pelo órgão público, que efetua a coleta dos resíduos domiciliares, ou seja, em residências, estabelecimentos públicos e comércio de pequeno porte, com geração até 50 kg.dia⁻¹. Quando não realizados pelas prefeituras, o serviço é terceirizado por empresas contratadas. Com relação a empresas de grande porte o transporte deve ser de responsabilidade das mesmas (PAIVA, 2018).

O meio de transporte dos resíduos pode ocorrer por dois tipos de caminhões: compactadores ou sem compactadores. As vantagens e desvantagens inerentes a cada um, podem ser verificados no Quadro 1:

Quadro 1 – Transporte RSU usados no Brasil

Tipo de Transporte	Vantagens	Desvantagens
<p>Basculante- Convencional</p>  <p>Fonte: GAXX (2021)</p>	<p>Possibilidade de ser utilizado em outros serviços do município.</p>	<p>Dificulta a arrumação do lixo no interior da carroceria.</p>
<p>Báú ou prefeitura</p>  <p>Fonte: FERNADO ARAGÃO (2013)</p>	<p>Resíduo não fica a mostra, bem acondicionado e não se espalha pelas ruas.</p>	<p>Dificulta a arrumação no interior da carroceria.</p>
<p>Compactador</p>  <p>Fonte: ECOTOTAL (2020)</p>	<p>Transporta mais resíduos; rapidez na operação de descarga;</p> <p>Evita espalhamento nas vias e o contato do trabalhador com os materiais.</p>	<p>Preço elevado;</p> <p>Manutenção complicada;</p> <p>Desfavorável em locais de baixa densidade populacional;</p> <p>Compacta os resíduos atrapalhando a triagem dos mesmos.</p>

Fonte: elaborado pela autora (2021)

Ao escolher o melhor tipo de transporte para a coleta deve se levar em consideração o melhor custo/benefício. A coleta seletiva contribui com o bom acondicionamento, facilitando o transporte e conseqüentemente a reciclagem dos materiais (PROTEGEER, 2018). Visando os fatores citados acima, normalmente para a coleta seletiva são utilizados caminhões báú, tendo em vista a necessidade de triagem e classificação dos RSU na cooperativa de reciclagem para posterior comercialização, sendo as particularidades inerentes a coleta seletiva detalhadas na sequência.

2.1.4.2 Coleta seletiva

A coleta seletiva se dá pelo sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, inicialmente separados na fonte geradora. Após ser feita a separação por cor, tipo, tamanho, densidade, etc.; lavagem; secagem; prensagem; moagem; e enfardamento desses materiais, os mesmos são vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros (CEMPRE, 2014).

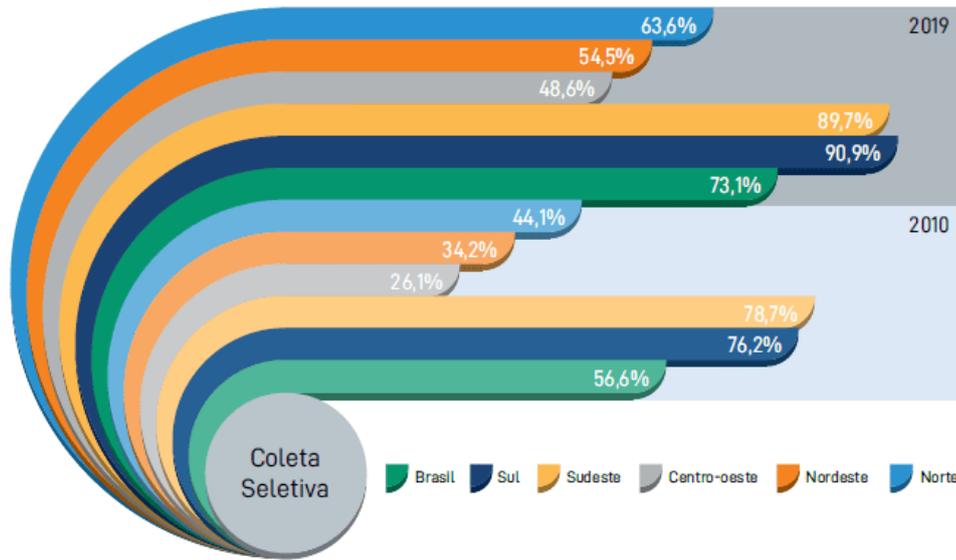
No artigo 3º da Lei Nº 12.305/2010 a coleta seletiva é definida como “coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição” (BRASIL, 2010). Com a ampliação do conceito da reutilização e reciclagem surgiram as primeiras iniciativas de implantação de programas de coleta seletiva, após agravamento no final dos anos 80 em relação a situação do manejo dos resíduos sólidos nas cidades e os lixões até então como destinação final e com o número significativo de pessoas que faziam dos lixões seu modo de sobrevivência. Para a eficiência da gestão de resíduos nos municípios é importante que cada um possua seu plano diretor, assim como o incentivo a coleta seletiva e gerenciar sistemas adequados a características de cada região da cidade (REZENDE; ULTRAMARI, 2007).

Embora ainda os resíduos possam ser considerados sem valor monetário por parte da população, a coleta seletiva vem se tornando cada vez mais uma alternativa sustentável, ambiental e economicamente viável. Além da contribuição para evitar a degradação ambiental ao meio ambiente, traz os benefícios da renda aos catadores que vendem o material para as empresas de reciclagem (CAVALCANTI; SOUZA & ALVES, 2011).

Os dados apresentados pelo último panorama dos resíduos sólidos no Brasil nos mostram que em 2010, 3.152 municípios registraram alguma iniciativa de coleta seletiva, enquanto que na década seguinte esse número aumentou para 4.070 municípios, de um total de 5.568 municípios. Destacando que em muitos municípios as atividades de coleta seletiva ainda não abrangem a totalidade de sua área urbana (ABRELPE, 2020).

No ano de 2010 a coleta seletiva estava presente em 56,6% dos municípios, já em 2019 houve um aumento registrando mais de 73%, conforme mostra a Figura 5. Contudo salienta-se que a implantação da coleta seletiva ainda está no começo, e a falta de separação dos resíduos reflete na sobrecarga do sistema de destinação final e na extração de recursos naturais, muitos já próximos do esgotamento. A consequência direta disso são os índices de reciclagem nos municípios que nesses dez anos da Lei Federal, permanecem em patamares inferiores a 4% na média nacional, conforme Figura 5 (ABRELPE, 2020).

Figura 5 – Distribuição dos municípios com iniciativas de coleta seletiva (%)



Fonte: ABRELPE (2020)

A questão cultural é um dos problemas enfrentados quando se trata da coleta seletiva dos materiais, pois as pessoas não possuem o hábito de separar corretamente seus resíduos. Em 2018 o Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE) realizou uma pesquisa onde quatro em cada dez brasileiros (39%) dizem não separar o resíduo orgânico do reciclável e 76% não fazem a separação por tipo de material, quase um terço (28%) não sabe identificar por cores as lixeiras para coleta seletiva (ODS, 2018).

A separação na fonte geradora dos diferentes tipos de materiais recicláveis presentes no resíduo promove inúmeros ganhos que se traduzem em redução de custos nas etapas posteriores. Estes custos estão associados a triagem, lavagem, secagem, transporte, entre outros (CEMPRE, 2014).

Uma das maneiras de separação bastante utilizada pela população para resíduos domésticos consiste em materiais orgânicos (úmidos) e recicláveis (secos). Os materiais orgânicos são compostos por alimentos e materiais não recicláveis, enquanto os recicláveis são compostos por papéis, vidros, metais e plásticos. É importante a orientação da população para que somente materiais passíveis de reciclagem sejam separados como materiais secos (MONTEIRO, *et al.*, 2001, p. 114).

Destacando a importância da educação ambiental a população, incentivando a separação correta nos domicílios, outra forma de separação dos resíduos se dá pelo código de cores. De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 275, de 25

de abril de 2001 estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva conforme Quadro 2, abaixo.

Quadro 2 – Padrão de cores da coleta seletiva

Cor	Grupo
AZUL	Papel/papelão
VERMELHO	Plástico
VERDE	Vidro
AMARELO	Metal
PRETO	Madeira
LARANJA	Resíduos perigosos
BRANCO	Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
ROXO	Resíduos radioativos
MARROM	Resíduos orgânicos
CINZA	Resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

Fonte: Adaptado de CONAMANº 275 (2001)

O padrão de cores aprimora a coleta seletiva, resultando na eficiência e promovendo resultados favorecendo a reciclagem e a destinação final ambientalmente adequada dos RSU.

2.1.4.3 Destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos

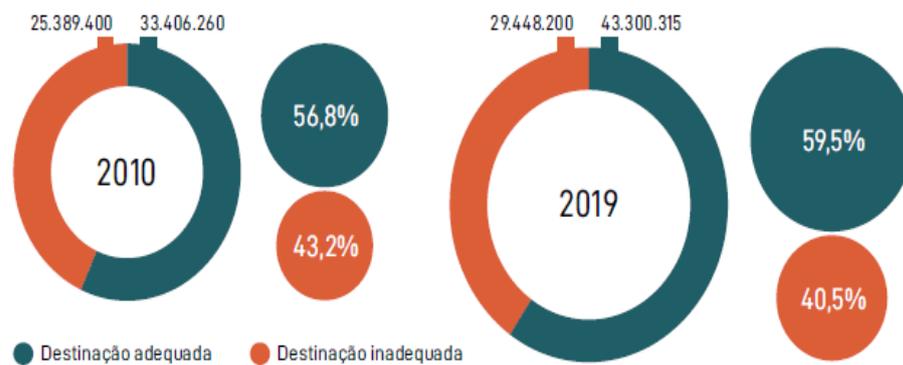
Juntamente com o crescimento das cidades veio o desafio não somente da limpeza urbana, mas também a preocupação em dar um destino final adequado aos resíduos coletados (MONTEIRO, *et al.*, 2001, p. 149).

A destinação final é uma das alternativas ambientalmente adequada previstas na PNRS, que inclui ainda a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública, à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Os materiais inorgânicos como papéis, plásticos, vidros, latas e outros necessitam de maior atenção, pois cada material tem suas particularidades e destinação final específica, sendo que das destinações mais utilizadas encontram-se os aterros sanitários, incineração e reciclagem. Enquanto os orgânicos podem ser compostados para posteriormente serem utilizados como adubo no solo (PEREIRA NETO, 2007).

Com a falta de destinação final adequada no Brasil, a maior parte dos RSU coletados segue à disposição em aterros sanitários, tendo registrado um aumento de 10 milhões de toneladas em uma década, passando de 33 milhões de toneladas por ano para 43 milhões de toneladas. Por outro lado, a quantidade de resíduos que segue para unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) também cresceu, passando de 25 milhões de toneladas por ano para pouco mais 29 milhões de toneladas por ano, conforme observa-se na Figura 6 (ABREPE, 2020).

Figura 6 – Disposição final adequada x inadequada de RSU no Brasil (t/ano)



Fonte: ABRELPE (2020).

Apesar do crescimento em relação a destinação adequada, os dados mostram números significantes em relação a destinação inadequada, uma solução favorável que pode ser mais explorada e incentivada no que diz respeito ao tratamento dos resíduos orgânicos por compostagem, sendo melhor detalhado no item a seguir.

2.1.4.1.1 Tratamento de resíduos orgânicos por compostagem

A adoção de atividades de compostagem pelos municípios, passou a ser uma determinação legal da PNRS, visto como uma opção para a destinação final ambientalmente adequada. Em suas definições, a PNRS, considera a compostagem como uma forma de destinação final ambientalmente adequada para os resíduos e no âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos atribui ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos a articulação com agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido (BRASIL, 2010).

A ABNT NBR 13.591:1996 traz a definição de compostagem como sendo como sendo um processo de decomposição e estabilização biológica controlada dos resíduos orgânicos, feita por uma população diversificada de organismos em condições aeróbias e termofílicas, tendo

como resultado um material estabilizado e com características diferentes às das iniciais (ABNT NBR 13.591, 1996, p. 2).

Quanto à presença ou ausência de oxigênio no processo, a compostagem pode ocorrer de forma aeróbia ou anaeróbia. O processo de compostagem anaeróbia possui um tempo mais longo – mais de quatro meses – até a estabilização da matéria orgânica em que a qual é decomposta por microrganismos na ausência de oxigênio, com baixa temperatura (RIBEIRO, 2018).

O produto final do processo de compostagem é um composto orgânico rico em húmus que poderá ser utilizado na agricultura como fertilizante. Entende-se por composto “produto estabilizado, oriundo do processo de compostagem, podendo ser caracterizado como fertilizante orgânico, condicionador de solo e outros produtos de uso agrícola” (BRASIL, 2017, não paginado).

Nos últimos anos, o Brasil produziu quase 37 milhões de toneladas de resíduo orgânico. Esse resíduo possui potencial econômico para virar adubo, gás combustível e até mesmo energia. No entanto, apenas 1% do que é descartado é reaproveitado (ABRELPE, 2019).

Entre os fatores que influenciam a compostagem, destacam-se: local, disposição, configuração da matéria orgânica destinada à compostagem, umidade, temperatura, aeração, nutrientes, tamanho das partículas e pH garantindo condições físicas e químicas adequadas à compostagem (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

O local onde é feita a compostagem denomina-se pátio de compostagem, deve ter o piso pavimentado, impermeabilizado e conter sistema de drenagem pluvial, com uma área bem iluminada (FEAM, 2005).

Ao dimensionar a área do pátio, deve-se considerar o espaço entre as leiras para circulação de caminhões, pás carregadeiras ou máquinas de revolvimento e o composto orgânico final (MONTEIRO, *et al.*, 2001, p. 126).

Ao final da triagem realizada diariamente, a matéria orgânica deve ser depositada no pátio formando uma leira triangular com dimensões aproximadas de diâmetro entre 1,5 a 2,0m e altura em torno de 1,6m (FEAM, 2005). Alturas superiores a 2m dificultam a aeração da massa e a operação de revolvimento. A forma cônica facilita o escoamento da água pluvial evitando o encharcamento das leiras (MONTEIRO, *et al.*, 2001, p. 126).

O aumento da utilização da matéria orgânica para compostagem beneficia diretamente os aterros sanitários, aumentando a vida útil dos mesmos. O processo contribui para a diminuição do volume de resíduos orgânicos que são destinados ao aterro sanitário, além de otimizar os custos com a disposição final dos RSU (WARTCHOW; GEWEHR; SILVA, 2011).

2.1.4.4 Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos

A PNRS traz a definição de disposição final ambientalmente adequada como sendo a “distribuição ordenada dos rejeitos em aterros sanitários, levando em consideração as normas estabelecidas a fins de evitar danos ou riscos à saúde da população visando a minimização dos impactos causados pelos mesmos” (BRASIL, 2010).

Como uma das formas mais conhecidas, os aterros sanitários enquadram-se na etapa referente à disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Apesar da sua utilização estar crescendo no Brasil, segundo SNIS (2019) em relação as unidades de processamento de RSU o número de aterros no Brasil de seria de 621 até 2019 de um total de 5.570 municípios brasileiros. Outras tecnologias alternativas vêm surgindo no mercado visando a diminuição dos rejeitos em aterros (SZIGETHY; ANTENOR, 2020).

Visando acompanhar os danos ou riscos, apresentados pelas formas de disposição final de resíduos, utiliza-se um instrumento conhecido como índice. Segundo Monteiro (2006), “os índices são o resultado da combinação de variáveis ou parâmetros em um único valor assumindo um peso relativo a cada componente do índice”. Podendo assim observar e acompanhar a situação do meio ambiente em relação ao aterro sanitário, bem como o impacto e as consequências dos processos de desenvolvimento sobre os recursos naturais (PEREIRA; CURTI, 2017).

Com isso, para avaliar as condições ambientais e sanitárias dos locais de disposição, em 1997 foi criado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) o Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) composto por 41 indicadores, sendo estes divididos em três macro conjuntos: características do local, infraestrutura implantada e condições operacionais, podendo ao final ter variação de 0 a 10 pontos para classificação em duas categorias: inadequada e adequada.

A CETESB disponibiliza planilhas para serem utilizadas no cálculo do índice de IQR, possuindo planilhas para resíduos urbanos, serviço de saúde e da construção civil, sendo a planilha abaixo para aterros sanitários, conforme observa-se no Quadro 3 (CETESB, 2020).

Quadro 3 – Planilha fornecida pela CETESB para cálculo de IQR aterros

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR	
MUNICÍPIO:	DATA:
LOCAL:	AGÊNCIA:
BACIA HIDROGRÁFICA:	UGRHI:
LICENÇA: L.I L.O <input type="checkbox"/>	TÉCNICO:

ITEM	SUB-ITEM	AVALI AÇÃO	PES O	PONT O	ITEM	SUB-ITEM	AVALI AÇÃO	PES O	PONTO S	
ESTRUTURA DE APOIO	1. PORTARIA, BALANÇA E VIGILÂNCIA	SIM/SUFICIENTE	2		OUTRAS INFORMAÇÕES	23. PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	2		
		NÃO/INSUFICIENTE	0				SIM	0		
	2. ISOLAMENTO FÍSICO	SIM/SUFICIENTE	2			24. QUEIMA DE RESÍDUOS	NÃO	2		
		NÃO/INSUFICIENTE	0				SIM			
	3. ISOLAMENTO VISUAL	SIM/SUFICIENTE	2			25. OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	2		
NÃO/INSUFICIENTE		0		SIM			0			
4. ACESSO A FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	3		26. PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS		NAO	2			
	INADEQUADO	0				SIM	0			
FRENTE DE TRABALHO	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	ADEQUADAS	5			27. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NAO	5		
		INADEQUADAS	0				SIM	0		
	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	ADEQUADA	5		28. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS		SIM (PREENCHER ITEM 29)			
		INADEQUADA	0				SE NAO (IR PARA O ITEM 30)			
7. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5		29. ESTRUTURAS E PROCEDIMENTOS	SUFICIENTE / ADEQUADO	10				
	INADEQUADO	0			INSUFIC./INADEQUADO	0				
TALUDES E BERMAS	8. DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	ADEQUADAS	4		SUBTOTAL 2.1		10			
		INADEQUADAS	0		SUBTOTAL 2.2		20			
	9. COBERTURA DE TERRA	ADEQUADA	4		30. PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	≥ 500 m	2			
		INADEQUADA	0			≤ 500 m	0			
	10. PROTEÇÃO VEGETAL	ADEQUADA	3		31. PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	≥ 200 m	2			
		INADEQUADA	0			≤ 200 m	0			
11. AFLORAMENTO DE CHORUME	NÃO / RAROS	4		32. VIDA ÚTIL DA ÁREA	≤ 2 ANOS	<input type="checkbox"/>				
	SIM / NUMEROSOS	0			2 < x ≤ 5 ANOS	<input type="checkbox"/>				
12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	ADEQUADO	5		33. RESTRIÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO	SIM	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	INADEQUADO	0			NÃO	<input type="checkbox"/>				
13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	SIM	5		SUBTOTAL 3		4				
	NÃO	0		TOTAL MÁXIMO (100)		TOTAL MÁXIMO (110)				
ESTRUTURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	SIM/ADEQUADA (N. PREENCHER ITEM 15)	10		TOTAL MÁXIMO 2.1		TOTAL MÁXIMO 2.2			
		NAO/ADEQUADA (N. PREENCHER ITEM 15)	0		sem recebimento de resíduos industriais		com recebimento de resíduos industriais			
	15. PROF. LENÇOL FREÁTICO (P) × PERMEABILIDADE DO SOLO (k)	P > 3 m, k < 10 ⁻⁶ cm/s	4		IQR - SOMA DOS PONTOS/10		IQR - SOMA DOS PONTOS/11			
		l < P < 3 m, k < 10 ⁻⁴ cm/s	2		sem recebimento de resíduos industriais		com recebimento de resíduos industriais			
	16. DRENAGEM DE CHORUME	CONDIÇÃO INADEQUADA	0							
SIM / SUFICIENTE		4								
17. TRATAMENTO DE CHORUME	NÃO / INSUFICIENTE	0								
	SIM / ADEQUADO	4								
	NÃO / INADEQUADO	0								
	SUFIC. / DESNECESSÁRIO	3								

	18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	NÃO / INSUFICIENTE	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CÁLCULO DO IQR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(sem recebimento de resíduos industriais) IQR= (SUBTOTAIS 1+2.1+3)/10=10,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>(com recebimento de resíduos industriais) IQR= (SUBTOTAIS 1+2.2+3)/11=10,0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	CÁLCULO DO IQR		(sem recebimento de resíduos industriais) IQR= (SUBTOTAIS 1+2.1+3)/10=10,0		(com recebimento de resíduos industriais) IQR= (SUBTOTAIS 1+2.2+3)/11=10,0	
	CÁLCULO DO IQR									
	(sem recebimento de resíduos industriais) IQR= (SUBTOTAIS 1+2.1+3)/10=10,0									
	(com recebimento de resíduos industriais) IQR= (SUBTOTAIS 1+2.2+3)/11=10,0									
	19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFIC. / DESNECESSÁRIO	4							
		NÃO / INSUFICIENTE	0							
	20. DRENAGEM DE GASES	SUFIC. / DESNECESSÁRIO	4							
		NÃO / INSUFICIENTE	0							
	21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	ADEQUADO	4							
		INADEQUADO / INSUFIC.	1							
		INEXISTENTE	0							
	22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	ADEQUADO / DESNECES.	4							
INADEQUADO / INSUFIC.		1								
INEXISTENTE		0								
SUBTOTAL I		86	<table border="1"> <thead> <tr> <th>IQR</th> <th>AVALIAÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,0 a 7,0</td> <td>Condições Inadequadas (I)</td> </tr> <tr> <td>7,1 a 10,0</td> <td>Condições Adequadas (A)</td> </tr> </tbody> </table>	IQR	AVALIAÇÃO	0,0 a 7,0	Condições Inadequadas (I)	7,1 a 10,0	Condições Adequadas (A)	
IQR	AVALIAÇÃO									
0,0 a 7,0	Condições Inadequadas (I)									
7,1 a 10,0	Condições Adequadas (A)									

Fonte: CETESB, 2020

2.1.5 Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

A gestão integrada de resíduos sólidos é definida pela PNRS, como um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável. O cumprimento da mesma deverá ser realizado por pessoas físicas ou jurídicas de direito público ou privado, sendo estas responsáveis pelo desenvolvimento das ações relacionadas à gestão integrada (BRASIL, 2010).

A gestão integrada possui o intuito da diminuição na geração de resíduos na fonte geradora e a minimização do impacto ao meio ambiente, através da destinação adequada dos mesmos (VG RESÍDUOS, 2019). Em um consórcio a gestão integrada dos RSU exigirá a implantação de um conjunto de ações com a finalidade de favorecer o manejo diferenciado de cada resíduo (MMA, 2010).

Este conjunto de ações, contribuirá para uma gestão eficiente nas etapas de coleta, armazenamento, transporte, tratamento, destinação final e disposição final ambientalmente correta, objetivando a minimização da geração de resíduos, à preservação da saúde pública e a qualidade do meio ambiente (VG RESÍDUOS, 2019).

Os princípios fundamentais para implantação da gestão integrada de resíduos consiste em: (i) a prevenção e precaução; (ii) o conceito de poluidor-pagador aplicado a geração de resíduos; (iii) a ecoeficiência; (iv) a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos

produtos; (v) o reconhecimento do resíduo como bem econômico; (vi) o valor social; (vii) o direito à informação e o controle social (BRASIL, 2010).

A grande maioria dos municípios encontram dificuldades institucionais, técnicas e econômicas para gestão integrada dos serviços públicos de saneamento básico. Uma alternativa a essas dificuldades, são a utilização de modelos para ações compartilhadas, a exemplo dos consórcios intermunicipais. Essa possibilidade aberta de ação compartilhada é fundamental para que se promova a gestão integrada e sustentável da política de saneamento (BRASIL, 2014).

2.1.5.1 Consórcios

O Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos define consórcio como um acordo entre municípios com o objetivo de alcançar metas comuns previamente estabelecidas (IBAM, 2001).

A lei dos consórcios públicos, Lei Federal Nº 11.107 de 2005, oferece recurso jurídico necessário para que se suceda a união dos esforços entre os governos, independente da participação da iniciativa privada, tornando-se uma eficiente ferramenta no gerenciamento integrado dos resíduos, na prestação desses serviços fundamentais à população e a preservação ambiental (CALDERAN, 2013).

A criação dos primeiros consórcios no Brasil para a gestão de resíduos sólidos foi constituída por um pequeno grupo de municípios visando o compartilhamento de um aterro sanitário, onde a maioria localizava-se próximo ao aterro (BRASIL, 2010).

Anteriormente à Lei Federal Nº 11.107 de 2005 muitos consórcios não conseguiam se consolidar e alcançar seu objetivo, uma vez que enfrentavam problemas como a descontinuidade político administrativa e questões financeiras. Com a criação dessa lei federal grande parte dos problemas de manutenção desses consórcios foram solucionados, visto que os consórcios são constituídos como órgãos públicos, dotados de equipe profissional própria, com atribuições e processo decisório definido, para prestar ou contratar serviços públicos mediante contratos estáveis (BRASIL, 2010).

O operador mais atuante na gestão de resíduos continua sendo o poder público, em torno de 59,3 %; no que diz respeito aos consórcios sua atuação ocupa o último lugar com apenas 38 unidades (0,9%). Apesar do grande fluxo de exportação de resíduos entre os municípios, em 2019 ainda o valor não atingia 1% de 4.262 unidades cadastradas. Conforme análise entre 2018 e 2019 o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019, indicou que há um

acréscimo na quantidade de municípios que passam a integrar os consórcios, mas uma leve diminuição do número de consórcios, cerca de 4,5%. Em relação ao ano de 2018, de um total de 199 consórcios e 2.174 municípios consorciados para 190 consórcios e 2.260 consorciados em 2019 (BRASIL, 2020).

Apesar dos dados apresentados acima, ainda são poucas informações sobre o número de consórcios públicos destinados à gestão de RSU efetivamente localizados no país, onde estão e quais suas finalidades. Quando encontradas, muitas informações encontram-se desatualizadas e são inconsistentes (ANJOS; AMARAL; FISCHER, 2016).

Dentre os consórcios encontrados no país voltados aos resíduos sólidos, encontre-se o Consórcio CIGRES (Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos) localizado no município de Seberi – RS, semelhante ao CONIGEPU em alguns aspectos, como triagem, reciclagem de resíduos e disposição final em aterro sanitário. O CIGRES é composto atualmente por 31 municípios, cujo objetivo para sua criação foi encontrar uma solução para a problemática dos resíduos sólidos (CALDERAN, 2013).

A Tabela 1 abaixo apresenta alguns consórcios públicos situados no Rio Grande do Sul, estado este onde se localiza o consórcio do presente estudo e sua caracterização, visando solucionar a problemática encontrada pelos municípios no que diz respeito à gestão de resíduos sólidos.

Tabela 1 – Caracterização de alguns Consórcios Públicos para Gestão de RSU no Brasil

Nome e sigla do consórcio	Sede	Nº de municípios	População atendida	Ano da Constituição	Situação atual/Estratégias adotadas
CIGRES- Consórcio Intermunicipal de Gestão e Resíduo Sólidos	Seberi	32	178.819	2001	Central de triagem de recicláveis, de compostagem e aterro sanitário em operação
COMANDAÍ - Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos Urbanos	Guarani das Missões	2	9.604	2004	Projeto de central de triagem de recicláveis
CIPAE G8 - Consórcio Público Intermunicipal para Assuntos	Canudos dos Vale	8	42.964	2010	Central de triagem de recicláveis

Os consórcios apresentados no quadro acima, bem como o consórcio do presente estudo são amparados por leis e resoluções como apresentado a seguir, favorecendo sua implantação.

2.2 LEGISLAÇÃO

Os instrumentos legais possuem o intuito de caracterizar e proibir as fontes que causam poluição e degradação ao meio ambiente, impõem ao poder público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações, e criminalizam as práticas lesivas ao meio ambiente e à saúde pública (ABRELPE, 2020).

Ao longo dos anos no Brasil várias normas, leis e resoluções foram criadas acerca dos resíduos sólidos, em virtude da preocupação em obter um meio ambiente equilibrado e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, como está assegurado pela Constituição Federal, que estipula que todos possuem o direito de ter um meio ambiente ecologicamente equilibrado, de uso comum e com boa qualidade de vida, cabendo ao poder público e a coletividade a função de cuidar e preservar para as atuais e futuras gerações (BRASIL, 1988).

A propagação dos serviços de saneamento básico trata-se de um fator essencial para um país ser chamado de desenvolvido. O serviço de saneamento leva a melhoria da qualidade de vida das pessoas, diminuindo doenças e mortalidade infantil relacionadas a falta do mesmo, além da contribuição em avanços na educação, crescimento do turismo, na valorização dos imóveis, na renda do trabalhador, na despoluição dos rios e preservação dos recursos hídricos, etc. A importância do saneamento e sua relevância à saúde humana remontam às mais antigas culturas (TRATA, 2012).

A seguir serão apresentadas as principais legislações pertinentes ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

2.2.1 Política Nacional dos Resíduos Sólidos

Até o ano de 2010 a gestão dos resíduos no Brasil era de total responsabilidade da gestão pública, que determinava as regras e arcava com custos de reciclagem, coleta e destinação dos resíduos. A mudança no cenário ocorreu a partir da publicação da PNRS instituída pela Lei Federal Nº 12.305/2010, descentralizando o poder da iniciativa pública (PORTAL RESÍDUO

SÓLIDO, 2021). A referida Lei, dispõe seus princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relacionadas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

Dentre estes, destacam-se a elaboração dos Planos: (i) o Plano Nacional de Resíduos Sólidos; (ii) os planos estaduais de resíduos sólidos; (iii) os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas; (iv) os planos intermunicipais de resíduos sólidos; (v) os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos; (vi) os planos de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Cada plano determinado pela PNRS difere no âmbito de atuação (estadual, municipal, intermunicipal, etc.), sendo assim a sua elaboração possui prazos diferenciados conforme a abrangência, levando em consideração o tamanho da população (Quadro 4).

Quadro 4 – Planos descritos na PNRS

Plano	Vigência
Plano Nacional de Resíduos Sólidos	Prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, devendo ser atualizado a cada 4 (quatro) anos.
Planos Estaduais de Resíduos Sólidos	Atuação de 20 (vinte) anos e revisões a cada 4 (quatro) anos
Planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas	Atuação de 20 (vinte) anos e revisões a cada 4 (quatro) anos
Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	Periodicidade de sua revisão, observado o período máximo de 10 (dez) anos
Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	Observar o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do SISNAMA

Fonte: adaptado da LEI Nº 12.305 (BRASIL, 2010).

Os planos também discorrem sobre metas para eliminação e recuperação dos lixões, incentivando a reciclagem, sendo um dos conteúdos mínimos que devem apresentar para sua aprovação. No ano de 2020 houve atualização no marco legal do saneamento básico através da Lei Nº 14.026, 15 de julho de 2020, estabelecendo prazo para o encerramento de todos os lixões nos municípios brasileiros até 2024 (BRASIL, 2020).

2.2.2 Legislação de Resíduos Sólidos no Âmbito Estadual

No estado do Rio Grande do Sul, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos foi elaborado no ano de 2014 com validade por um prazo de 20 anos e durante o período mostrará um panorama de atuação com relação aos RSU, prevendo-se sua revisão a cada 4 anos além da elaboração da política estadual de resíduos sólidos a partir da Lei Nº 9921/93 (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

O PERS – RS concede aos estados o conhecimento do panorama atual e o planejamento de ações visando atender às metas, sejam elas de curto, médio e longo prazo, para a gestão adequada de resíduos sólidos. A eficiência dessas metas necessita de ações como educação ambiental, da coleta seletiva, da inclusão social, do apoio à comercialização de materiais recicláveis, da compostagem e da destinação adequada de rejeitos. Além das atribuições elencadas acima, o PERS – RS inclui o Plano de Regionalização e proposta de Arranjos Intermunicipais (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

A seguir algumas das legislações voltadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos no estado do RS:

- Lei Nº 15.434, de 09 de janeiro de 2020: Lei Ordinária que institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências;
- Decreto Nº 53.307 de 24 novembro de 2016: Decreto Estadual que institui o Programa SUSTENTARE, que trata da destinação e do descarte de ativos eletroeletrônicos de órgãos e de entidades do Estado do Rio Grande do Sul, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS;
- Lei Nº 14.528 de 16 de abril de 2014: Lei Ordinária que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências;
- Lei Nº 13.533, de 28 de outubro de 2010: Lei Ordinária que institui normas e procedimentos para a reciclagem, o gerenciamento e a destinação final de lixo tecnológico e dá outras providências.

A lei Nº 14.528 de 16 de abril de 2014 incentiva a adoção de consórcios ou outras formas de cooperação entre os municípios, visando o aumento em relação ao aproveitamento e a redução dos custos envolvidos (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

3 METODOLOGIA

Neste item, encontram-se descritos os métodos de pesquisa utilizados neste estudo de caso. Inicialmente, identificou-se o tipo, área de estudo e população da amostra, e posteriormente descreveu-se a abordagem e método utilizados, e por fim os instrumentos de coleta de dados, período e análise dos dados.

Durante o estudo, foram investigados o histórico de discussão, organização e implantação do Consórcio Intermunicipal de Cooperação em Gestão Pública (CONIGEPU), bem como o funcionamento atual, custos de operação, as dificuldades enfrentadas e as perspectivas para os próximos anos, ampliação, avaliação das conformidades e não conformidades de acordo com a LO.

O detalhamento dos métodos e abordagens utilizados, podem ser conferidas a seguir.

3.1 TIPO DE ESTUDO

Para realização deste estudo de caso, a pesquisa foi exploratória para possibilitar uma visão geral do consórcio e torná-lo mais explícito para realização de descrições precisas sobre situações existentes, permitindo a descoberta de relações existentes entre os elementos que o compõem (GIL, 2002).

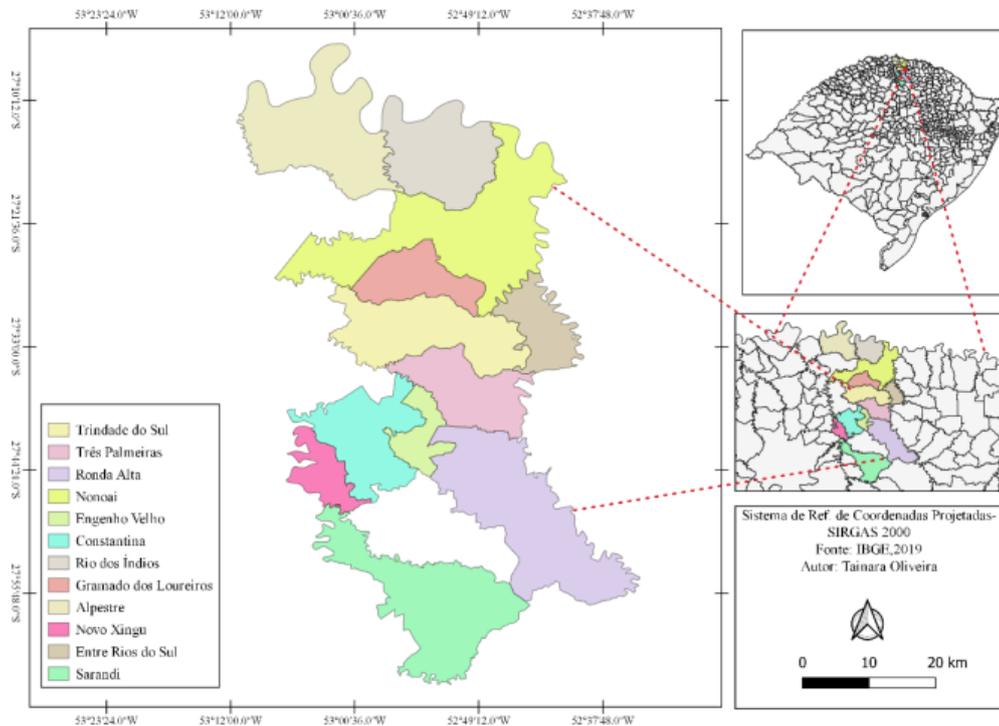
O estudo de caso é caracterizado pelo estudo aprofundado de um ou mais objetos que possibilite seu amplo e detalhado conhecimento utilizando várias fontes de pesquisa, dentre as quais: documentação, registro em arquivos, observação direta e observação participante (LAKATOS e MARCONI, 2003),

Uma abordagem empírica qualitativa foi utilizada para coleta de dados (GIL, 2002). Esse método proporciona ao pesquisador um contato direto com o local onde os fenômenos acontecem e são influenciados pelo seu contexto, possibilitando o encontro de respostas para questões particulares (MINAYO, 1994, p.17). Para análise do aterro sanitário, além de análise descritiva qualitativa, uma abordagem quantitativa também foi utilizada, com uso de técnica de amostragem. Deste modo, foi realizado uma observação como meio para descrever com segurança e veracidade a atuação do consórcio.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O CONIGEPU, localiza-se em Trindade do Sul, região norte do estado do Rio Grande do Sul, às margens da estrada de acesso à Colônia Nova. Fazem parte do CONIGEPU, 12 municípios: Alpestre, Constantina, Engenho Velho, Entre Rios do Sul, Gramados dos Loureiros, Nonoai, Novo Xingú, Rio dos Índios, Ronda Alta, Sarandi, Três Palmeiras e Trindade do Sul, conforme observa-se na Figura 7.

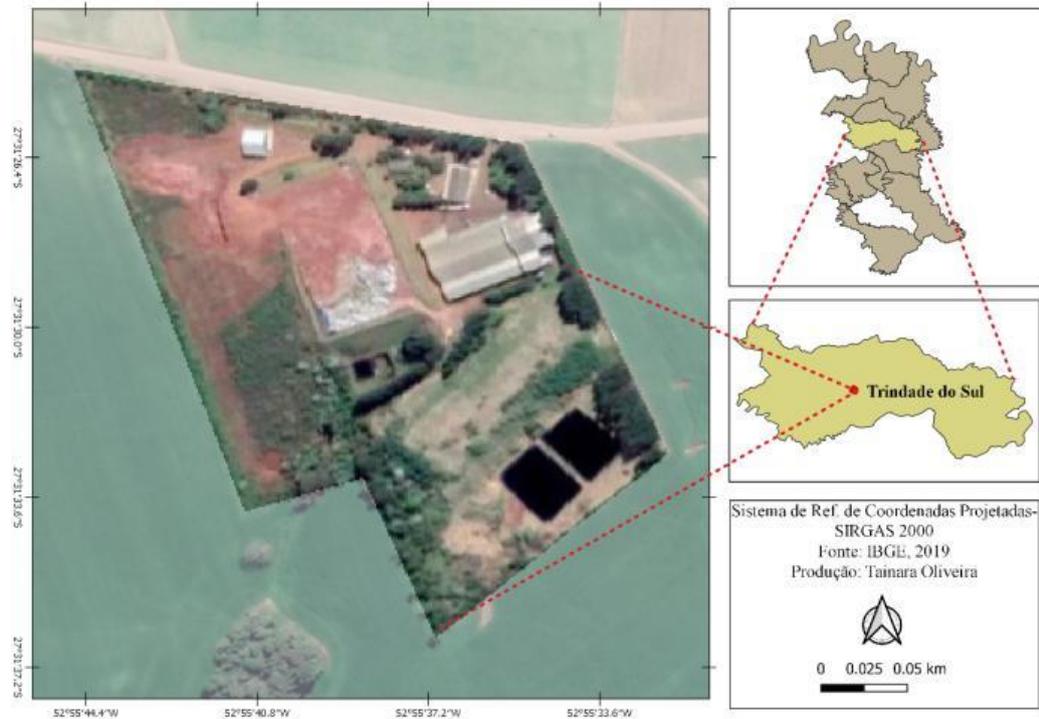
Figura 7 – Municípios da região norte do Rio Grande do Sul que participam do CONIGEPU



Fonte: elaborado pela autora (2021).

O CONIGEPU possui uma área de abrangência de 2.856,857 km². Sua sede (Figura 8), está situada sob as coordenadas geográficas -52.89° Oeste e -27.31° Sul, e o empreendimento apresenta uma área total de 71.048,98 m² situada no município de Trindade do Sul, localizado no centro do consórcio, distante a 2,7 km do centro da cidade.

Figura 8 – Sede do Consórcio



Fonte: elaborado pela autora (2021).

3.3 POPULAÇÃO DA AMOSTRA

O CONIGEPU atende a uma população total de 83.199 habitantes conforme previsão do IBGE do ano de 2020, população dividida entre os doze municípios integrantes do consórcio, conforme

Tabela 2.

Tabela 2 – População atendida em cada município integrante do CONIGEPU

Municípios Consorciados	População atendida (nº de hab.)
Alpestre	6.067
Constantina	9.907
Engenho Velho	982
Entre Rios do Sul	2.758
Gramado do Loureiros	2.058
Nonoai	11.633

Novo Xingu	1.712
Rio dos Índios	2.660
Ronda Alta	10.617
Sarandi	24.763
Três Palmeiras	4.251
Trindade do Sul	5.791
Total	83.199

Fonte: Estimativa IBGE (2020).
Notas: (n°) número; (hab.) habitantes.

3.4 COLETA DE DADOS E PERÍODO DE ANÁLISE

A coleta de dados foi realizada por meio dos seguintes instrumentos: (i) pesquisa bibliográfica; (ii) análise documental; (iii) análise de relatórios internos; (iv) análise dos projetos de construção da ETE, aterro sanitário, lagoas de tratamento de lixiviados e central de triagem; (v) observação direta (*in loco*); (vi) observação participativa, realizada em conjunto com representantes legais e administradores da atual gestão, e (vii) registros fotográficos. para comprovar as informações descritas, quando houver necessidade.

Na Tabela 3, é possível observar os instrumentos de coleta utilizados para atendimento dos objetivos do estudo, bem como o período de análise.

Tabela 3 – Coleta de dados e período de análise

Objetivo a ser atingido	Instrumento de coleta de dados	Período de análise
Caracterização do CONEGIPU e Formação do consórcio intermunicipal	Análise documental	2021
Recebimento mensal de resíduos	Análise documental e relatórios internos	2020
Cooperativa de reciclagem	Relatórios internos de comercialização dos RSU	Jan, fev e março 2021
	Observação (<i>in loco</i>), observação participativa e registro fotográfico das estruturas físicas	2020-2021
Monitoramento de padrões ambientais	Análise dos relatórios trimestrais de monitoramento de água e solo	1º, 2º, 3º e 4º trimestre 2020
Análise do aterro sanitário	Verificação do projeto, observação direta (<i>in loco</i>), observação participativa e registro fotográfico	2012-2013 2021

Monitoramento de padrões ambientais	Análise dos relatórios trimestrais de monitoramento de água e solo	1º, 2º, 3º e 4º trimestre 2020
Situação ETE	Análise do projeto Observação direta (<i>in loco</i>), observação participativa registros fotográficos	2012-2013; 2021
Aterro Sanitário	Aplicação <i>check list</i> CETESB Análise do projeto do Aterro e da ETE para cálculo do IQR	2021
Contrato rateio	Análise documental	2014

Fonte: elaborada pela autora (2021).

Considerou-se as etapas do gerenciamento realizadas pelo CONIGEPU a partir do recebimento dos resíduos dos doze municípios integrantes do consórcio. Salienta-se que cada município é responsável pelo gerenciamento dentro do seu limite geográfico, que compreende as etapas de acondicionamento, coleta convencional e seletiva (quando houver) e transporte dos RSU até a sede do consórcio. Considerou-se ainda, que os municípios apresentam um índice de cobertura de 80%, com relação às coletas dos RSU. Embora alguns municípios possuam coleta seletiva, considerou-se os dados gerais do consórcio, uma vez que não se possui a informação município a município.

3.5 ANÁLISE DE DADOS

Após a conclusão da coleta de dados, a qual consistiu na primeira fase do estudo, foi executada a segunda fase: realizada por meio da análise do conteúdo da coleta, organizando os dados coletados realizou-se a pré-seleção do material utilizado.

Por fim, fez-se o tratamento e interpretação dos dados coletados, com a tabulação em gráficos, tabelas e figuras para comparação com dados já existentes, determinando os principais aspectos a serem observados para a formação e funcionamento de um consórcio público voltado para a gestão de resíduos sólidos levando em consideração além da legislação vigente a licença de operação do mesmo LO Nº 07427/2019.

3.5.1 Índice de qualidade do Aterro de resíduos (IQR)

Para avaliar as instalações do aterro sanitário em operação no CONIGEPU, além da pesquisa exploratória foi aplicado o *check list* (CETESB, 2020) para coleta de informações.

As informações do aterro foram então processadas por meio da aplicação de um questionário padronizado subdividido quanto às características locacionais, estruturais e operacionais e são expressadas por meio de pontuações, que variam de 0 a 10. São índices, portanto, que levam em consideração a situação encontrada em inspeção técnica e que permite efetuar um balanço confiável das condições ambientais, diminuindo eventuais distorções devido à subjetividade na análise dos dados, além de possibilitar a comparação com outros aterros sanitários. Os dados são expressos por meio do IQR realizado de acordo com a metodologia da CETESB (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse tópico foi analisado e descrito o gerenciamento dos resíduos sólidos realizado na região norte do estado do Rio Grande do Sul por meio do CONIGEPU.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE COOPERAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA

O CONIGEPU foi fundado em 19 de novembro de 1997, registrado sob o CNPJ N° 02.412.033/0001-74, sendo constituído sob forma de associação pública com personalidade jurídica de direito público e sem fins lucrativos, em entendimento às legislações, como a Lei dos Consórcios N° 11.107 de 06 de abril de 2005, o consórcio encontra-se devidamente licenciado pela FEPAM através da Licença de Operação (LO) N° 07427/2019.

O CONIGEPU constitui-se por doze municípios com sua sede localizada no município de Trindade do Sul, representado na (Figura 9).

Figura 9 – Mapa de localização sede CONIGEPU



Fonte: elaborado pela autora (2021)

Em sua sede fica localizada a zona de recebimento, triagem, compostagem, venda e o aterro sanitário em relação aos RSU referentes aos doze municípios consorciados, conforme

observa-se na Figura 10. A mesma possui um prédio destinado à área administrativa, banheiros e refeitório, possui prédio destinado a usina de triagem com 2.462,00 m².

Figura 10 – Distribuição da área da sede CONIGEPU



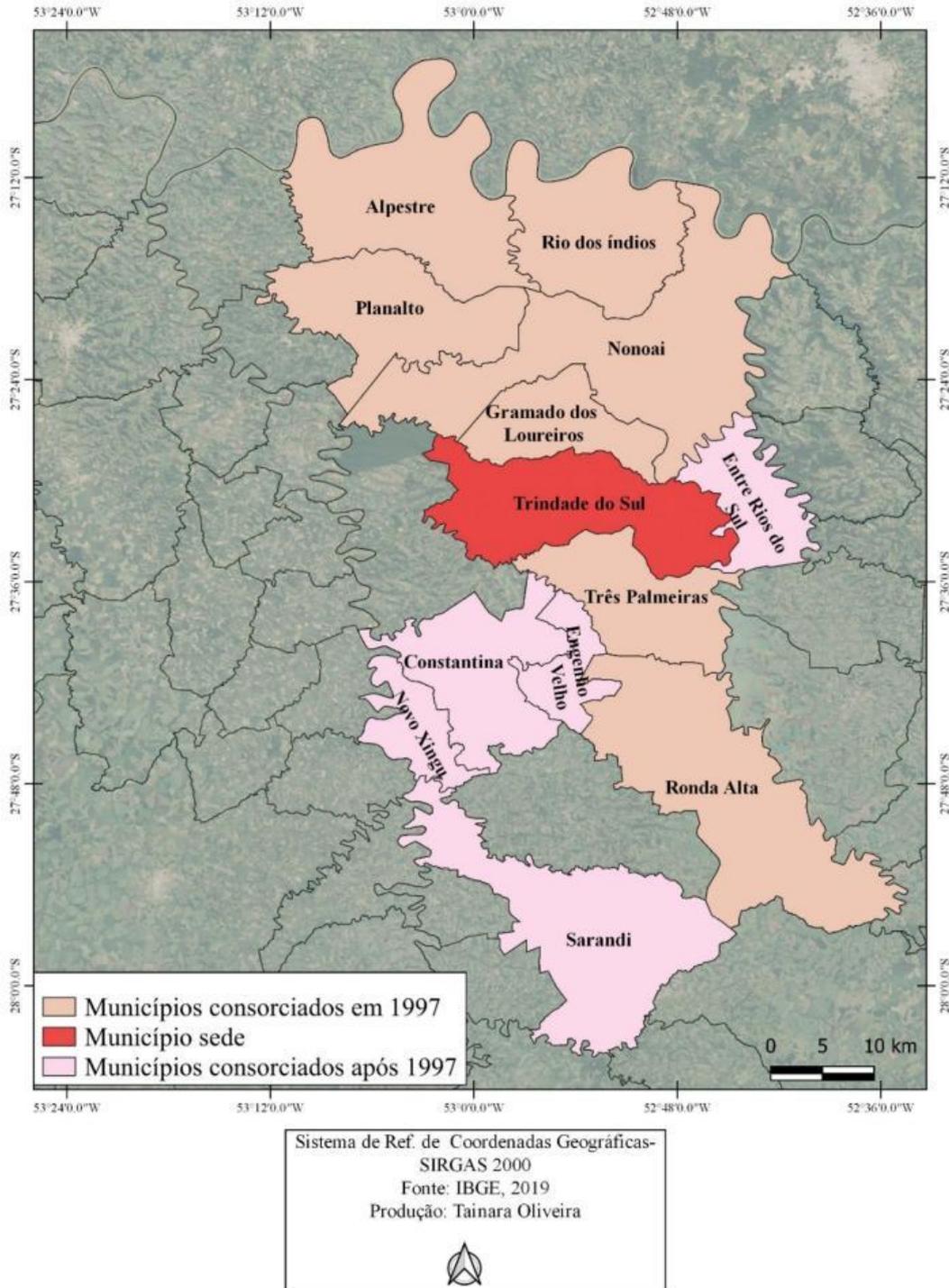
Fonte: elaborado pela autora (2021)

4.1.1 Formação do consórcio intermunicipal

O CONIGEPU foi criado a partir da necessidade de gerenciamento adequado dos resíduos, identificada pelo prefeito de Trindade do Sul em 1996 no que tange à destinação dos RSU. Assim, reuniu-se com prefeitos de municípios vizinhos propondo a formação de um consórcio intermunicipal voltado para a gestão de resíduos, uma vez que na época os mesmos destinavam os RSU para empresas privadas ou para lixões.

Em 1997, oito prefeitos assinaram o Estatuto de Consórcio com o nome de CONILIXO (Consórcio Intermunicipal de Triagem e Compostagem de Lixo), contemplando os municípios de Alpestre, Gramado do Loureiros, Nonoai, Planalto, Rio dos Índios, Ronda Alta, Três Palmeiras e Trindade do Sul, conforme apresentado na Figura 11. Ao longo dos anos houveram mudanças como a inserção de novos municípios e a mudança do nome do consórcio.

Figura 11 – Municípios Consorciados desde 1997



Fonte: elaborado pela autora (2021)

Embora o acordo tenha sido assinado no ano de 1997, a operação do CONIGEPU iniciou no ano de 2006, com novos municípios consorciados, mais tarde houve a integração do município de Sarandi e em 2014 de Entre Rios. Até o ano de 2012 o consórcio atuava com o nome de CONILIXO, porém no mesmo ano houve a mudança passando a ser denominado:

CONIGEPU tornando-se assim uma empresa pública, sem fins lucrativos visando a gestão de resíduos sólidos.

4.1.2 Finalidades e objetivo do CONIGEPU

Com o aumento do volume de RSU nas últimas décadas, surgiu a preocupação de alguns gestores em relação à destinação ambientalmente adequada. Visando a boa gestão de resíduos sólidos o município de Trindade do Sul juntamente com os demais municípios da região norte do estado criou o CONIGEPU, com finalidade de receber, realizar a triagem, compostagem, venda e disposição final ao aterro sanitário dos RSU correspondente dos municípios consorciados.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS CONSORCIADOS

A partir da assinatura do estatuto do consórcio em 1997, a fim da implantação e realização das atividades, escolheu-se uma área na qual seriam realizadas as instalações da sede do mesmo. Esta área atualmente encontra-se com um período de operação de 15 anos a partir do início de funcionamento. Localizado em um lote rural, o empreendimento apresenta uma área total de 71.048,98 m² de propriedade do CONIGEPU, distante 2.254 metros da rodovia RS-324, a uma distância de aproximadamente 2 km da zona urbana, no município de Trindade do Sul.

Os municípios integrantes do CONIGEPU pertencem a na Região Funcional RF9, compreendendo os COREDES: Rio da Várzea, Médio Alto Uruguai e Norte (FEE, 2017) e às Associações dos Municípios da Zona de Produção e, no caso de Entre Rios do Sul, do Alto Uruguai (FAMURS, 2017).

Esta região possui a maior parte da sua economia voltada para a agricultura (soja, milho e trigo), bovinocultura de leite e corte, a suinocultura, piscicultura e agricultura familiar. Apresenta também inúmeras pequenas indústrias têxteis como no caso do município de Sarandi, a região também apresenta indústrias voltadas ao ramo da avicultura, como a empresa JBS Ltda, localizada no município de Trindade do Sul (CONIGEPU, 2020).

A maioria dos municípios consorciados são de pequeno porte, exceto o município de Sarandi que possui mais de 20.000 habitantes. Os mesmos possuem uma infraestrutura urbana simplificada, possuindo asfaltamento, calçadas, abastecimento de água, luz e alguns possuem rede de esgoto pluvial e residencial. Em relação ao recolhimento do RSU é realizado na grande

maioria por veículos do próprio município, em outros casos o serviço é terceirizado (CONIGEPU, 2020).

A seguir na Tabela 4, observa-se o perfil dos municípios consorciados com informações detalhadas quanto à população, área territorial, distância até a sede do consórcio, situação em relação ao saneamento e coleta seletiva.

Tabela 4 – Características dos municípios consorciados

Município	¹População			¹Área (km²)	²Distância até a sede (km)	³Coleta Seletiva
	Total	Urbana	Rural			
Alpestre	6258	1.724	4.534	325,979	59,8	Sim
Constantina	9.911	6.616	3.295	203,614	49,9	Sim
Engenho Velho	1.034	406	628	71,191	29	Sim
Entre Rios do Sul	2.792	1.931	861	119,912	21,2	Não
Gramado do Loureiros	2.082	483	1.599	131,396	17,1	Sim
Nonoai	11.695	8.779	2.916	468,962	26,5	Sim
Novo Xingu	1.719	542	1.177	79,851	48,6	Não
Rio dos Índios	2.752	575	2.177	235,854	45,1	Sim
Ronda Alta	10.601	7.122	3.479	418,675	42,6	Sim
Sarandi	24.489	20.639	3.850	351,717	57,2	Sim
Três Palmeiras	4.271	2.038	2.233	180,599	13,6	Não
Trindade do Sul	5.802	2.907	2.895	268,417	0	Sim
Total	83406	53762	29644		-	

Fonte: adaptado de ¹IBGE (2019), ²Distância entre cidades (2017), ³SNIS (2019).

Ao analisar a Tabela 4 com algumas características referente ao saneamento ambiental dos municípios consorciados, observa-se que apenas três municípios não possuem coleta seletiva segundo os dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS).

Apesar do acréscimo em relação a coleta seletiva nos municípios em 2019 em mais de 73%, ressalta-se que a implantação da coleta seletiva ainda está no começo, e a falta de separação dos resíduos nas residências reflete na destinação final. A consequência direta disso são os índices de reciclagem nos municípios que, nesses dez anos da publicação da PNRS, permanecem em patamares inferiores a 4% na média nacional (ABRELPE, 2020).

Embora os sistemas de RSU em geral no Brasil tenham melhorado desde a entrada em vigor da Lei nº 12.305 (2010), verifica-se por meio da Tabela 4, que ainda há muito a ser feito para uma cobertura completa da coleta seletiva na região analisada. Para isso, os municípios precisam desenvolver PMGIRS, baseados principalmente em estratégias que buscam promover o uso de aterros sanitários para disposição ambientalmente adequada dos resíduos associadas a implantação ou melhorarias a coleta seletiva (IBÁÑEZ-FORÉS, *et al.*, 2018).

4.3 SITUAÇÃO ATUAL DO SANEAMENTO BÁSICO DOS MUNICÍPIOS CONSORCIADOS

Com a inserção dos municípios no CONIGEPU, vários começaram a investir no saneamento, pela importância, mas também por necessidade de adequação para atendimento à legislação ambiental, assim como a LO Nº 07427/2017 do consórcio. Contudo, muitos municípios possuem atendimento parcial relacionados ao saneamento, precisando ser finalizado, ou até mesmo inserido. Na Tabela 5, observa-se informações a respeito da situação do saneamento nos municípios consorciados.

Tabela 5 – Situação dos municípios integrantes do CONIGEPU quanto a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)

Município	²Plano Municipal	¹Abastecimento de água	²Coleta de esgoto	²Coleta de Resíduos Domiciliares
Alpestre	Sim	27,55%	26,1%	27,55%
Constantina	Sim	66,75%	42%	90,81%
Engenho Velho	Em elaboração	100%	-	48,36%

Gramado do Loureiros	Não	-	-	-
Nonoai	Sim	74,14%	-	85,51%
Novo Xingu	Em elaboração	100%	-	-
Rio dos Índios	Não	21%	3,97%	58,14%
Ronda Alta	Sim	67,18%	35,07%	68,18%
Sarandi	Sim	84,28%	-	100%
Três Palmeiras	Sim	-	37,13%	-
Trindade do Sul	Sim	50,1%	32,6%	82,42%

Fonte: adaptado de ¹ANA, Atlas Esgoto (2013); ²SNIS (2019).

A falta de acesso ao saneamento ambiental e básico, ou mesmo sua fragilidade em termos de estrutura, eficiência e qualidade, pode induzir um cenário com aumento exponencial de doenças, principalmente as de origem hídrica (FERREIRA *et al.*, 2021). Informações sobre o saneamento dos municípios consorciados favorecem o entendimento em relação a situações que necessitam atenção e melhorias, contribuindo para o melhor funcionamento do mesmo.

A partir dos dados coletados, apenas dois municípios possuem total abrangência em ao menos uma modalidade, não sendo contemplados 100% com serviços de abastecimento de água tratada e esgoto. Segundo o diagnóstico dos serviços de água e esgoto no ano de 2019, pouco mais da metade da população brasileira (54,1%) possuem coleta de esgoto, sendo que apenas 4% das residências rurais são ligadas à rede de esgoto (SNIS, 2019). Contudo, de acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA, 2017), 18% dos esgotos coletados, são lançados nos corpos de água sem tratamento.

Em relação ao abastecimento de água a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) publicada em 2017, verifica-se que para os 5.570 Municípios instalados no País, 5.548 (99,6%) possuíam o serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento, paralisado ou em implantação (IBGE, 2020).

A previsão para ampliação de saneamento de acordo com o novo marco legal Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020, é para até 31 de dezembro de 2023, garantir 99% de atendimento à água potável para população e 90% com tratamento e coleta de esgoto (BRASIL, 2020).

A adaptação e enquadramento dos municípios consorciados referente ao novo marco legal contribuirá e auxiliará os serviços prestados pelo CONIGEPU, principalmente referente ao incentivo de modelos mais sustentáveis como a coleta seletiva.

4.4 SERVIÇOS PRESTADOS PELO CONIGEPU

Nos itens a seguir serão discutidos separadamente cada serviço prestado pelo CONIGEPU aos municípios consorciados. Na Tabela 6, observa-se a quantidade de resíduos oriundos dos municípios consorciados nos 12 meses do ano de 2020.

Tabela 6 – Contribuição de RSU dos municípios consorciados

Município	¹População (nº. hab.)	²Contribuição de RSU em 2020 (kg)
Alpestre	6.067	390.620
Constantina	9.907	1.158.690
Engenho Velho	982	110.920
Entre Rios do Sul	2.758	330.560
Gramado do Loureiros	2.058	188.780
Nonoai	11.633	1.980.330
Novo Xingu	1.712	101.390
Rio dos Índios	2.660	130.840
Ronda Alta	10.617	1.259.980
Sarandi	24.763	4.486.121
Três Palmeiras	4.251	470.990
Trindade do Sul	5.791	880.701
Total	83.199	11.489.922

Fonte: ¹IBGE (2020); ²CONIGEPU (2020).

Notas: (nº) número; (hab.) habitantes.

O CONIGEPU atende os municípios com serviços de recebimento dos RSU, realizando a pesagem logo na chegada a sede do consórcio para fins de controle, triagem dos RSU, com a

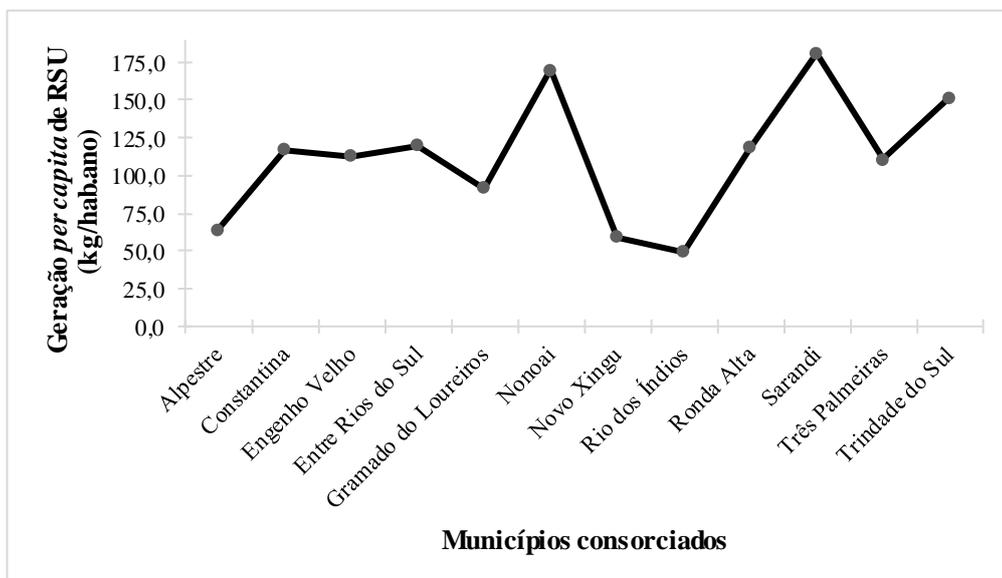
finalidade de poder realizar a venda do material reciclável e destinar ao aterro apenas os rejeitos. Além de possuir espaço para compostagem e destinação final ambiental adequada através de um aterro sanitário.

Conforme observa-se na Tabela 6, o a contribuição de RSU em 2020 se refere ao quantitativo total de resíduos, considerando resíduos orgânicos e recicláveis, uma vez que apesar dos municípios consorciados implantarem dias de coleta seca e úmida, a mesma não é eficiente, e os resíduos que chegam ao aterro, representam uma mistura heterogênea.

Com base nas informações obtidas na análise de dados a respeito da geração de resíduos domésticos em cada município, com os valores anuais de pesagem da coleta dos resíduos considerando uma cobertura de 80%, uma vez que a maioria dos municípios não tem total abrangência na coleta, realizou-se o cálculo da geração anual per capita de resíduos sólidos.

O cálculo se dá pela razão entre o valor de resíduos coletados anualmente dividido pelo número de habitantes dos municípios consorciados, com a finalidade de obter a informação da quantidade anual de resíduos que cada habitante produz e comparar com os dados nacionais e estaduais. Os valores referentes a geração per capita foram estimados e podem ser observados na Figura 12 abaixo.

Figura 12 – Geração *per capita* dos RSU de cada município consorciados



Fonte: elaborado pela autora (2021)

No tocante à geração per capita anual dos resíduos sólidos dos municípios houve variação de 64,4 kg/hab. ano a 181,2 kg/hab. ano, com desvio padrão de $\pm 41,9$. O CONIGEPU com os dados dos doze municípios obteve um valor referente a geração *per capita* de 138,065 kg/hab. ano e 0,378 kg/hab. dia. Avaliando os valores da geração *per capita* dos doze

municípios consorciados em relação aos dados nacionais, onde a geração *per capita* de resíduos nacional possui um valor de 379 kg/hab. ano, os valores para os doze municípios ficaram abaixo do valor nacional.

Com relação geração *per capita* dia, realizou-se os cálculos para o município de Sarandi, sendo esse o mais populoso e para Engenho Velho o menos populoso. Os valores obtidos foram 0,496 kg/hab. dia para o município de Sarandi e 0,309 kg/hab. dia referente ao município de Engenho Velho. Realizando um comparativo com o valor nacional e estadual, os valores dos municípios integrantes do CONIGEPU ficam abaixo. Entre as demais regiões, a região sul fica com menor valor em a geração de RSU *per capita*, que é de 0,759 kg/hab. dia, enquanto a média nacional é de 1,039 kg/hab. dia (ABRELPE, 2019).

Ao realizar um comparativo com outros consórcios do país, observou-se dados do Plano regional de gestão integrada de resíduos sólidos dos municípios integrantes do consórcio intermunicipal de Gestão de Resíduos (CIGRES) sobre o Município de Frederico Westphalen, com o maior número de habitantes e valor mais próximo a Sarandi em população 23.338 habitantes, com geração per capita de 0,623 kg/hab. dia e São Pedro das Missões 532 habitantes com 0,428 kg/hab. dia, valores estes mais próximos ao estadual do que os valores do CONIGEPU (CIGRES, 2012).

Os valores em relação aos 31 municípios participantes do CIGRES, possuem variação de 35,11 kg/hab. ano a 347,617 kg/hab. ano. Em um comparativo ao CONIGEPU, possuem uma geração per capita mais elevada (CIGRES, 2012). De acordo com Godecke *et al.* (2012), a quantidade de resíduos produzidos por uma população não se relaciona somente com o poder aquisitivo da mesma, mas também com valores e hábitos de vida.

Outro consórcio utilizado para o comparativo foi Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável da Serra Gaúcha (CISGA), localizado na região nordeste do Rio Grande do Sul, com sede em Garibaldi/RS tendo doze municípios consorciados. A média de geração per capita geral (orgânicos, recicláveis e rejeitos) dos Municípios do CISGA foi, em 2015, 0,916 Kg/hab. dia, média inferior àquela levantada em âmbito nacional pelo panorama de resíduos sólidos da ABRELPE, que indicou que, em 2015, os brasileiros geraram 1,071 Kg/hab. dia de RSU. A quantidade de resíduos recicláveis coletada no ano de 2015, foi de 12.210 toneladas, representando 17,56% do total coletado (69.540 Toneladas) (CISGA, 2018).

Visando uma diminuição ainda maior na geração per capita dos RSU nos municípios consorciados, uma solução se daria pela implantação da política dos 5R's no CONIGEPU: repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar. Políticas como esta estão cada vez ganhando mais força, principalmente devido aos diversos problemas ambientais gerados pela produção e

consumo da sociedade os 5R's atuam como um instrumento eficaz para a solução dos problemas do lixo (SILVA *et al.* 2017).

Os 5R's são partes de um processo educativo com o objetivo de mudar os hábitos no dia a dia dos cidadãos, fazendo com que os mesmos repensem seus valores e práticas, reduzindo o consumo exagerado e o desperdício, avaliando seus hábitos com o objetivo de preservar o meio ambiente (MMA, 2017).

A implantação dos 5R's nos municípios consorciados favorece todo o processo, desde a geração até a destinação final ambientalmente adequada, tem um importante papel na redução dos rejeitos e conseqüentemente contribui para o aumento vida útil do aterro sanitário, abordado a seguir.

4.4.1 Central de triagem dos resíduos sólidos

O CONIGEPU recebeu aproximadamente 11.489,92 toneladas de RSU no ano de 2020, obtendo uma média de 957,49 toneladas mensalmente. Conforme Tabela 7, deste total 11,08% foi reciclado e 88,92% disposto no aterro sanitário. Antes da desativação da compostagem, cerca de 32% era destinado a composteira, gerando um composto orgânico, posteriormente doado aos municípios consorciados para seu aproveitamento.

Tabela 7 – Quantidade de resíduo recebidos mensalmente no CONIGEPU em 2020

Mês	Resíduo Recebido (t/mês)
Janeiro	1070,57
Fevereiro	911,94
Março	843,91
Abril	926,03
Mai	858,02
Junho	1076,98
Julho	979,06
Agosto	990,77
Setembro	1039,65
Outubro	902,75
Novembro	955,59
Dezembro	934,65
Total	11489,92

Fonte: elaborado pela autora (2021).

Nota: (t) tonelada

Inicialmente, quando uma carga chega à sede do consórcio, ocorre sua identificação (cliente/município de origem), posteriormente ocorre o transbordo dos resíduos sólidos. Essas

informações são armazenadas para fins de controle de rateio realizado pela empresa e os municípios participantes do consórcio.

Após realizada a pesagem dos caminhões contendo os RSU, é encaminhado para a área de descarga da central de triagem que atualmente é composta por pavilhões de alvenaria cobertos e com piso impermeabilizado que correspondem a uma área construída de 2.462,00 m². Na área de descarga, com auxílio de uma pá carregadeira, os resíduos são empurrados para as esteiras, há no interior do galpão de triagem há 03 (três) esteiras para seleção dos materiais.

Posteriormente a realização da descarga o resíduo vai para a esteira e dentre os resíduos recicláveis são separados PET, alumínio, papelão, papel misto, papel branco, balde e bacia, vidro, entre outros. Posteriormente, esses materiais são prensados e enfadados para serem vendidos (Figura 13), havendo 04 (quatro) prensas hidráulicas para prensagem dos materiais recicláveis.

Figura 13 – Materiais aguardando carregamento por empresa de reciclagem



Fonte: fotografia registrada pelo autor (2021).

Através das notas dos produtos vendidos mês a mês, conseguiu-se obter a quantidade de cada material comercializado para reciclagem referente aos meses do ano de 2020 conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Quantidade de material reciclado em 2020

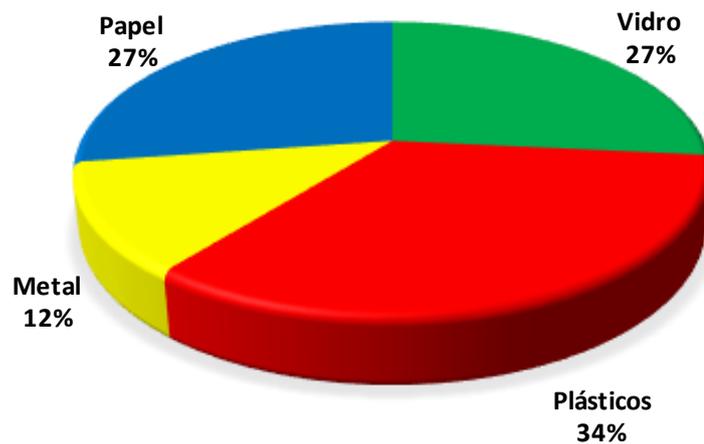
Material reciclável	Quantidade (t/mês)
Vidro	338
Plásticos	435
Metal	153
Papel	348
Total de todos os resíduos	1.273,48

Fonte: elaborado pela autora (2021).

Nota: (t) tonelada

Ao analisar a Tabela 8, conclui-se que 1.273,48 toneladas de material reciclado foram vendidas pelo CONIGEPU no ano de 2020, e conforme melhor visualização na Figura 14, abaixo, a porcentagem de cada material.

Figura 14 – Percentual de resíduos reciclados no CONIGEPU em relação a quantidade recebida de resíduos em 2020



Fonte: elaborado pela autora (2021)

Conforme observa-se o maior percentual de venda realizada corresponde à 34% e refere-se aos plásticos, no qual enquadram-se: sacolas, baldes, bacias, PVC, ráfia, garrafas PET. O metal apesar de ter sido valorizado no ano de 2020, encontra-se em menor percentual, 12%, sendo composto por sucatas de ferro e alumínio.

Conforme a LO N° 07427/2019 as esteiras devem ser mantidas em condições operacionais, porém em uma das visitas de rotina pôde-se constatar que uma das três esteiras

não se encontrava em funcionamento (problemas relacionados à correia), desta forma, os resíduos se acumulam e comprometendo a triagem, além de causarem mal cheiro e atrair vetores.

Ao observar o processo realizado na usina de triagem, verificou-se inúmeros materiais recicláveis mesmo após a triagem vão para o aterro sanitário, esse valor pode ser demonstrado na Tabela 9, uma relação da quantidade de material recebido *versus* vendido para reciclagem, bem como mistura de resíduos orgânicos juntamente com inorgânicos e rejeitos devido à falta de compostagem.

Tabela 9 – Relação entre resíduos recebidos *versus* resíduos reciclados

Mês	Resíduos Recebidos (t)	Resíduos Vendidos (t/mês)
Janeiro	1.070,57	182,19
Fevereiro	911,94	91,39
Março	843,91	59,98
Abril	926,03	63,91
Maiο	858,02	126,94
Junho	1.076,98	127,00
Julho	979,06	164,00
Agosto	990,77	128,90
Setembro	1.039,65	122,19
Outubro	902,75	98,73
Novembro	955,59	70,30
Dezembro	934,65	64,02
Total	11.489,92	1.273,48

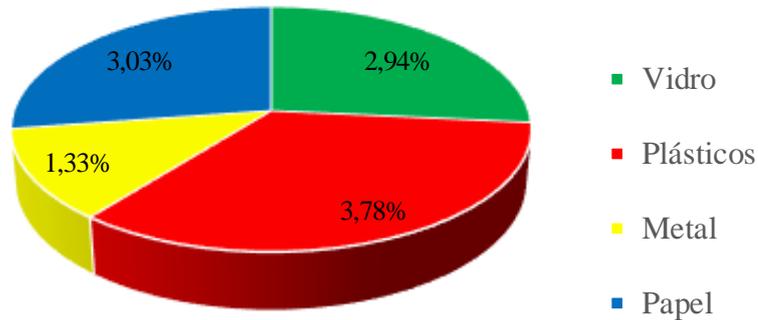
Fonte: elaborada pela autora (2021).

Nota: (t) tonelada

Com os valores tabelados, obteve-se em valor de 11.489,92 toneladas de resíduos recebidos pelo CONIGEPU em 2020. Deste total, cerca 1.273,483 toneladas foram recicladas, conforme apresentado na Figura 15.

No Brasil, o último panorama dos resíduos sólidos relata que os resíduos recicláveis secos somam 35%, sendo compostos principalmente por plásticos (16,8%), papel e papelão (10,4%), vidros (2,7%), metais (2,3%), e embalagens multicamadas (1,4%) (ABRELPE, 2020).

Figura 15 – Percentual de reciclagem do CONIGEPU no ano de 2020



Fonte: elaborado pela autora (2021).

Através dos dados citados acima, o CONIGEPU obteve 2,94% correspondente a reciclagem do vidro, (3,78%) de plástico, (1,33%) de metais e (3,03%) de papel, com um valor percentual de 11,08% de resíduos recicláveis no ano de 2020, dado esse abaixo de dados anteriores, com um crescimento na disposição final referente ao aterro sanitário.

Os valores obtidos em relação ao consórcio ficam abaixo dos dados referentes ao panorama brasileiro, embora a quantidade de RSU coletados no país teve acréscimo de 24% em uma década e atingiu 72,7 milhões de toneladas, dos quais aproximadamente 60% seguiram para disposição final adequada em aterros sanitários (ABRELPE, 2020).

Uma das atividades que contribuem para que uma grande quantidade dos resíduos seja encaminhada diretamente para o aterro sanitário é a falta de coleta seletiva nos municípios consorciados. Alguns municípios trazem seus resíduos compactados, impedindo assim de serem selecionados no centro de triagem, sendo encaminhados diretamente ao aterro sanitário ficando em desacordo com a LO N° 07427/2019 e com a Lei N° 14.528/2014, que incentiva a reciclagem dos materiais. Nem todos os municípios consorciados possuem coleta seletiva, outros, no entanto, como o município de Sarandi possui a lei da coleta seletiva a Lei Municipal N.º 4619, de 02 de agosto de 2017.

Deste modo, verificou-se que a conscientização da população dos municípios consorciados se faz de grande importância, visto que a coleta seletiva é um dos fatores relevantes para a gestão de resíduos sólidos. Ressalta-se que o principal motivo para a desativação da composteira foi o grande número de resíduos inorgânicos presente no resíduo

orgânico, principalmente sacolas plásticas. Outro fator importante é a desinformação sobre quais materiais são recicláveis, orgânicos e quais se tornam rejeitos.

Um modo de melhorar a eficiência da triagem seria incentivar a educação ambiental dos munícipes, bem como os municípios que possuem lei da coleta cobram dos seus munícipes a separação correta, bem como a orientação para os dias destinados a coleta do lixo orgânico e do lixo inorgânico, bem como repassar esses conhecimentos aos funcionários responsáveis pela triagem, uma vez que contribuirá com a eficiência. Anteriormente eram feitas visitas às escolas para palestras com conteúdo de educação ambiental aos alunos, distribuição de folder nos municípios, porém com a pandemia foram suspensas, com planos de retomada após pandemia.

Segundo relatório da *European Environment Agency* (2020), nos países europeus conseguiu-se um acréscimo de 21% entre 2001 e 2010, na separação de resíduos recicláveis, por meio de vontade política e participação civil.

No Brasil, o estado de São Paulo possui programas que visam aumentar a taxa de reciclagem onde algumas cidades priorizam o serviço de coleta seletiva. Duas concessionárias de limpeza (fiscalizadas pela AMLURB - Autoridade Municipal de Limpeza Urbana) são responsáveis por recolher os resíduos recicláveis dos paulistanos e dar destino correto a eles (RECICLA SAMPA, 2021).

4.4.2 Leira de Compostagem

Até o ano de 2017 aproximadamente um dos serviços prestados no CONIGEPU correspondia a destinação do material orgânico para a composteira. A mesma possui área de 175,45 m², compreendido por três baias de 4 metros de largura por 12,10 metros de comprimento e 2 metros de altura, com leiras que teriam 1,20 metros, na qual foi projetada a fim de diminuir o volume de matéria orgânica no aterro aumento a vida útil do mesmo, eram destinados a compostagem em torno de 32% dos resíduos e transformados em composto. Além disso, com um período de maturação de 90 dias, o material compostado poderia ser usado e era destinado aos municípios consorciados e também era usado na sede, onde o consórcio disponha de uma horta com estufa (Figura 16) na qual eram plantadas legumes e verduras consumidas pelos próprios funcionários do consórcio.

Figura 16 – Horta que era abastecida com húmus compostado no CONIGEPU



Fonte: CONIGEPU (2017)

Embora não tenha sido encontrado registros com o ano da desativação, estima-se que está ocorreu por volta do ano de 2017 (Figura 17), em virtude do custo para mantê-la, uma vez que o revolvedor estragava frequentemente devido as sacolas plásticas entre outros materiais danificarem o mesmo. Outro fator foi que a grande mistura do material orgânico, com os demais materiais não sendo puramente orgânico dificultava a compostagem e o uso do mesmo pelos municípios. A LO N° 07427/2019 prevê o recebimento exclusivamente dos resíduos orgânicos e classe II-A, com capacidade máxima no pavilhão de compostagem 8 t/dia, até o término da montagem de três leiras.

De acordo com a LO também discorre que somente após capacidade máxima, durante o tempo de maturação do composto, o excesso dos resíduos orgânicos deveria ser encaminhado ao aterro sanitário. Entretanto com a desativação da composteira, fica em desacordo com a licença do empreendimento, sendo uma não conformidade.

Figura 17- Unidade de compostagem do CONIGEPU desativada



Fonte: fotografia registrada pelo autor (2021).

Com a desativação da composteira todo material orgânico é destinado ao aterro, fato que poderia ser extinguido caso os municípios realizassem coleta seletiva adequadamente, além de contribuir com a vida útil do aterro geraria o húmus que poderia ser utilizado pelos munícipes.

Segundo o manual para implantação de compostagem (2010), ressalta que a coleta seletiva é uma das atividades que deve ser realizada pelo consórcio, podendo obter ganho na escala de planejamento, monitoramento, regulação e fiscalização que garantem a prestação do serviço de qualidade permanente e contribuído com a compostagem.

A fim de evitar instabilidade de implantação na unidade de triagem e compostagem, incentivar e dar ênfase a educação ambiental e mobilização da população para separação prévia dos resíduos aliado à implantação do sistema de coleta seletiva é uma solução favorável (MINAS GERAIS, 2020).

4.4.3 Aterro sanitário

A operação do aterro sanitário do CONIGEPU inclui principalmente as seguintes etapas: disposição dos resíduos, espalhamento e compactação. O aterro sanitário entrou em operação no ano em abril de 2015 e foi projetado com as dimensões de 100 x 55 x 16 m, possuindo uma área superficial total de 5.500,00 m² e um volume total útil de 156.600 m³, com uma vida útil de 12 anos.

Como auxílio na execução da construção do aterro levou-se em consideração a composição gravimétrica dos primeiros seis meses do ano de 2011, na qual obteve-se uma média de $0,578 \text{ kg. hab}^{-1}$. Por motivo do município de Trindade do Sul não possui estação pluviométrica, os dados utilizados foram da cidade de Passo Fundo, localizado a cerca de 100 km.

A disposição em aterro tem como finalidade minimizar ao máximo os problemas ambientais e de saúde pública decorrente dessa armazenagem, visando atender à legislação vigente (PNRS) e normas técnicas (ABNT NBR N° 15849:2010). Feito sobre terreno impermeabilizado, com a base do aterro possuindo uma camada de argila de 20 cm com coeficiente de permeabilidade de 10^{-9} m.s^{-1} , recoberta com uma geomembrana de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) lisa, a fins de evitar infiltração de contaminantes no solo e no lençol freático (CONIGEPU, 2012).

O aumento de resíduos e rejeitos aumentaram nos últimos anos no CONIGEPU, não só pelo aumento dos RSU nos municípios, mas como uma das consequências da desativação da composteira. Adicionalmente, a pandemia Covid-19, infere a necessidade de evitar a contaminação dos funcionários e com isso houve a diminuição dos mesmos na central de triagem dos resíduos recicláveis. Essa diminuição contribuiu para uma menor capacidade de triagem nas esteiras, resultando em um maior quantitativo de material não classificado e disposto no aterro sanitário, bem como o acúmulo gerado na entrada das esteiras levando a necessidade da disposição direta dos RSU no aterro sem passar pela triagem.

Ao final de cada jornada de trabalho, os resíduos compactados com no mínimo duas passadas de retroescavadeira deveriam receber uma cobertura diária, realizada com terra ou material inerte contendo espessura de 15 a 20 cm, tendo como objetivo de impedir o arraste de materiais e pela ação do vento e evitar a disseminação de odores desagradáveis e a proliferação de vetores como moscas, roedores, baratas e aves.

Contudo, a falta de recobrimento e compactação supracitados, ao final de cada jornada de trabalho, trouxeram consequências ao aterro sanitário (Figura 18), como mau cheiro, impacto visual e proliferação de vetores.

Figura 18 – Disposição dos resíduos no aterro sanitário do CONIGEPU



Fonte: fotografia registrada pelo autor (2021).

Além das consequências citadas anteriormente, verifica-se ainda que a longo prazo ocorre a diminuição da vida útil do aterro. Na observação participativa, houve a sugestão de que a vida útil do aterro não chegará aos 12 anos projetada inicialmente. Embora se tenha realizado melhorias, como aumento dos taludes e a volta do recobrimento e compactação, isso não ocorre diariamente, pois o consórcio não possui maquinário próprio, contratando maquinário terceirizado.

O não atendimento dessas práticas operacionais fere ainda as condicionantes da LO do aterro sanitário, LO N° 07427/2019 que estipula “a frente de trabalho do aterro deverá ser reduzida, sendo os resíduos compactados e cobertos ao fim da jornada diária, não devendo permanecer a céu aberto”. Não havendo o atendimento das condicionantes pode levar a retirada da LO do consórcio, causando inúmeros prejuízos, como por exemplo, inatividade até sua regularização perante os órgãos fiscalizadores.

Na Figura 19, observa-se adição da cobertura de terra, bem como a compactação para evitar a exposição do rejeito, que deveria ser realizada diariamente.

Figura 19 – Aterro sanitário com recobrimento e compactação ao término da jornada de trabalho



Fonte: fotografia registrada pelo autor (2021).

Com a falta de compactação ao final de cada jornada de trabalho os rejeitos ficam a céu aberto, em caso de chuva observa-se como consequência retenção da água das chuvas (Figura 20), misturando águas pluviais com o chorume gerado, parte dessa mistura não é direcionada ao tratamento de efluentes é evaporada, porém com essa mistura de águas pluviais aumenta a vazão que irá para as lagoas.

Pode-se observar o crescimento de plantas e gramas ao redor do local que se localiza o cano de escoamento, uma vez entupido por gramas ou rejeito, causa o acúmulo da mistura de chorume com água pluvial devido à alta vazão.

Figura 20- Acumulo de água pluvial com chorume



Fonte: fotografia registrada pelo autor (2021)

4.4.3.1 Situação atual do aterro sanitário destinação final

Segundo a última estimativa do engenheiro responsável, realizada no ano de 2021, há necessidades de mudanças no atual gerenciamento do consórcio e operação do aterro para que sua vida útil seja prolongada até a finalização do novo aterro. De acordo com a análise, 2 anos seria o máximo suportado apesar de ter sido feito o aumento do talude. Com a diminuição da vida útil levou a necessidade da construção de um novo aterro sanitário, o qual está em fase de obtenção das licenças e com prazo para entrar em operação antes do atual aterro alcançar o limite. A nova célula que está sendo projetado com 7.000,00 m², possui estimativa de até 2 anos para finalização das obras e início da operação.

Além da necessidade da construção de uma nova célula, percebe-se a necessidade da aquisição de novos maquinários e equipamentos destinados a facilitar a operacionalização do processo de destinação final dos resíduos sólidos, tais como: uma escavadeira hidráulica e um caminhão basculante.

A situação relatada no aterro administrado pelo CONIGEPU também ocorre em outros aterros sanitários, como no Aterro Sanitário de Campina Grande (ASCG), localizado no distrito de Catolé de Boa Vista composto por 22 células. Segundo Gurjão, Neto e Paiva (2019), com base nos dados das primeiras células caso fosse dado prosseguimento ao projeto com células independentes utilizada, pode-se inferir que esses resultados indicam uma redução da vida útil

de operação de 25 para 11 anos (0,88 células/ano para 2,0 células/ano). Além da influência da tipologia dos resíduos destinados ao aterro, a inserção de novos municípios após a realização do projeto contribuiu para a diminuição da vida útil.

Existem fatores que contribuem com o aumento do tempo de operação de um aterro sanitário, iniciativas como a coleta seletiva, as usinas de triagem e compostagem e compactação e/ou trituração dos resíduos. A falta dessas iniciativas favorece a diminuição da vida útil dos aterros, com isso buscou-se fazer uso da usina de triagem e compostagem de acordo com a realidade do estado de Minas Gerais a fim de aumentar o tempo de vida útil do Aterro Sanitário de Betim – MG (SILVA, 2016).

4.4.3.1 Índice da qualidade de aterros de resíduos (IQR)

Para identificar as condições adequadas de instalação e operação foi aplicado o instrumento de análise de aterros sanitários (IQR) proposto pela CETESB, conforme Quadro 5. O *check list* teve um período de análise de dez meses durante o ano de 2021, além das análises dos projetos do aterro e da ETE, contando com a colaboração do engenheiro civil do consórcio para sanar as dúvidas pertinentes.

O IQR desenvolvido pela CETESB, é um questionário que se avaliam três fatores: Ordem sanitária, Ordem ambiental e Ordem Operacional. A partir dos resultados o IQR classifica as condições de disposição em: Adequada, Controlada ou Inadequada.

Quadro 5 – Índice de qualidade do aterro do consorcio CONIGEPU

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR									
MUNICÍPIO:					DATA:				
LOCAL:					AGÊNCIA:				
BACIA HIDROGRÁFICA:					UGRHI:				
LICENÇA: L.I <input type="checkbox"/> L.O <input type="checkbox"/>					TÉCNICO:				
ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PES O	PONT O	ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO	PONTOS
ESTRUTURA DE APOIO	1. PORTARIA, BALANÇA E VIGILÂNCIA	SIM/SUFICIENTE	2	2	OUTRAS INFORMAÇÕES	23. PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	2	2
		NÃO/INSUFICIENTE	0				SIM	0	
	2. ISOLAMENTO FÍSICO	SIM/SUFICIENTE	2	2		24. QUEIMA DE RESÍDUOS	NÃO	2	2
		NÃO/INSUFICIENTE	0				SIM		
	3. ISOLAMENTO VISUAL	SIM/SUFICIENTE	2	2		25. OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	2	
		NÃO/INSUFICIENTE	0				SIM	0	0
	4. ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	3	3		26. PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	NÃO	2	
		INADEQUADO	0				SIM	0	0
FRENTE DE TRABALHO	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	ADEQUADAS	5	5					
		INADEQUADAS	0						
		ADEQUADA	5			NÃO	5	5	

	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	INADEQUADA	0	0		27. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS							
	7. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5				SIM	0					
TALUDES E BERMAS	8. DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	ADEQUADAS	4			28. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	SIM (PREENCHER ITEM 29)						
		INADEQUADAS	0	0			SE NÃO (IR PARA O ITEM 30)						
	9. COBERTURA DE TERRA	ADEQUADA	4			29. ESTRUTURAS E PROCEDIMENTOS	SUFICIENTE / ADEQUADO	10					
		INADEQUADA	0	0			INSUFIC. /INADEQUADO	0					
	10. PROTEÇÃO VEGETAL	ADEQUADA	3	3	SUBTOTAL 2.1			10	9				
		INADEQUADA	0		SUBTOTAL 2.2			20					
11. AFLORAMENTO DE CHORUME	NÃO / RAROS	4	3		30. PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	≥ 500m	2						
	SIM / NUMEROSOS	0				≤ 500m	0	0					
SUPERFÍCIE SUPERIOR	12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	ADEQUADO	5			31. PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	≥ 200m	2	2				
		INADEQUADO	0	0			≤ 200m	0					
13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	SIM	5			32. VIDA ÚTIL DA ÁREA	≤ 2 ANOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
	NÃO	0	0			2 < x ≤ 5 ANOS	<input type="checkbox"/>						
14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	SIM/ADEQUADA (N. PREENCHER ITEM 15)	10	10		33. RESTRIÇÕES LEGAIS A USO DO SOLO	> 5 ANOS	<input type="checkbox"/>						
	NAO/ADEQUADA (N. PREENCHER ITEM 15)	0				SIM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
15. PROF. LENÇOL FREÁTICO (P) × PERMEABILIDADE DO SOLO (k)	P > 3 m, k < 10 ⁻⁶ cm/s	4				NÃO	<input type="checkbox"/>						
	1 < P < 3 m, k < 10 ⁻⁴ cm/s	2				SUBTOTAL 3			4	2			
16. DRENAGEM DE CHORUME	CONDIÇÃO INADEQUADA	0		TOTAL MÁXIMO (100)		TOTAL MÁXIMO (110)							
	SIM / SUFICIENTE	4		TOTAL MÁXIMO 2.1		TOTAL MÁXIMO 2.2							
17. TRATAMENTO DE CHORUME	NÃO / INSUFICIENTE	0	0	sem recebimento de resíduos industriais		com recebimento de resíduos industriais							
	SIM / ADEQUADO	4		IQR - SOMA DOS PONTOS/10		IQR - SOMA DOS PONTOS/11							
18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFIC. / DESNECESSÁRIO	3		sem recebimento de resíduos industriais		com recebimento de resíduos industriais							
	NÃO / INSUFICIENTE	0	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CÁLCULO DO IQR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(sem recebimento de resíduos industriais)</td> <td>IQR= (SUBTOTAIS 1+2.1+3)/10=10,0</td> </tr> <tr> <td>(com recebimento de resíduos industriais)</td> <td>IQR= (SUBTOTAIS 1+2.2+3)/11=10,0</td> </tr> </tbody> </table>					CÁLCULO DO IQR		(sem recebimento de resíduos industriais)	IQR= (SUBTOTAIS 1+2.1+3)/10=10,0	(com recebimento de resíduos industriais)
CÁLCULO DO IQR													
(sem recebimento de resíduos industriais)	IQR= (SUBTOTAIS 1+2.1+3)/10=10,0												
(com recebimento de resíduos industriais)	IQR= (SUBTOTAIS 1+2.2+3)/11=10,0												
19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFIC. / DESNECESSÁRIO	4		IQR		AVALIAÇÃO							
	NÃO / INSUFICIENTE	0		0,0 a 7,0		Condições Inadequadas (I)							
20. DRENAGEM DE GASES	SUFIC. / DESNECESSÁRIO	4	4	7,1 a 10,0		Condições Adequadas (A)							
	NÃO / INSUFICIENTE	0											
21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	ADEQUADO	4											
	INADEQUADO / INSUFIC.	1	1										
	INEXISTENTE	0											
22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	ADEQUADO / DESNECES.	4											
	INADEQUADO / INSUFIC.	1	1										
	INEXISTENTE	0											
SUBTOTAL 1			86	36									

Fonte: CETESB (2020)

Constatou-se por meio da aplicação do IQR, na qual obteve-se um valor de 4,7 que o aterro sanitário foi classificado com condições inadequadas (I), principalmente por evidenciar a falta de recobrimento ao final da jornada de trabalho, tratamento de chorume e monitoramento de águas insuficiente, presença de vetores (gaivotas, moscas, urubus, ratos) e atendimento parcial das especificações do projeto.

Além dos fatores citados acima sobre a obtenção de um índice inadequado, a piora das condições ambientais do aterro sanitário no ano de 2020, pode ser atribuída a pandemia da Covid-19, desviando o foco dos municípios em relação a gestão de RSU, bem como o ano de eleições municipais na qual a administrador da época precisou ser afastado por concorrer a cargo público, sem que houvesse a substituição do mesmo. Adicionalmente, a necessidade de diminuir os funcionários na triagem, para diminuir os riscos de transmissão do vírus também contribuiu, apesar das medidas alguns precisaram ser afastados por ter contraído o vírus. Situações semelhantes são relatadas pela inventário da CETESB de 2020.

Em resumo, o resultado dado como inadequado considerou uma análise para fins somente de pesquisa. Complementações e análises técnicas por profissionais poderiam em termos práticos completar a análise realizada.

Anteriormente um estudo realizado por Anunciação (2015), obteve um valor de IQR 6,4 para o aterro do CONIGEPU, resultado que determinou e classificou o mesmo como inadequado, o autor atribuiu pontos negativos que levaram ao valor, sendo os já citados anteriormente, além de outros como a drenagem de águas pluviais insuficiente e acesso deficitário à frente de trabalho. Através do diagnóstico realizado foi possível o levantamento de ações corretivas, nos principais pontos críticos do aterro para a melhoria dos mesmos.

Visando avaliar um aterro sanitário em município de pequeno porte no interior do Estado de São Paulo, Lima *et al.*, (2017) utilizaram a metodologia implementada pela CETESB, obtendo um valor de IQR 6,1; tal valor se dá em decorrência da falta de manutenção, do monitoramento de águas subterrâneas, da drenagem de águas pluviais, do isolamento físico e visual e a presença de animais e de aves.

4.4.4 Lagoas de lixiviado

Com a decomposição dos rejeitos no aterro sanitário é gerado o lixiviado, que necessita de um sistema de drenagem, sendo coletado e tratado, evitando contaminação do subsolo e lençol freático, por infiltração. No aterro sanitário do CONIGEPU o sistema de drenagem de lixiviado foi projetado por valas na forma de espinha de peixe preenchidas com brita. Levado

o lixiviado até a ETE por tubos de PVC com 100 mm de diâmetro, com uma declividade de 1,25% em direção a estação de tratamento.

O sistema de tratamento de efluentes líquidos (percolados, chorume ou lixiviado), em funcionamento, possui um tanque de equalização, um filtro biológico que possui pedra brita comercial número 4 (38 a 76 mm) e areia, um medidor de vazão (calha parshall), um sistema *wetland*, uma lagoa de maturação que possui inclinação dos taludes de 3H:1V conforme Figura 21.

Figura 21 – Sistema de tratamento do aterro sanitário



Fonte: CONIGEPU (2018)

O projeto especifica o tratamento por processo fotossintético misto, que consiste em um tratamento terciário nas lagoas de lixiviado, através de lagoa de maturação pós tratamento, que além da remoção de patógenos pela incidência de radiação ultravioleta (UV) proveniente da luz solar, terá espécies de plantas macrófitas, com utilização específica de aguapés *Eichornia Crassipes*, característico em sistemas de *wetlands*, que após utilização pode produzir biomassa e ser utilizada como fertilizante.

Após passar pelas etapas descritas anteriormente, o efluente final e recirculação ocorre através de uma bomba hidráulica submersível para a célula em operação do antigo aterro controlado que contém duas lagoas de tratamento maiores, conforme Figura 22.

Figura 22 – Lagoas do aterro controlado e utilizadas para recirculação



Fonte: fotografia registrada pela autora (2021).

A LO N° 07427/2019 emitida em 2019 assegura o prazo máximo de 02 (dois) anos. A partir da publicação desta licença a FEPAM não admitirá mais a técnica de recirculação, levando o consórcio realizar adequações ou implementar um sistema de tratamento de efluente, com isso o consórcio já analisa a possibilidade da implantação de uma ETE por eletrocoagulação/Eletro-oxidação, um dos obstáculos para a implantação é o alto custo para tal fim, necessitando de recursos federais.

O lixiviado de aterro sanitário é caracterizado como efluente de fonte poluidora não doméstica, sendo assim o padrão de emissão de efluentes do tratamento é determinado em função da vazão poluidora gerada. De acordo com a tabela de padrão de emissão da Resolução do CONAMA N° 335/2017, levando em conta uma vazão de 9,3 m³/dia de acordo com o projeto do aterro sanitário.

A ineficiência do atual tratamento percebeu-se ao analisar os resultados das amostras do efluente e água nos piezômetros, alguns parâmetros não estão de acordo com a legislação Resolução CONSEMA N° 355/2017 e a Resolução CONAMA N° 430/2011 que altera a CONAMA N° 357/2005, conforme apresentado os parâmetros abaixo (Tabela 10).

Tabela 10 – Alguns dados de parâmetros do relatório anual de 2020 dos efluentes

Parâmetros	Unidade	Valores obtidos	VMP CONAMA N° 430/2011 e CONSEMA N° 355/2017
Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>)	NMP/100 ml	9,2x10 ³	10 ⁶
Coliformes Totais	NMP/100 ml	7,9x10 ¹	1,8
DBO5	mg O ₂ /L	878	120
DQO	mg O ₂ /L	7.663	330
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	210	140
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	2.693	20
Fósforo Total	mg/L	26,7	4

Fonte: adaptado de CONIGEPU (2020).

Nota: (VMP) valor máximo permitido; (DBO) demanda bioquímica de oxigênio; (DQO) demanda química de oxigênio; (CONAMA) conselho nacional do meio ambiente; (CONSEMA) conselho estadual do meio ambiente

A alteração destes parâmetros é indicativa de que pode estar ocorrendo percolação do lixiviado no solo atingindo os lençóis subterrâneos, sendo um indicio para a possibilidade de ineficiência ETE do aterro. Estes resultados reforçam a necessidade de investimentos para manutenção adequada ou modificação da ETE ou ainda a necessidade de construção de uma nova ETE.

Problemas similares, foram observados na ETE do aterro sanitário de Palmeira das Missões, a estação possui um sistema físico-químico, lagoa aerada e banhado construído e possui 6 poços de monitoramento de águas subterrâneas, sendo 1 a montante e 5 a jusante. Em relação a avaliação da qualidade do lixiviado tratado revelou que, dos 40 parâmetros avaliados, 9 apresentaram concentrações acima do valor máximo. Para a água subterrânea, dentre os 30 parâmetros avaliados, 10 estão presentes em concentrações superiores ao VMP. Atribui-se os resultados à ocorrência de deficiências nos seus sistemas constituinte (BRAGAGNOLO, *et. al*, 2018).

Filho (2015), estudou alternativas de tratamento do lixiviado de aterro sanitário (LAS). A pesquisa visava extrair adubo de chorume, com a remoção da amônia para gerar fertilizantes agrícolas. Ao final do estudo o autor considerou que a utilização futura como adubo é viável, podendo viabilizar economicamente a extração da amônia do lixiviado, promovendo a integração entre a produção agrícola e a conservação do solo e da água (UNICAMP, 2017).

Segundo Matos *et al.* (2008), o percolado produzido nos aterros sanitários possui potenciais para serem utilizados em fertirrigação de culturas agrícolas, considerando a fertirrigação como forma de disposição final de percolados de aterro sanitário. Adicionalmente

a utilização do lixiviado após tratado para uso agrícola em parceria com produtor rural que possui terras vizinhas à sede do CONIGEPU deve ser estudada.

Ainda em relação a eficiência da ETE que pode justificar o mal funcionamento, salienta-se a mortandade das macrófitas, que pode ser atribuída a falta de manutenção ou matéria orgânica presente no lixiviado. Essa situação da *wetlands* pode ser observada na Figura 23.

Figura 23 – Lagoa de Wetlands com macrófitas mortas



Fonte: fotografia registrada pelo autor (2021).

A lagoa *wetland* necessita de manutenção adequada, com o replantio das macrófitas, e investigação sobre os motivos que levaram a morte das mesmas. Segundo Moraes e Rodrigues (2002), a produção das macrófitas se anulam em temperaturas menores de 10 °C, além de que consequentemente as plantas podem vir a morrer se a temperatura ficar inferior a 0°C durante algumas noites consecutivas.

Além da temperatura, vários fatores ambientais possuem influência quando utilizado plantas aquáticas, como luz disponível, velocidade da água, concentração de nutrientes, principalmente de nitrogênio e fósforo e concentração de carbono inorgânico dissolvido (MEES, 2006).

O último fator elencado refere-se é a inexistência de fluxo de efluente pela calha parshall, o que sugere que o biofiltro não está em pleno funcionamento, bem como o medidor de vazão projetado incorretamente e a falta de manutenção em relação a limpeza contribui, assim como pode ser observado na Figura 24.

Figura 24 – Calha Parshall sem manutenção



Fonte: fotografia registrada pelo autor (2021)

A calha parshall fornece dados de vazão importantes para o monitoramento, uma vez que uma das principais vantagens da calha parshall é não possuir obstáculos que podem acabar represando objetos, conseqüentemente acabando por prejudicar as medições (DELMÉE, 2003). Como observado na figura acima, folhas e madeira estão represadas prejudicando a medição de vazão, e conseqüentemente necessitando manutenção para seu bom funcionamento.

Os fatores citados acima destacam a importância de se realizar melhorias na ETE do aterro sanitário, a fim de evitar contaminação nas águas superficiais e subterrâneas, bem como no solo, poder realizar medições da vazão. Além de estar de acordo com a LO vigente.

4.5 OPERACIONALIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO CONSÓRCIO CONIGEPU

Nos itens a seguir serão apresentados de forma detalhada como se dá a operacionalização do CONIGEPU.

4.5.1 Aspectos organizacionais e financeiros

O consórcio tem a seguinte organização administrativa: o Conselho de Prefeitos, que é o órgão deliberativo, constituído pelos prefeitos dos municípios consorciados, presidido por um deles, eleito pelos demais para um mandato de 2 anos; o Conselho Fiscal, que é o órgão de fiscalização, constituído por membros dos municípios participantes; e a Secretaria Executiva, que é o órgão executivo encarregado do apoio técnico e administrativo, constituído por membros nomeados pelo Presidente.

Até o ano de 2020 o município de Trindade do Sul era o responsável, tendo como presidente o prefeito do mesmo e o administrador do consórcio nomeado pelo presidente, sendo o mesmo afastado no mês de março de 2020 por motivos pessoais, ficando até o final de 2020 sem administrador. O cargo de presidente do consórcio é escolhido por eleição entre os prefeitos dos municípios consorciados, sendo eleito pelos demais para um mandato de 2 anos e então designando um administrador de sua confiança. Atualmente ocupa o cargo de presidente o prefeito de Três Palmeiras e o administrador nomeado pelo atual administrador, tendo assumido o cargo em janeiro de 2021 e desde então realizando inúmeras melhorias que foram encontradas na análise do ano de 2020.

De acordo com o Contrato de Rateio do Consórcio, para o ano de 2020, as despesas mensais foram em média R\$ 235.745,90. Deste total são descontadas as receitas de venda de recicláveis, em média R\$ 50.503,13. O restante, cerca de R\$ 185.242,77 é rateado proporcionalmente entre os municípios, sendo 50% por peso (resíduo destinado por município) e 50% por participação fixa.

4.5.2 Programas Ambientais existentes

Visando melhorias na gestão de resíduos, alguns programas ambientais são realizados, como incentivo a Coleta seletiva, visitação, palestras e instalação de composteiras em escolas em escolas, instalação das composteiras nas escolas, porém devido a pandemia do Covid-19 no ano de 2020, as atividades presenciais, palestras direcionadas às escolas e a população em geral não foram realizadas. Com o retorno das aulas nas escolas, palestras no dia do meio ambiente já em 2021 foram realizadas pelas responsáveis técnicas do CONIGEPU visando a educação ambiental.

O CIGRES possui programas sociais e de educação ambiental visando a integração da comunidade com o consórcio, através de visitações dos alunos de escolas pertencentes aos municípios consorciados, nas visitações os alunos tem a oportunidade de assistir a teatros elaborados e apresentados pelos funcionários do CIGRES e são distribuídos material educativo (CALDERAN, 2013).

4.5.3 Ausência do plano de gerenciamento

A complexidade de um plano próprio e a não obrigatoriedade do órgão ambiental, foram fatores cruciais na decisão da criação ou não de um PGIRS do consórcio, uma vez que os municípios consorciados seguem seus planos e na ausência do mesmo seguem o plano diretor, lei orgânica entre outras voltadas ao saneamento.

Com a implantação do PGRS ou PGIRS no CONIGEPU facilitaria na tomada de decisões em relação a problemáticas do mesmo, contribuiria como modelo para outros consórcios que atualmente não possuem plano, bem como as características atuais do mesmo. Informações como a características dos resíduos recebidos pelo consórcio e quantidade enriquecem a tomada de decisões objetivando a eficiência da empresa ao gerir os RSU.

Entre os objetivos do PGRS estão a proteção humana, promover a qualidade de ambiental, reaproveitamento dos resíduos orgânicos para compostagem e fins energéticos, redução de material enviado ao aterro aumentando a vida útil (KUMEGAWA, 2018).

O plano possui embasamento na legislação e assegura o atendimento completo no que diz respeito ao manejo dos resíduos, levando em conta suas características e riscos. O planejamento, é o principal foco e visa reduzir a produção de resíduos e destinar adequadamente o que realmente for gerado na atividade (AMBICAMP, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo constatou-se o avanço nos últimos anos relacionados a problemática do RSU, com a maioria dos lixões no estado do Rio Grande do Sul já estando desativados.

Na visando o atendimento a Lei N° 12.305/2010, os municípios buscam alternativas para o gerenciamento dos resíduos com disposição final adequada sendo os consórcios públicos uma das formas encontradas para atender a mesma e resolver a problemática dos resíduos sólidos.

Com base na análise do o Consórcio Intermunicipal de Cooperação em Gestão Pública (CONIGEPU) verificou-se a viabilidade de implantação dos consórcios intermunicipais voltados à gestão dos RSU. Na busca pelo atendimento a PNRS e embasados pela a lei dos consórcios Lei nº 11.107 mostrou-se uma solução viável para a problemática dos municípios em relação aos RSU, principalmente para municípios de pequeno porte, resolvendo as questões econômicas, ambientais e de saúde pública.

Como principais vantagens advindas da implantação do CONIGEPU, ressalta-se a otimização do uso de áreas para a disposição final de RSU; a oportunidade de ganhos pelo aumento de escala; a redução de custos operacionais; a minimização dos riscos e impactos ambientais; destacando-se principalmente a disposição final adequada dos doze municípios.

Contudo, algumas não conformidades também foram identificadas considerando a licença de operação do aterro sanitário. Apesar dos dados encontrados em que até o ano de 2020 todos os municípios participantes do consórcio teriam coleta seletiva implantada, na pesquisa *in loco*, registros fotográficos e dados em relação a porcentagem de materiais reciclados pelo consórcio, nota-se a falta da eficiência voltada à coleta seletiva como sendo uma das problemáticas encontradas. Dos 11.486.992 kg de resíduos recebidos no consórcio referente ao ano de 2020, apenas 1.273.483 kg foram reciclados, que representa menos da metade. Com isso, quase 90% dos resíduos recebidos estão sendo enviados diretamente ao aterro, diminuindo significativamente a vida útil do mesmo e necessitando a implantação de outro aterro sanitário na sede do consórcio. Da mesma forma constatou-se a necessidade da coleta seletiva eficiente, educação e conscientização ambiental da população para a retomada das atividades na unidade de compostagem, que poderia contribuir significativamente para a minimização da quantidade de resíduos orgânicos destinado ao aterro, tornando-o destinado somente aos rejeitos.

Outra situação analisada se deu pela ineficiência da atual ETE do aterro sanitário que apresenta problemas pontuais que devem ser corrigidos e adequados, ocorrendo contaminações

na água e solo no entorno das instalações, confirmadas pela análise da água coletada nos piezômetros e de efluente na saída da ETE, que indicou que os parâmetros de coliformes termotolerantes (*E. coli*), Coliformes Totais, DBO_5 , DQO, Sólidos Suspensos Totais Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total estão em desacordo com as Resoluções CONAMA N° 430/2011 e CONSEMA N° 355/2017, não havendo conformidade com a legislação e com a LO N° 07427/2019. No entanto vale ressaltar o alto custo de uma instalação de uma ETE, mostrando os problemas econômicos na qual os municípios de pequeno porte enfrentam, necessitando de recursos federais para a adequação.

A fim de evidenciar os problemas relacionados ao aterro sanitário, calculou-se o IQR a partir da metodologia utilizada pela CETESB e obteve-se o valor de 4,7 sendo classificado como inadequado. Tal resultado ressalta a importância e a necessidade de adequações evitando a contaminação ambiental. Como principais motivos para tal valor de IQR, ressalta-se a: a falta de recobrimento ao final da jornada de trabalho, tratamento de chorume e monitoramento de águas insuficiente, presença de vetores e atendimento parcial das especificações do projeto. Adicionalmente, a pandemia da Covid-19 que resultou em demandas em outras áreas, mudando o foco das prefeituras. Sugere-se a necessidade de complementações e análises técnicas por profissionais da área em termos práticos, complementares a análise realizada para fins de pesquisa.

Em virtude da necessidade da instalação de um novo aterro sanitário, já se analisa a possibilidade da implantação de uma ETE que seja utilizada para os três aterros: 1 aterro controlado e 2 aterros sanitários, visto que problemas relacionados a operação do aterro (ineficácia dos sistemas de drenagem superficiais e de chorume, lagoas de tratamento e falta de cobertura diária) pode levar a revogação da LO N° 07427/2019. Sendo evidente a necessária adequação para que tais atividades não sejam suspensas, o que afetaria em grande escala a gestão dos resíduos dos municípios consorciados, que atualmente destinam RSU ao CONIGEPU.

Por tanto, embora melhorias e adequações sejam necessárias, os resultados deste estudo ressaltam que o gerenciamento e gestão dos RSU realizados através do consórcio mostra-se viável aos municípios como solução aos resíduos sólidos urbanos que vem tendo acréscimo nos últimos anos, referência aos municípios interessados na implantação de consórcios intermunicipais.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2019**. São Paulo: ABRELPE, 2019. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 9 abr. 2021.
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 9 abr. 2021.
- ANJOS, Priscila Alves dos; AMARAL, Karen Juliana do; FISCHER, Klaus Martin. Consórcios Públicos de Resíduos Sólidos Urbanos na perspectiva regional do Paraná. **Redes**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 131-159, 9 maio 2016. APESC - Associação Pro-Ensino em Santa Cruz do Sul. <http://dx.doi.org/10.17058/redes.v21i2.5570>. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/5570>. Acesso em: 16 jun. 2021.
- ANA– Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. 2017. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf. Acesso em: 02 set. 2021.
- ANUNCIACÃO, Etieli Rozo. **Elaboração de um sistema de gestão ambiental: estudo de caso do aterro sanitário de Trindade do Sul (RS)**. 2015. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2015. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/1383/1/ANUNCIA%20c3%87%20c3%83O.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2021.
- AMBICAMP. **A importância do gerenciamento de resíduos**. 2021. Disponível em: <https://ambicampbrasil.com.br/a-importancia-do-gerenciamento-de-residuos/>. Acesso em: 22 set. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. **ABNT NBR 1359**: Compostagem. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: informação e documentação: resíduos sólidos: classificação: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ATLAS SOCIOECONOMICO, Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. **Coleta de resíduos sólidos**. 2020. Mapa. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/coleta-de-lixo>. Acesso em: 11 abr. 2021.
- BARROS, Regina Mambeli. Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 374 p.
- BRAGAGNOLO, L. et. al., **Qualidade do lixiviado e sua interferência na água subterrânea adjacente ao aterro sanitário de Palmeira das Missões (RS)**. 2018. DOI: 10.21168/reg.v15e8. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/2019/e381361cbf35d807464e5c440f73e4a_c0e0f4bf12c2d407261d7fab8fe5d5f9.pdf. Acesso em: 22 set. 2021

BRASIL. **CONAMA N° 275, de 25 de abril de 2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001. Disponível em:
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>. Acesso em: 15 abr. 2021

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 02 abr. 2021.

BRASIL. Lei n° 11.107, de 06 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República do Brasil** Brasília, DF 6 abr. de 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111107.htm. Acesso em: 03 mar. 2021.

BRASIL. Lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial [da] República do Brasil**. Brasília, DF 2 ago. de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 6 abr. 2021.

BRASIL. Lei N° 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. **Diário Oficial [da] República do Brasil**. Brasília, DF 15 de jul. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em: 30 abr. 2020

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil**. Brasília: Ministério das Cidades, 2014. Disponível em:
https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/panorama_vol_07.pdf. Acesso em: 15 abr. 2021

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2020. Disponível em:
http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico_RS2019.pdf. Acesso em: 18 abr. 2021

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. **Cobertura de Coleta de Lixo Ficha de qualificação**. Brasília, 2000. Disponível em:
[http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2000/fqf19.htm#:~:text=Percentual%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o%20atendida%20domiciliarmente,espa%C3%A7o%20geogr%C3%A1fico%20no%20ano%20considerado.&text=direto%20a%20coleta%20do,p%C3%BAblica%20ou%20particular\)%3B%20e](http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2000/fqf19.htm#:~:text=Percentual%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o%20atendida%20domiciliarmente,espa%C3%A7o%20geogr%C3%A1fico%20no%20ano%20considerado.&text=direto%20a%20coleta%20do,p%C3%BAblica%20ou%20particular)%3B%20e). Acesso em: 11 abr. 2021.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 275/2001. **Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva**. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>. Acesso em: 15 abr. 2021.

BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 481, DE 03 DE OUTUBRO DE 2017. **Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências.** Brasília, 2017. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=728>. Acesso em: 10 abr. 2021

BECK, Ceres Grehs; MENDES, Josiete da Silva. Desafios das administrações municipais na implementação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos: o caso do Curimataú Paraibano. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, [S.l.], n. 37, p. 42-52, dez. 2017. ISSN 2447-9187. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1602>>. Acesso em: 04 maio 2021.

BERTICELLI, R.; DECESARO, A.; PANDOLFO, A.; PASQUALI, P. B. Contribuição da coleta seletiva para o desenvolvimento sustentável municipal. 2020. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/6409/6243>. Acesso em: 01 set. 2021

CALDERAN, Thanabi Bellenzier. **Consórcio público Intermunicipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domésticos: um estudo de caso**. 2013. Dissertação (Mestrado)- Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/303>. Acesso em: 01 fev. 2021

CALDERAN, Thanabi Bellenzier. **Consórcios intermunicipais: condições e possibilidades de atendimento da política nacional de resíduos sólidos (PNRS) a partir do princípio da visão sistêmica**. 2018. 322 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/2171/6/2018ThanabiBellenzierCalderan.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2021.

CAVALCANTI, C. R.; SOUZA, F. C. S.; ALVES, G. S. (2011). Estudo do Gerenciamento da Coleta Seletiva dos Resíduos no Município de Mossoró – RN. **Revista Holo**. Mossoró, RN, Ano 27, Vol. 4. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=481549217004>. Acesso em: 11 abr. 2021

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Guia da Coleta Seletiva de lixo**. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/4-GuiadaColetaSeletiva2014.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2020**. 2020. Secretaria de infraestrutura e meio ambiente do estado de São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/wp-content/uploads/sites/26/2021/07/Inventario-Estadual-de-Residuos-Solidos-Urbanos-2020.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021

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. 2012. Disponível em:
<http://cigres.com.br/arquivos/Plano%20parte%201.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2021.

CISGA – Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável da Serra Gaúcha. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** 2018. Disponível em:
<http://www.cisga.com.br/fotos/educacao/arquivos/419f8ec37001d1f19794fda21d37dc26.pdf>. Acesso em: 01 set. 2021

CNM, Confederação Nacional de Municípios- *et al.* **Dicionário Ambiental:** conceitos e orientações. Brasília: [S.N.], 2018. Disponível em:
https://www.cnm.org.br/areastecnicas/imprime_dicionario. Acesso em: 18 jul. 2021.

CONIGEPU – Consórcio Intermunicipal de Cooperação em Gestão Pública. **Relatório anual.** 2012.

CONIGEPU – Consórcio Intermunicipal de Cooperação em Gestão Pública. **Relatório anual.** 2017

CONIGEPU – Consórcio Intermunicipal de Cooperação em Gestão Pública. **Relatório anual.** 2020.

COSTA, M. C.; TEIXEIRA, E. N. A IMPORTÂNCIA DA CARACTERIZAÇÃO PARA IDENTIFICAÇÃO DO RESÍDUO PERIGOSO NO RESÍDUO SÓLIDO DOMICILIAR. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [s. l], v. 2, n. 11, p. 28-45, nov. 2014. Disponível em:
<https://pdfs.semanticscholar.org/57b7/8376883f7b134e64d28a1587d38b06946450.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2021.

DATASUS – Departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil. Ministério Da saúde. 2000. **Cobertura de Coleta de Lixo**
Ficha de qualificação. Disponível em:
[http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2000/fqf19.htm#:~:text=Percentual%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o%20atendida%20domiciliarmente,espa%C3%A7o%20geogr%C3%A1fico%2C%20no%20ano%20considerado.&text=direto%2C%20quando%20a%20coleta%20do,p%C3%BAblica%20ou%20particular\)%3B%20e](http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2000/fqf19.htm#:~:text=Percentual%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o%20atendida%20domiciliarmente,espa%C3%A7o%20geogr%C3%A1fico%2C%20no%20ano%20considerado.&text=direto%2C%20quando%20a%20coleta%20do,p%C3%BAblica%20ou%20particular)%3B%20e). Acesso em: 11 abr. 2021

DELMÉE, Geraldo J. **Manual de Medição de Vazão.** São Paulo Editora Edgard Blücher. 2003

DISTÂNCIAS ENTRE CIDADES. Distância entre cidades. 2017. Disponível em:
<http://www.distanciasentrecidades.com/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

FARIA, Caroline. **Definição de Resíduos Sólidos.** 2015. Disponível em:
<https://www.infoescola.com/ecologia/definicao-de-residuos-solidos/>. Acesso em: 14 abr. 2021.

FERNANDO ARAGÃO. Abc do Abc. **Coleta Seletiva em São Caetano.** 2013. Disponível em: <https://www.abcdoabc.com.br/sao-caetano/noticia/coleta-seletiva-sao-caetano-11327>. Acesso em: 22 jul. 2021.

ECOTOTAL. **O suporte completo para sua necessidade**. 2020. Disponível em: <https://www.ecototal.eco.br/frota/>. Acesso em: 02 ago. 2021

EEA – EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **As maiores taxas de reciclagem em países da europa**. 2020. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/media/newsreleases/highest-recycling-rates-in-austria>. Acesso em: 29 jul. 2021

FAMURS. Federação das Associações de Municípios do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.famurs.com.br>. Acesso em: 30 jun. 2017.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Orientações técnicas para a operação de usina de triagem e compostagem do lixo**. 2005. Disponível em: https://perdigao.mg.gov.br/imagens/li_arquivos/2/arquivos_4620181434130.pdf. Acesso em: 11 abr. 20221

FERREIRA, Cynthia Fantoni Alves; JUCÁ, José Fernando Thomé. Metodologia para avaliação dos consórcios de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 513-521, maio 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017147551>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/vZgjCDJfyLhfvZtSBgnsSbL/?lang=pt>. Acesso em: 04 maio 2021.

FERREIRA, D. C. *et al.* Investment in drinking water and sanitation infrastructure and its impact on waterborne diseases dissemination: The Brazilian case. *Science of The Total Environment*. Volume 779, 2021, 146279, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146279>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721013474>. Acesso em: 15 set. 2021

FIORILLO, Celso. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 14. ed. rev. São Paulo: Saraiva, 2013.

GAXX. **Caminhão basculante**. 2021. Disponível em: <https://gaxx.com.br/caminhao-basculante/>. Acesso em: 02 de ago. 2021

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODECKE, M.V.; NAIME, R. H.; FIGUEIREDO, J.A.S. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/6380>. Acesso em: 28 de ago. 2021

GOMES, Aline Pimentel; PANDOLFO, Adalberto; FROZZA, Caroline Noglio. Panorama dos consórcios públicos para gestão de resíduos sólidos urbanos na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 127-153, jan. 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd/article/view/10626/8303>. Acesso em: 30 ago. 2021.

GURJÃO, R. Í. L.; NETO, C. L. A.; PAIVA, W. **Avaliação do tempo de vida útil do aterro sanitário em Campina Grande – PB**. 2019. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciência. Disponível em:

https://www.editorarealize.com.br/editora/ebooks/conapesc/2019/PROPOSTA_EV126_MD4_ID1657_06082019120109.pdf. Acesso em: 28 jul. 2021

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101734.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Conheça cidades e estados do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25 ago. 2021

IBÁÑEZ-FORÉS *et al.*, 2018 Influence of implementing selective collection on municipal waste management systems in developing countries: A Brazilian case study. **Resources, Conservation and Recycling**. Volume 134, 2018, Pages 100-111, ISSN 0921-3449,

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.12.027>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917304652>. Acesso em: 15 set. 2021

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 25, n. 71, p. 135-158, abr. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142011000100010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/YgnDNBqW633Y8nFLF5pqLxc/?lang=pt>. Acesso em: 28 jul. 2021.

KUMEGAWA, L. S. **CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL PARA RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE CURITIBA: uma análise de conteúdo sobre o Sistema Integrado de Processamento e Aproveitamento de Resíduos**. 2018. DISSERTAÇÃO. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3190/1/CT_PPGTE_M_Kumegawa%2c%20Let%2c%20adcia%20Sayuri_2018.pdf. Acesso em: 22 set. 2021

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas 2003.

LIMA, P. G. *et al.* AVALIAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO POR MEIO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Brazilian Journal Of Biosystems Engineering**, Tupã, v. 11, n. 1, p. 88-116, 27 fev. 2017. Disponível em:

<https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/download/491/320>. Acesso em: 06 set. 2021.

<https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/download/491/320>. Acesso em: 06 set. 2021.

LISBOA, Roberta. **Manejo dos resíduos sólidos em Ituiutaba-MG: perspectivas e soluções**. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2017. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21201/3/ManejoResiduosSolidos.pdf>. Acesso em: 01 maio 2021.

LOUBET, L. F. **Logística Reversa (Responsabilidade Pós Consumo) Frente ao Direito Ambiental Brasileiro – Implicações da Lei Nº 12.305/2010**. 2011. Disponível em:

<https://jus.com.br/artigos/18617/logistica-reversa-responsabilidade-pos-consumo-frente-aodireito-ambiental-brasileiro>. Acesso em: 14 abri. 2021.

MAROTTI, Ana Cristina Bagatini; PEREIRA, Gisele Sant'ana Fiorini; PUGLIESI, Erica. **QUESTÕES CONTEMPORÂNEAS NA GESTÃO PÚBLICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS: análise dos princípios da política nacional de resíduos sólidos a partir de seus objetivos e instrumentos.** *Revista de Políticas Públicas*, São Luís, v. 21, n. 1, p. 339-364, 26 jul. 2017. Universidade Federal do Maranhão. <http://dx.doi.org/10.18764/2178-2865.v21n1p339-364>. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321152454017>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MATOS, A. T. *et al.* Viabilidade do aproveitamento agrícola de percolados de resíduos sólidos urbanos. 2008. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.12, n.4, p.435–440, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/gh8hNQGGTqfswvzfJ7CR9tw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 ago. 2021

MEES, J. B. R. **Uso de aguapé (*Eichhornia Crassipes*) em sistema de tratamento de efluente de matadouro e frigorífico e avaliação de sua compostagem.** 2006. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em engenharia agrícola. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/2793/1/Juliana%20Bortoli%20Rodrigues%20Mees.pdf>. Acesso em: 02 de ago. 2021

MENDES, Josiete da Silva; BECK, Ceres Grehs. Desafios das administrações municipais na implementação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos: o caso do Curimataú Paraibano. *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, [S.l.], n. 37, p. 42-52, dez. 2017. ISSN 2447-9187. DOI:<http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n37p42-52>. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1602>>. Acesso em: 07 ago. 2021.

MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**.3. ed. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 1994.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Consórcios públicos para gestão de resíduos sólidos urbanos.** 2020. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.mg.gov.br/assets/projetos/1064/65501a5072d2da85cd4164555a0882de.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2021

MMA – Ministério do Meio Ambiente. A política dos 5 R's. 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/comunicacao/item/9410>. Acesso em: 07 de ago. 2021

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente: 2010. Disponível em: http://www.residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/312_ext_arquivo.pdf. Acesso em: 15 abr.2021

MONTEIRO, A. E. Índice de Qualidade de Aterros Industriais – IQRI. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Coppe, Rio de Janeiro, 2006, 201f.

MONTEIRO, José Henrique Penido *et al.* **Gestão integrada de resíduos sólidos: manual gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: [S.N.], 2001. Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2021.

MONTEIRO, José Henrique Penido *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2021.

MORAES, A. J.; RODRIGUES, J. B. **Remoção de fósforo com uso de macrófitas em lagoas facultativas de frigorífico.** Medianeira, 2002. 52 f. Monografia (Graduação em Tecnologias Ambientais) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Secretaria de governo da presidência da república. **Dia do meio ambiente: 4 em cada 10 brasileiros não separam o lixo, aponta pesquisa ibope.** 2018. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/ods/noticias/dia-do-meio-ambiente-4-em-cada-10-brasileiros-nao-separam-o-lixo-aponta-pesquisa-ibope#:~:text=Quatro%20em%20cada%20dez%20brasileiros,as%20lixo%20para%20coleta%20seletiva>. Acesso em: 17 abr. 2021

OLIVEIRA, E. C. A.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. **Compostagem.** 2008. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf. Acesso em: 25 abr. 2021

OLIVEIRA, W. E. de. **Resíduos sólidos e limpeza urbana.** In: Philippi Jr A, organizador. Saneamento do meio. São Paulo: FUNDACENTRO; 1992.

PAIVA, Bárbara Gosziniak. **Estudo de viabilidade de sistemas de triagem e compostagem dos resíduos sólidos urbanos do município de Ouro Preto - MG.** 2018. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018. Disponível em: https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1254/1/MONOGRAFIA_EstudoViabilidadeSistemas.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

PEREIRA NETO, J. T. (2007). **Gerenciamento do Lixo Urbano: aspectos técnicos e operacionais.** Viçosa - MG: E-. UFV, 129p.

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

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C. Application of an urban solid waste landfills quality index on the Puxinanã landfill of Paraíba State, Brazil. 2017. doi:10.18472/SustDeb.v8n1.2017.21163. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:N7oRYvtr9loJ:https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/16462+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 01 out. 2021

PORTAL DE RESIDUOS SOLIDOS. **Gestão integrada ade resíduos sólidos**. 2021.

Disponível em:

<https://portalresiduossolidos.com/gestao-integrada-de-residuos-solidos/>. Acesso em: 17 abr. 2021.

PRÓ AMBIENTAL. **Resíduos Industriais Resíduos Classe II: o que são e quais os tipos?** Disponível em: <https://www.proambientaltecnologia.com.br/residuos-classe-ii-o-que-sao-e-quais-os-tipos/>. Acesso em: 28 jul. 2021.

PROTEGEER. **Etapas do gerenciamento**. 2018. Disponível em:

<http://protegeer.gov.br/rsu/etapas-do-gerenciamento>. Acesso em: 30 abr. 2021

RECICLA SAMPA. **Reciclagem: o guia absolutamente completo**. 2021. Disponível em:

<https://www.reciclasampa.com.br/artigo/reciclagem:-o-guia-absolutamente-completo>. Acesso em: 03 set. 2021

REIS, M.F.P. **Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos**. Tese (Doutorado). 2005. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2005

REZENDE, Sonaly Cristina. Conseqüências das migrações internas nas políticas de saneamento no Brasil: uma avaliação crítica do PLANASA. **XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais**, Ouro Preto, 2002.

REZENDE, D. A.; ULTRAMARI, C. Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual. **Revista de Administração Pública**, [S.L.], v. 41, n. 2, p. 255-271, abr. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-76122007000200005>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rap/a/5ttcZM34mg6YZpLsmmFH6Hh/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 18 maio 2021.

RIBEIRO, R. **Guia de compostagem caseira**. 2018. Disponível em:

http://www.sociologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/tema_consumo/manual_compostagem.pdf. Acesso em: 22 abr. 2021

RIO GRANDE DO Sul. **Decreto Nº 53.307 de 24 novembro de 2016**. Institui o Programa SUSTENTARE, que trata da destinação e do descarte de ativos eletroeletrônicos de órgãos e de entidades do Estado do Rio Grande do Sul, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. Porto Alegre: Ministério do meio ambiente e infraestrutura, 2014. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2054.208.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021

RIO GRANDE DO SUL. Ministério do meio ambiente e infraestrutura. Secretaria estadual do meio ambiente. **O PERS-RS**. Porto Alegre: Ministério do meio ambiente e infraestrutura, 2014. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201905/03155041-pers-final.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021

RIO GRANDE DO SUL. **Lei Nº 15.434 de 09 de janeiro de 2020**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do estado do Rio Grande do Sul. Disponível em:

<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=388665>. Acesso em: 30 abr. 2021.

RUSSO, M.A.T. **Tratamento de resíduos sólidos**. Disponível em: http://www1.ci.uc.pt/mhidro/edicoes_antigas/Tratamentos_Residuos_Solidos.pdf. Acesso em: 18 abri. 2021

SILVA, L. G. Avaliação do impacto na vida útil do aterro sanitário de Betim – MG, a partir da aplicação de diferentes alternativas técnicas disponíveis para tratamento e destinação final de resíduos sólidos urbanos. 2016. Disponível em: https://www.dcta.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/21/2017/06/TCC_Leandro-Gustavo-Silva.pdf. Acesso em: 22 set. 2021

SILVA, Leandro Gustavo. **Avaliação do impacto na vida útil do aterro sanitário de Betim – MG, a partir da aplicação de diferentes alternativas técnicas disponíveis para tratamento e destinação final de resíduos sólidos urbanos**. 2016. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: https://www.dcta.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/21/2017/06/TCC_Leandro-Gustavo-Silva.pdf. Acesso em: 09 set. 2021.

SILVA, Jussara Severo da. Gestão de resíduos sólidos e sua importância para a sustentabilidade urbana no Brasil: uma análise regionalizada baseada em dados do SNIS. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 61-70, jul.-dez. 2015. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6493/1/BRU_n12_Gest%c3%a3o.pdf. Acesso em: 20 abr. 2021.

SILVA, S. *et al.* Os 5 R's da sustentabilidade. 2017. V SEMINÁRIO DE JOVENS PESQUISADORES EM ECONOMIA & DESENVOLVIMENTO. Disponível em: http://coral.ufsm.br/seminarioeconomia/images/anais_2017/OS_5_RS_DA_SUSTENTABILIDADE_OS_5_RS_DA_SUSTENTABILIDADE_OS_5_RS_DA_SUSTENTABILIDADE_OS_5_RS_DA_SUSTENTABILIDADE_OS_5_RS_DA_SUSTENTABILIDADE_OS.pdf. Acesso em: 01 de ago. 2021

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2019/Diagn%C3%B3stico_SNIS_AE_2019_Republicacao_31032021.pdf. Acesso em: 30 ago. 2021

SPINK, P. K., TEIXEIRA, M. A. C. e CLEMENTE, R. **Governança, governo ou gestão: o caminho das ações metropolitanas**. Cadernos MetrÓpole, 2009

SOUZA, Ludmilla. Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano. **Agência Brasil**, São Paulo, p. 1-1, 8 nov. 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano#:~:text=No%20Brasil%2C%20em%202018%2C%20foram,pouco%20maior%20que%20a%20gera%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 8 abr. 2021.

SZIGETHY, L.; ANTENOR S. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. 2020. **IPEA- Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 30 set. 2021

TRATA BRASIL. **Saneamento básico**. 2012. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/>>. Acesso em: 05 ago. 2021.

WARTCHOW, D; GEWEHR, A. G; SILVA, J. S. A importância ambiental e econômica da compostagem-estudo de caso: município de Ijuí/rs. **26º congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental**. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/jones-silva/publication/275960888_a_importancia_ambiental_e_economica_da_compostagem_-_estudo_de_caso_municipio_de_ijuirs/links/554b9a4f0cf29f836c96fac7/a-importancia-ambiental-e-economica-da-compostagem-estudo-de-caso-municipio-de-ijui-rs.pdf. Acesso em: 27 ago. 2021

UNICAMP. Pesquisador extrai adubo de chorume. 2017. **Jornal da Unicamp**. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2017/06/21/pesquisador-extrai-adubo-de-chorume>. Acesso em: 01 ago. 2021

URBAN, Rodrigo Custódio. Índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos como ferramenta para o planejamento: aplicação no estado de São Paulo. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 367-377, 20 jun. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016140543>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/GBZPdvNshYgTQkz8wXk3hQ/?lang=pt#>. Acesso em: 05 maio 2021.

VG RESIDUOS. **Como acondicionar corretamente resíduos para armazenar ou destinar?** 2019. Disponível em: <https://www.vgresiduos.com.br/blog/como-acondicionar-corretamente-residuos-para-armazenar-ou-destinar/#:~:text=Para%20o%20acondicionamento%20adequado%20devem,atribu%C3%ADa%20pela%20NBR%20ABNT%2010.004>. Acesso em: 11 abr. 2021