

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

Tais Cristina Hempe

**BENEFÍCIOS DO USO DA COMPOSTAGEM
DOMÉSTICA COMO DESTINAÇÃO
AMBIENTALMENTE ADEQUADA DOS
RESÍDUOS ORGÂNICOS NA ÁREA URBANA
DE SEBERI - RS**

Frederico Westphalen, RS, 2020

Tais Cristina Hempe

**BENEFÍCIOS DO USO DA COMPOSTAGEM DOMÉSTICA COMO DESTINAÇÃO
AMBIENTALMENTE ADEQUADA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS NA ÁREA
URBANA DE SEBERI - RS**

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

Orientador: Prof. Dr. Willian Fernando de Borba

Frederico Westphalen, RS
2020

Tais Cristina Hempe

**BENEFÍCIOS DO USO DA COMPOSTAGEM DOMÉSTICA COMO DESTINAÇÃO
AMBIENTALMENTE ADEQUADA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS NA ÁREA
URBANA DE SEBERI - RS**

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

Aprovado em 27 de outubro de 2020

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

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

Débora Seben, Eng. Ambiental e Sanitarista

Frederico Westphalen, RS
2020

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Hugo e Carmen que estiveram comigo em todos os momentos, desde o início.

Aos amigos que considero irmãos e familiares, que entenderam os momentos distantes, para que a realização deste sonho fosse possível.

Dedico este trabalho!

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi concluído principalmente pelo auxílio e contribuição de várias pessoas, em especial quero agradecer:

- Primeiramente a Deus, por ter me dado a vida, e a oportunidade de estudar.
- Aos meus pais, família e amigos, que entenderam o motivo de todo este tempo ausente, dos momentos de desabafo, e todo o amor que sempre me deram.
- Aos colegas e amigos, em especial Débora, Jerusa, Edgar, Juliano, Tassiana, Alissana, Julie, Thifani, Bruna, Alessandra, Marcello, Magnos, Uilham, Mallu que sempre me incentivaram e me ajudaram para que não desistisse, vocês estão no meu coração.
- A colega e amiga Débora, que durante os meus momentos de maiores dificuldades me ajudou, amiga obrigada mesmo, sem tua ajuda, não teria chegado até aqui.
- A Jerusa, por me alegrar e me ajudar durante a graduação.
- A Alissana pelos incansáveis mates doce e pipocas.
- Aos professores, os quais não mediram esforços para que pudesse aprender e assim me tornar uma profissional competente.
- Ao meu orientador Willian, pela paciência e dedicação, o meu muito obrigada, pois foi incansável em suas correções e retornos, fazendo possível a conclusão desta etapa.
- Aos funcionários da Universidade Federal de Santa Maria - *Campus* Frederico Westphalen, que contribuíram com o meu aprendizado.
- A Universidade pública, pelo ensino de qualidade e gratuito, a qual pude ter acesso.
- Ao NAP que me auxiliou em muitos momentos, quando precisei de acolhimento não mediram esforços, meu muito obrigada, sem vocês eu teria desistido!
- A Coordenação do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, que sempre me auxiliou da melhor forma, em todas as dificuldades que enfrentei durante a graduação.
- Enfim, a todos que de alguma forma me auxiliaram, e me deram suporte para chegar até aqui, que contribuíram desde com auxílio técnico, com um sorriso, um abraço ou uma conversa, e me ajudaram para que não desistisse.

Muito obrigada!!!

“O único homem que está isento de erro é aquele que não arrisca acertar”.

Albert Einstein

RESUMO

BENEFÍCIOS DO USO DA COMPOSTAGEM DOMÉSTICA COMO DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS NA ÁREA URBANA DE SEBERI - RS

AUTORA: Tais Cristina Hempe
ORIENTADOR: Willian Fernando de Borba

Esse estudo visa analisar, sobre o aspecto operacional e financeiro, os benefícios da implementação de um sistema de compostagem doméstica no Município de Seberi - RS. Foi realizado os comparativos mensais dos resíduos destinados por Seberi ao CIGRES, entre os anos de 2018 e parcialmente de 2020, totalizando uma variação negativa, a partir da implantação de 300 composteiras de 246,30 toneladas, indicando desta forma resultados positivos, no aspecto ambiental. Referente aos custos anuais da destinação dos resíduos de Seberi ao CIGRES, foram de R\$ 240.656,01 em 2018, R\$ 363.782,79 em 2019 e R\$ 214.928,26 até julho de 2020. Os custos se mantiveram altos, pois variam conforme demanda do aterro. Investimentos previstos em infra-estrutura e equipamentos, pretendem reduzir os custos mensais. A partir dos dados de geração, custos e custo médio por tonelada, foi realizada cenários de redução de resíduos gerados. Em um cenário com 10 % (Cenário 1) de redução mensal na destinação de resíduos orgânicos, obter-se-ia uma redução total de 277,6 toneladas e R\$ 39.406,12 de economia para os cofres públicos; cenário de 20 % (Cenário 2), um total de 555,21 toneladas e R\$ 127.343,23 de economia; cenário de 30 % (Cenário 3) um total de 832,82 toneladas e R\$ 198.218,70 de economia, durante os anos dede 2018, 2019 até julho de 2020. A definição dos cenários indicou que, com um sistema de compostagem eficiente em toda a área urbana do município, os resultados são positivos, tanto no cenário ambiental quanto econômico.

Palavras-chaves: Adubo orgânico. Aterro sanitário. Educação ambiental. Sustentabilidade.

ABSTRACT

BENEFITS OF THE USE OF DOMESTIC COMPOSTING AS ENVIRONMENTALLY SUITABLE DESTINATION OF ORGANIC WASTE IN THE URBAN AREA OF SEBERI-RS

AUTHOR: Tais Cristina Hempe
ADVISOR: Prof. Dr. Willian Fernando de Borba

This study analyzed, on the operational and financial aspect, the benefits of implementing a domestic composting system in the Municipality of Seberi - RS. Monthly comparisons of waste by Seberi to CIGRES were carried out between the years 2018 and partially 2020, totaling a negative variation, from the implementation of 300 compost hubs of 246.30 tonnes, thus indicating positive results, in the environmental aspect. Regarding the annual costs for the disposal of Seberi waste to CIGRES, it was R\$ 240,656.01 in 2018, R\$ 363,782.79 in 2019 and R\$ 214,928.26 until July 2020. Costs remained high, as they vary according to demand to landfill. Production investments in infrastructure and equipment, aims to reduce monthly costs. From the data of generation, costs and average cost per ton, the reduction of waste generated was carried out. In a scenario with 10% (Scenario 1) of monthly reduction in the destination of solid waste, a total reduction of 277.6 tonnes and R\$ 39,406.12 would be obtained for public coffers; scenario of 20% (Scenario 2), a total of 555.21 tonnes and R\$ 127,343.23 in savings; scenario of 30% (Scenario 3) a total of 832.82 tonnes and R\$ 198,218.70 savings, during the years 2018, 2019 until July 2020. A definition of the indicated scenarios that, with a composting system in efficient the entire urban area of the municipality, the results are positive, both in the environmental and economic scenario.

Keywords: Organic fertilizer. Landfill. Environmental education. Sustainability.

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Figura 1 - Localização da área de estudo na região do Médio Alto Uruguai.....	32
Figura 2 - Roteiro da coleta de resíduos na área urbana de Seberi – RS.....	34
Figura 3 - Fluxograma de recebimento, destinação e disposição final dos RSU.....	35
Figura 4 - Ações do projeto sobre compostagem no Município de Seberi – RS.....	36
Figura 5 – Coleta seletiva antes (A) e após (B) o trabalho de conscientização junto a população de Seberi – RS.....	41

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Composição de RSU nas mesorregiões do Rio Grande do Sul.	16
Tabela 2 – Unidades de compostagem de RSU com Licença de Operação (LO) válida, emitida pela FEPAM.	29
Tabela 3 – Recursos aplicados na coleta de RSU e demais serviços de limpeza urbana na região Sul.	31
Tabela 4 – Geração mensal (Em toneladas) dos resíduos sólidos do município de Seberi – RS.	38
Tabela 5 – Resultados referentes ao montante (em toneladas) destinado ao CIGRES, de forma comparativa anual.	39
Tabela 6 - Comparativo anual de volume (toneladas) destinados a aterro sanitário antes e depois da compostagem, estudos de caso	42
Tabela 7 – Custos de destinação (em reais) para a Prefeitura Municipal entre os anos de 2018 e 2020.	43
Tabela 8 – Síntese de geração, custos e custo médio dos resíduos destinados por Seberi - RS.	44
Tabela 9 – Cenários elaborados para prospecção de reduções dos resíduos destinados por Seberi-RS.	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS: CLASSIFICAÇÃO E GERAÇÃO.....	14
3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS - GESTÃO E GERENCIAMENTO.....	19
3.3 RESÍDUOS SÓLIDOS: COLETA E TRANSPORTE.....	21
3.4 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	23
3.5 COMPOSTAGEM E BENEFÍCIOS SÓCIO-AMBIENTAIS	25
3.6 RESÍDUOS SÓLIDOS CUSTOS ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL.....	29
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	32
4.2 COLETA E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS	34
4.3 OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES.....	36
4.3.1 Geração de resíduos sólidos do município de Seberi – RS.	36
4.3.2 Estabelecimento de cenários referentes a redução dos resíduos e acompanhamento do processo de compostagem.....	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 GERAÇÃO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PELO MUNICÍPIO DE SEBERI - RS.....	38
5.2 CUSTOS MENSAIS MUNICIPAIS PARA A DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PELO MUNICÍPIO DE SEBERI – RS.....	43
5.3 QUESTIONÁRIO REALIZADO COM MUNICÍPIES PARTICIPANTES DO PROJETO DE COMPOSTAGEM DE SEBERI.	46
6. CONCLUSÃO.....	47
REFERENCIAS	48
ANEXO.....	57

1. INTRODUÇÃO

A atividade humana gera um alto volume de resíduos sólidos que, se não destinados corretamente, acarretam em sérios problemas ambientais, como alterações na qualidade natural do solo e das águas (superficiais e subterrâneas), emissão de gases, bem como proliferação de vetores de doenças, como leptospirose, por exemplo. E com a expansão e o adensamento das zonas urbanas, os problemas aumentaram, visto que a maioria das cidades brasileiras não acompanham o ritmo acelerado desse crescimento com infraestrutura sanitária adequada (REZENDE et al., 2013). A partir disto, é necessário que sejam realizados métodos adequados de gestão e tratamento destes grandes volumes de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

A coleta seletiva e a reciclagem são alternativas eficientes para o destino dos resíduos sólidos. Elas diminuem a quantidade de resíduos que irão para os aterros sanitários e, conseqüentemente, contribuem para redução da poluição ambiental (SANTOS, 2011). Além disso, a coleta seletiva é um modo de sensibilizar a população para o tratamento adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Conforme a versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012) destaca-se a geração de resíduos orgânicos, estes correspondem a mais de 50 % do total de resíduos sólidos urbanos no Brasil, se somado com os resíduos orgânicos provenientes de atividades agrossilvopastoris e industriais, a geração anual chega a 800 milhões de toneladas.

A forma mais comum da reciclagem de resíduos orgânicos é a compostagem e a biodigestão (com ou sem conversão energética), pois elas são as mais recomendadas mundialmente para a reciclagem deste tipo de resíduo (ESA, 2014), mas, atualmente, menos de 2 % dos resíduos sólidos urbanos são destinados para compostagem (BRASIL, 2012). Na Alemanha a coleta e reciclagem de resíduos orgânicos é destaque, pois, em média, cada pessoa recolhe e separa mais de 100kg destes resíduos por ano, o que equivale a um montante anual de cerca de 9 milhões de toneladas (ALEMANHA, 2013).

Sendo assim, a compostagem desempenha um papel muito importante, transformando a fração orgânica dos RSU em adubo orgânico, contribuindo para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, municípios de pequeno porte possuem alguns benefícios, como a maioria das residências serem do tipo horizontal (casas), as quais, na maioria das vezes, possuem espaço físico para a implementação de um sistema de compostagem.

Os custos de disposição dos RSU, na maioria das vezes, são relativos ao montante gerado, sendo que os resíduos orgânicos representam, na maioria das situações, valores superiores a 50 % do peso do RSU. Assim, se torna uma alternativa viável aos municípios, pois

irá impactar na redução dos custos para sua destinação. Além disso, o processo de compostagem auxilia na coleta seletiva Municipal e, posteriormente, na triagem dos RSU, contribuindo para a qualidade dos materiais, além da redução de volume na área de triagem.

Um aspecto, de suma importância, nas iniciativas de compostagem, está relacionado às ações de educação ambiental. A partir dessas ações, a comunidade começa a se engajar e ter mais conhecimento sobre o tema. Com base no exposto, esse estudo visa analisar, sobre o aspecto operacional e financeiro, os benefícios da implementação de um sistema de compostagem doméstica no Município de Seberi - RS.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os benefícios da implementação da compostagem doméstica em residências da zona urbana do Município de Seberi - RS.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o montante de resíduo produzido pelo município nos anos de 2018, 2019 e parcialmente de 2020;
- Verificar o custo de destinação do volume produzido nos anos de 2018, 2019 e parcialmente de 2020;
- Analisar a eficácia do sistema de compostagem com vista a aprimorar a coleta seletiva municipal; e
- Identificar possíveis falhas e propor ações corretivas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica irá tratar, os principais conceitos relacionados a resíduos sólidos, como: a classificação, a geração, a coleta e destinação dos resíduos sólidos urbanos, além dos benefícios socioambientais da compostagem.

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS: CLASSIFICAÇÃO E GERAÇÃO

Os resíduos sólidos são definidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010, p. 2).

Assim, podem ser “de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição” (ABNT, 2004, p. 7). Sendo que, podem ser encontrados no estado sólido ou semissólido (BRASIL, 2010), onde os resíduos sólidos urbanos são aqueles de origem domiciliar e de limpeza urbana.

Estes resíduos possuem alternativas de tratamento e recuperação, as quais são dependentes do tipo de resíduo e sua fonte geradora. Dentre os processos, Brasil (2010) descreve os seguintes:

Logística reversa: Instrumento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ou outros ciclos produtivos.

Reutilização: Processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-químicas.

Reciclagem: Processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas com vistas à transformação em insumos ou novos produtos. (BRASIL, 2010).

Após todas as possibilidades disponíveis de tratamento e recuperação dos resíduos, através de processos tecnológicos disponíveis e que sejam economicamente viáveis, sejam esgotadas e o único destino possível seja a disposição ambientalmente adequada, estes são considerados rejeitos (BRASIL, 2010).

A Lei 12.305/2010 no Artigo 9º descreve que deve ser observada, durante a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, uma ordem de prioridade: não geração, redução,

reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Conforme a NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004), para que o resíduo seja classificado, é necessário a identificação do processo ou a atividade, além dos constituintes e características que deu origem a este, e realizando a comparação destes com listagens de resíduos e substâncias, cujos impactos ambientais e a saúde são conhecidas.

Já no que se refere a classificação, quanto a periculosidade, a NBR 10.004/2004 (ABNT 2004) classifica como:

Resíduos classe I – Perigosos: são os resíduos que possuem inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Como por exemplo tinta, solventes, pilhas, lâmpadas, etc.

Resíduos classe II – Não perigosos: podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, conforme estão descritos no anexo H da referida NBR, e que não estiverem contaminados por substâncias constantes nos anexos C (ex. Naftaleno), D (Ex. Flúor) ou E (Ex. DDT) e que apresentem características de periculosidade aos resíduos. Estes se subdividem em: Resíduos classe II A – Não inertes: descritos no anexo H da NBR, tais como: restos de alimentos, sucata de metais ferrosos e não ferrosos, resíduos de papel e papelão, resíduos de plásticos polimerizados, resíduos de borracha, resíduos de madeira, resíduos de material têxtil, resíduos de minerais não-metálicos, areia de fundição, bagaço de cana e outros resíduos não perigosos. Resíduos classe II B – Inertes: quaisquer resíduos que não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, ou seja, os resíduos que não se decompõem nem sofrem alterações da sua composição se expostos as intempéries climáticas por exemplo. São considerados inertes os entulhos, pedras e areia.

Os resíduos sólidos possuem origens diversas e, de acordo com a Lei 12.305/2010, os Resíduos Sólidos são classificados quanto a origem e periculosidade, o que irá definir, posteriormente, a forma de destinação e tratamento destes resíduos. Resíduos com menor periculosidade apresentam menor risco de contaminação ao ambiente, o que irá definir que o tratamento pode ser mais simplificado, se comparado com um de maior periculosidade (BRASIL, 2010). Portanto, de acordo com a origem:

- a) Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) Resíduos Sólidos Urbanos (RSU): 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;
- g) Resíduos de serviços de saúde;
- h) Resíduos da construção civil;
- i) Resíduos agrossilvopastoris;
- j) Resíduos de serviços de transportes;
- k) Resíduos de mineração. (BRASIL, 2010).

De acordo com a periculosidade:

- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica.
- b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”. (BRASIL, 2010).

A geração de resíduos sólidos urbanos vem avançando num ritmo mais rápido, quando comparada com a infraestrutura necessária para tratá-lo da maneira adequada. Esse avanço advém do consumo não consciente dos seres humanos, mas também do crescimento populacional, além de questões culturais que interferem na geração (ABRELPE, 2018). Sendo que, cada região possui seus aspectos no que se refere a geração.

De acordo com a Tabela 1, apresentada na Política Estadual de Resíduos Sólidos do RS (RIO GRANDE DO SUL, 2014) verifica-se a estimativa de geração de RSU para as frações de orgânicos, recicláveis, rejeitos e total dos resíduos sólidos no Estado, por mesorregião. Como pode ser observado, a região noroeste do Estado representa a segunda maior contribuição na geração.

Tabela 1 - Composição de RSU nas mesorregiões do Rio Grande do Sul.

Mesorregião	Estimativa de RSU/composição (t/ano)			
	Orgânicos	Recicláveis	Rejeitos	Total
Centro Ocidental Rio-grandense	89.102	32.352	21.433	142.887
Centro Oriental Rio-grandense	129.035	44.599	30.641	204.275
Metropolitana de Porto Alegre	904.021	403.419	230.725	1.538.165
Nordeste Rio-grandense	191.734	83.174	48.513	323.421
Noroeste Rio-grandense	310.361	107.025	73.656	491.043

Sudeste Rio-grandense	154.444	64.566	38.649	257.659
Rio Grande do Sul	1.897.369	780.379	472.544	3.150.291

Fonte: Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2014).

No Brasil observou-se, entre os anos de 2017 e 2018, um incremento de 1 % no indicador de massa coletada per capita de resíduos domiciliares e públicos. A estimativa que o montante anual, em 2018, seja de 62,78 milhões de toneladas, equivalente a 172 mil toneladas por dia (SNIS, 2019). A tendência de crescimento populacional deve ser mantida nos próximos anos, e a geração de resíduos sólidos urbanos deve chegar a 100 milhões de toneladas anuais por volta de 2030 (ABRELPE, 2018).

No ano de 2018, a geração média per capita nacional foi de 0,96 kg/hab./dia, porém quando agrupado por macrorregiões geográficas os valores médios de massa coletada são variáveis. Na macrorregião sul, por exemplo, o valor é de 0,81 kg/hab./dia, portanto o valor correspondente a macrorregião sul é 16,4 % menor que a média nacional (SNIS, 2019). O relatório ainda evidencia que, este aspecto pode ser explicado devido ser corriqueira a prática da pesagem dos resíduos sólidos em balanças rodoviárias nas macrorregiões Sul e Sudeste, onde os valores chegam a 55,5 % e 44,5 % do total de municípios, respectivamente, já nas macrorregiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste essa incidência não supera os 21,5 %, destacando assim a disparidade no quesito pesagem dos resíduos (SNIS, 2019).

Verifica-se ainda que o número de municípios a realizar a pesagem é inferior a metade da amostra total do SNIS, o que pode gerar certa imprecisão nas quantidades efetivas de resíduos coletadas no âmbito domiciliar e público, uma vez que estes serão estimados pelos responsáveis municipais, este fato é mais trivial nos municípios de pequeno porte populacional pois não utilizam balança (SNIS, 2019).

Outro conceito que o relatório mostra para explicar a diferença de geração de resíduos, de uma macrorregião a outra, é a existência de um número maior de aterros sanitários privados nas macrorregiões Sul e Sudeste, o que pode acarretar em um maior rigor na seleção dos resíduos a eles destinados, além da hipótese de que as composições gravimétricas dos resíduos sejam diferentes, e também a existência de sub-registros das quantidades coletadas “não oficial/ clandestinos”, ou seja sem controle dos órgãos gestores municipais (SNIS, 2019).

No cenário internacional, relacionado a gestão de resíduos sólidos, informações da *European Environmet Agency* (EEA) afirmam que a geração de resíduos sólidos, entre os anos de 2004 e 2017, obteve uma redução de 7 %, na Romênia, a geração *per capita*, é de 0,691 kg/hab/dia (EEA, 2016), já nos Estados Unidos é de 2 kg/hab/dia (EPA, 2015).

Na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, onde localiza-se o município objeto desse estudo, os valores médios de geração de resíduos são de 0,23 kg/hab./dia, os quais ficam abaixo da média nacional, isso se deve ao fato de os municípios possuírem baixa densidade populacional, além de residências com disponibilidade de área para o reaproveitamento de resíduos orgânicos (BORBA, 2019). Na região, cada município possui suas particularidades, cidades mais desenvolvidas, como Frederico Westphalen - RS, onde há uma maior predominância de prédios e apartamentos, a geração de RSU é de 0,60 kg/hab/dia (BORBA, 2019).

Aliado a isso, vários fatores influenciam no processo de geração dos resíduos sólidos. CETESB (2009) cita como exemplo o crescimento populacional, o desenvolvimento tecnológico, as mudanças de hábito de consumo e a urbanização. Além destes, pesquisas relatam a influência do relevo, das habitações e das condições locais (QU et al., 2009; LIU; WU, 2011; PASSARINI et al., 2011).

O consumo consciente, o reuso, a reciclagem, a compostagem e a recuperação energética podem atenuar os impactos do crescimento populacional, também a redução na poluição e extração de recursos não renováveis, ou seja, são ações que poderiam auxiliar na redução da geração de resíduos (GODECKE et al., 2012). Nesse contexto, práticas que visem a redução da geração, ou a reciclagem dos resíduos orgânicos, desempenham um importante papel, reduzindo o montante de resíduos enviados a aterro, gerando ganhos econômicos e ambientais.

Conforme a versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012) destaca-se a geração de resíduos orgânicos, estes correspondem a mais de 50 % do total de resíduos sólidos urbanos no Brasil, se somado com os resíduos orgânicos provenientes de atividades agrossilvopastoris e industriais, a geração anual chega a 800 milhões de toneladas. Assim, faz-se necessária a adoção de métodos adequados de gestão e tratamento destes grandes volumes de resíduos, para que a matéria orgânica presente seja estabilizada e possa cumprir seu papel natural de fertilizar os solos.

Os resíduos orgânicos constituem-se, basicamente, por restos de animais ou vegetais descartados de atividades humanas, e são aqueles que, em ambientes naturais equilibrados, se degradam espontaneamente e reciclam os nutrientes nos processos da natureza (BRASIL, 2017). A origem deles pode ser variada, desde doméstica ou urbana (resto de alimentos, resíduos de varrição, podas), agrícola, industrial ou de saneamento básico (lodos de estações de tratamento de esgoto), entre outras (BRASIL, 2017).

Quando este tipo de resíduo é separado na fonte de origem, e não misturados a outros tipos de resíduos (papel, plástico, vidro, metal, etc...), é possível sua reciclagem, ou seja, pode ser transformado em adubo e fertilizantes orgânicos, e se estes forem em pequenas quantidades, se torna possível a reciclagem de forma doméstica, se em grandes quantidades de forma industrial (VAN DER WURFF, 2016). A forma mais comum da reciclagem de resíduos orgânicos é a compostagem e a biodigestão (com ou sem conversão energética), pois elas são as mais recomendadas mundialmente para a reciclagem deste tipo de resíduo (ESA, 2014), mas, atualmente, menos de 2 % dos resíduos sólidos urbanos são destinados para compostagem (BRASIL, 2012).

Em diversos países, a gestão dos resíduos orgânicos está profundamente ligada à economia local, gerando empregos e conseqüentemente rendas, e mitigando os impactos ambientais. Em 2014 a comissão europeia, através do documento “Rumo a uma economia circular: um programa para o desperdício zero”, apresentou algumas propostas, como por exemplo, de aumentar a reciclagem/reutilização dos resíduos urbanos para 70 % em 2030 (Comissão Europeia, 2015).

Se as metas forem cumpridas pelos países, existe potencial de adicionar 50 milhões de toneladas de resíduos orgânicos à reciclagem e criar 100 mil postos de trabalho, sendo, portanto, os resíduos orgânicos, o ponto central do pacote da economia circular dos resíduos (ECN, 2015).

3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS - GESTÃO E GERENCIAMENTO

No saneamento ambiental municipal, uma das atividades contempladas é a gestão e o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos, o qual tem como objetivo melhorar a saúde, no que se refere ao bem-estar físico, mental e social da comunidade (CASTILHOS JÚNIOR et al., 2003).

A Lei 12.305/2010 é de suma importância para a definição de diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos, além de identificar e incumbir a responsabilidade aos geradores e ao poder público, no que tange a destinação ambientalmente correta dos resíduos. Nela também se observa a seguinte ordem de prioridade, na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

A Gestão Integrada de resíduos sólidos, é delineada na Lei 12.305/2010 como, “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a

considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010). Lima (2001) descreve ainda que, quando se quer definir decisões, ações e procedimentos adotados em nível estratégico, se utiliza o termo gestão.

O gerenciamento dos resíduos sólidos, é definido conforme a Lei 12.305 /2010 (Brasil, 2010) como a união de ações executadas, seja direta ou indiretamente, mas que estejam de acordo com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com o plano de gerenciamento de resíduos sólidos, conforme exigência da lei, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A lei ainda diz que, a responsabilidade quanto ao gerenciamento dos resíduos é do setor privado e instituições.

Castilhos Júnior et al. (2003) descreve que:

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos deve ser integrado, ou seja, deve englobar etapas articuladas entre si, desde a não geração até a disposição final, com atividades compatíveis com as dos demais sistemas do saneamento ambiental, sendo essencial a participação ativa e cooperativa do primeiro, segundo e terceiro setor, respectivamente, governo, iniciativa privada e sociedade civil organizada. (CASTILHO JÚNIOR et al., 2003).

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2001):

O plano de gerenciamento é um documento que apresenta a situação atual do sistema de limpeza urbana, bem como a pré-seleção das alternativas mais viáveis e o estabelecimento de ações integradas e diretrizes, sob os aspectos ambientais, econômicos, financeiros, administrativos, técnicos, sociais e legais, para todas as fases de gestão dos resíduos sólidos desde a sua geração até a destinação final. (BRASIL, 2001).

A Lei 12.305/2010, no Art. 21 descreve que, o plano de gerenciamento de resíduos sólidos deve ter o seguinte conteúdo mínimo:

- I - Descrição do empreendimento ou atividade;
- II - Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- III - Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos: a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos; b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;
- IV - Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;
- V - Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

- VI - Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;
- VII - Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;
- VIII - Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;
- IX - Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama [...] (BRASIL, 2010).

A mesma Lei ainda descreve em seu Art. 14 quais são os planos de resíduos sólidos, possíveis de serem elaborados:

- 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).

Desta forma “o rigor do gerenciamento de resíduos sólidos é um fator estratégico de modo a possibilitar ou não a eficiência do sistema, potencializando sua viabilidade econômica e a mitigação dos passivos ambientais gerados” (BRANDÃO; SILVA, 2011).

Conforme Angelis (1999 *apud* Galdino, 2015), para que se possa ter um melhor programa de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos é necessário que se conheça as características quantitativas e qualitativas dos mesmos. Os resíduos sólidos urbanos podem ser classificados de acordo com:

“umidade (seco e molhado); aspecto econômico; resíduos reaproveitáveis; resíduos para a produção de compostos (resíduos orgânicos em geral); resíduos recuperáveis; e resíduos inaproveitáveis (inorgânicos em geral). Também podem ser classificados em: facilmente degradáveis (matéria orgânica putrescível, como restos de comida); moderadamente degradáveis (papelão e outros materiais celulósicos); dificilmente degradáveis (trapos, couro, borracha e madeira); e não degradáveis como vidros, plásticos e metais, entre outros” (ANGELIS, 1999 *apud* GALDINO, 2015, p. 2).

Além disso, saber quanto se produz permite dimensionar a frota, o tipo de veículo coletor e o número de funcionários para o serviço de coleta” (ANGELIS, 1999 *apud* GALDINO, 2015, p. 2).

3.3 RESÍDUOS SÓLIDOS: COLETA E TRANSPORTE

Segundo Reis et al. (2000), o sucesso do tratamento dos resíduos sólidos urbanos depende da existência de programas de coletas diferenciada, como a coleta segregada, que

consiste na separação, por tipo de material, no momento da geração dos resíduos, e da coleta seletiva. Assim, Brasil (2010) define coleta seletiva como “coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição”.

Este tipo de coleta é uma das alternativas para solucionar parte do problema de destinação dos resíduos sólidos urbanos, pois o Decreto número 7.404/2010, diz que, quando a coleta seletiva ou a logística reversa for instituída nos municípios, a partir do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, os consumidores são obrigados a acondicionar, de forma adequada, e separadamente, os resíduos sólidos gerados que serão destinados a reutilização, reciclagem, devolução ou a coleta e destinação final ambientalmente adequada.

Dentre os diversos sistemas de coletas seletivas utilizadas no país, três modalidades detêm maior ênfase, conforme descrito por Bringhenti (2004):

Coleta Seletiva em Postos de Entrega Voluntária: o próprio gerador desloca-se até um posto de entrega e deposita o material reciclável, previamente triado, em recipientes diferenciados por tipo de materiais.

Coleta Seletiva Porta a Porta: o material reciclável, previamente segregado por tipo ou não, acondicionado e apresentado à coleta pelo gerador é coletado por veículos dimensionados para realizar tal tarefa, ainda, na porta da residência do contribuinte

Coleta Seletiva por Trabalhadores Autônomos da Reciclagem: um grupo de trabalhadores autônomos, em geral apoiado e/ou gerenciado por uma organização de caráter social, com ou sem apoio logístico do poder público, recolhe o material reciclável disposto em via pública, oriundo de domicílios, ou gerados em estabelecimentos comerciais, de serviços ou em indústrias, previamente segregado por tipo ou não, utilizando-se, normalmente, carrinhos de tração manual. (BRINGHENTI, 2004).

Nesse sentido, a correta separação dos resíduos nas residências, para após serem coletados de acordo com a coleta seletiva definida pela administração Municipal, é de extrema importância. Além disso, o tipo de veículo para a coleta, deve ser adequado. De acordo com o relatório do SNIS de 2018 (SNIS, 2019), a frota utilizada para a coleta dos resíduos domiciliares e públicos, são constituídos dos seguintes veículos: caminhões compactadores (ou “caminhões prensas”), caminhões tipo basculante, baú ou carroceria de madeira, caminhões poliguindaste (ou “brook”), e tratores agrícolas com reboque.

O mesmo relatório ainda destaca que os tipos mais comuns utilizados para a coleta de resíduos domiciliares e públicos são os caminhões do tipo basculante, carroceria ou baú, cujo conjunto responde por 43,1 % da frota informada, resultado muito próximo do contingente de caminhões compactadores, que chegam a 43,0 %. Na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, região de abrangência do CIGRES, esse tipo de coleta é realizado majoritariamente por

caminhões do tipo basculante, e a coleta é realizada pelas prefeituras ou empresas terceirizadas (CIGRES).

A escolha do equipamento de coleta exige a análise de diversas características e fatores específicos de cada comunidade, algumas como: o tipo de resíduo coletado (identificando as quantidades e características); a frequência, horário, o ponto, tipo e itinerário de coleta; situação econômico-financeira da comunidade e municipalidade, ou seja, o maior interesse na adaptabilidade do equipamento, é que o serviço atenda a situações locais de cada comunidade com eficiência, efetividade sanitária e tão econômico quanto possível (PHILIPPI JÚNIOR, 1979).

Existem problemas no que tange a separação dos resíduos e a coleta ineficiente destes. Um deles está relacionado a questão cultural, pois as pessoas não foram preparadas para separar os resíduos, sendo necessário buscar soluções como, por exemplo, campanhas em rádios e televisões, as quais demonstram a importância da separação dos resíduos sólidos urbanos (SIMONETTO; BORENSTEIN, 2006). Adiciona-se a isso a coleta ineficiente pelos municípios (JACOBI; BESEN, 2011). Na maioria dos municípios brasileiros, de pequeno porte principalmente, os resíduos são simplesmente depositados em locais distantes da visão dos moradores, sem que haja uma real preocupação com os cuidados sanitários para a disposição adequada desses resíduos (FAGUNDES, 2009).

Por esse, entre outros motivos, a PNRS incentiva a criação de consórcios públicos intermunicipais para a gestão de resíduos sólidos urbanos em aterro sanitário. Os custos com projeto, operação e pós operação de um aterro sanitário podem representar até 55 % do Produto Interno Bruto (PIB) municipal médio, por isso, para que seja viável, faz-se necessária uma análise da relação custo benefício, de modo a garantir a qualidade ambiental do sistema a um custo acessível ao município (BRANDÃO; SILVA, 2011).

3.4 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Conforme Junkes (2002) as organizações, governamentais e não governamentais, ligadas à área de saneamento básico, sempre se preocuparam com o tratamento e destinação final dos resíduos urbanos, mas a maioria das administrações municipais se restringem em recolher o resíduo domiciliar, e depositá-los em locais afastados da população, e grande parte o faz em ambientes inadequados para tal finalidade.

Quando os resíduos sólidos urbanos são dispostos inadequadamente, promovem consequências graves, como o assoreamento dos rios e canais, contaminação de lençóis

freáticos, contaminação do solo por intermédio da infiltração do lixiviado proveniente da decomposição e degradação da fração orgânica, proliferação de insetos, roedores, transmissão de doenças, além de catadores nos locais de deposição a céu aberto (JUNKES, 2002; ALCANTARA, 2010). Desta forma Muñoz (2002) descreve que, existem três maneiras de realizar a destinação final dos resíduos sólidos, sendo: lixão, aterro controlado e o aterro sanitário.

De acordo com Jesus (2013) e Machado (2009), a palavra lixão refere-se a área a céu aberto onde o lixo gerado pela comunidade é lançado, seja por particulares ou pelas prefeituras, diretamente sobre o solo, sem que haja proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, o que acarreta em prejuízos a saúde da comunidade e dos catadores, pela propagação de insetos e roedores, além do odor e a possibilidade de poluir aquíferos freáticos. Dados do Panorama da ABRELPE (2019) indicam que os lixões ainda possuem uma participação significativa, no que tange a destinação dos resíduos, pois das 72,7 milhões de toneladas coletadas no Brasil em 2018, 23 % foram destinadas a lixões.

Para Lima (2001) o aterro controlado é como um lixão melhorado. Já a CETESB (2012), ressalta que no aterro controlado os resíduos são cobertos por uma camada de solo, com o objetivo de inibir o carregamento destes pelas águas pluviais e a propagação de vetores. A companhia destaca ainda que esse tipo de aterro não possui uma área impermeável, não coleta e trata o chorume e não faz a coleta e combustão do biogás.

Barros (2015) pontua que os aterros controlados reduzem significativamente os problemas sanitários (contaminação dos mananciais, do ar, assoreamento, presença de vetores, odor, entre outros) se comparados com os lixões, contudo, permanecem comprometendo as águas subterrâneas e superficiais, pois não fazem o uso de impermeabilizantes na base do aterro, e não tratam o lixiviado. Dados do Panorama da ABRELPE (2019), indicam que das 72,7 milhões de toneladas coletadas no Brasil em 2018, 17,5 % foram destinadas a aterros controlados.

Além destes apresentados, os aterros sanitários são aqueles que apresentam menores riscos de contaminação do meio ambiente. Assim, a NBR 8.419/1992 (ABNT, 1992, p. 4), define aterro sanitário como:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário. (ABNT, 1992, p.4).

Conforme o SNIS (2019), no envio de resíduos para os aterros sanitários no Brasil, durante o ano de 2018, a macrorregião Sudeste enviou 57,3 % do total de resíduos para as unidades classificadas neste tipo, equivalente a 23,0 milhões de toneladas, seguida da macrorregião Nordeste, com 7,8 milhões de toneladas (19,5 % do total), depois a macrorregião Sul, com 5,4 milhões de toneladas (13,4 %), a macrorregião Centro-Oeste, com 2,4 milhões de toneladas (6,1 %) e a macrorregião Norte, com quase 1,5 milhão de toneladas (3,7 %). Sendo assim, o relatório ainda enfatiza que, ao estimar a massa total de disposição final, obtêm-se um resultado de aproximadamente 46,68 milhões de toneladas dispostas em aterros sanitários no país, o que representa 75,6 % do total aproximado.

A Lei nº 11.445/2007 em seu capítulo II Art. 8º § 1º, descreve que a titularidade dos serviços de saneamento básico, os quais podem ser realizados também sobre gestão associada, por meio de consórcios públicos ou convênios de cooperação (BRASIL, 2007). A Constituição Federal em seu art. 241 (BRASIL, 1988), observa que os consórcios intermunicipais de saneamento básico, ficam admitidos exclusivamente para municípios, e terão, como objetivo, o financiamento para a implantação de medidas estruturais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais.

Conforme o Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos do ano de 2005, o consórcio intermunicipal é caracterizado como (MORAES, 2017, p. 81):

Entidade decorrente de um acordo formal entre dois ou mais municípios, para que alcancem as metas comuns previamente estabelecidas, e onde os municípios envolvidos disponibilizem recursos humanos, financeiros e/ou materiais, proporcionalmente à sua participação nos benefícios resultantes da atuação comum. Os consórcios intermunicipais são as formas de associação mais coerente, na implantação e operação de instalações de aterros sanitários, por exemplo, pois em muitas áreas onde há pouca extensão territorial e não possui mais espaços disponíveis para esse propósito, é uma alternativa a ser levada em consideração pelos gestores. (BRASIL, 2007b, p. C.37).

3.5 COMPOSTAGEM E BENEFÍCIOS SÓCIO-AMBIENTAIS

O processo de transformação dos resíduos orgânicos em adubo é uma das mais antigas práticas desenvolvidas pela humanidade. Com isso, compostagem pode ser definida como:

Processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas

de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação. (ABNT, 1996, p. 2).

A prática da compostagem, conforme o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2008), é um processo simples, seguro, que garante um produto uniforme, pronto para ser utilizado nos cultivos de plantas, e pode ser realizado em pequena escala (doméstica), média (comunitária, institucional) ou grande (municipal, industrial). Os autores ainda afirmam que este processo deve ser bem compreendido e bem operado para evitar problemas como a geração de odores e a proliferação de vetores de doenças. A matéria orgânica passível de compostagem é a que apresenta carbono suscetível a degradação, como restos de frutas, legumes, alimentos, grama e materiais originários da limpeza de pátios e jardins (PEREIRA NETO, 1996).

Santos (2014), afirma que a reciclagem de resíduos orgânicos, a partir do processo de compostagem, pode evitar sérios problemas ambientais, sendo um método barato, se comparado a outras formas de tratamento, além da sua eficiência na redução da quantidade de materiais destinados aos aterros, aumentando sua vida útil. Além disso reduz a geração de lixiviado no aterro.

É uma das alternativas utilizadas em diversos países a nível mundial, pois é uma forma importante e crescente de reduzir a escassez de fertilizantes na agricultura (SANTOS, 2014). Nesse mesmo sentido, o adubo orgânico produzido é utilizado na fertilização do solo e também na redução dos impactos ecológicos provocados por sua acumulação no ambiente, sendo uma alternativa economicamente viável e, se bem conduzida, ambientalmente correta (SMITH, 2009; ARAÚJO et al., 2011).

A matéria-prima utilizada para a produção de composto orgânico utilizado na agricultura ou na cadeia produtiva de alimentos, deve passar por um rigoroso processo de segregação, seguindo as normativas do Ministério da Agricultura (MMA, 2010). Isso se deve principalmente a questão de saúde pública.

No cenário Municipal, os custos municipais de destinação e disposição final ambientalmente adequada se dá pelo montante gerado de resíduos. Cerca de 50 % do montante de resíduos gerados é orgânico (IBGE, 2010), sendo essa a fração que apresenta maior peso. Na região noroeste do RS, a fração de orgânicos/rejeitos chega a representar 65,80 % (BORBA, 2019). Assim, ações que visam reduzir o envio desse material aos aterros, contempla inúmeros benefícios, sejam socioeconômicos, mas principalmente ambientais.

Conforme o Relatório do SNIS (2019), no ano de 2018 dos 62,78 milhões de toneladas de resíduos coletados, 124 mil toneladas foram recuperadas em 70 unidades de compostagem e 1,05 milhão de toneladas de resíduos recicláveis em 1.030 unidades de triagem.

De acordo com a escala que a produção do composto é realizada, os processos de compostagem podem ser classificados como: grande (usinas de compostagem), média (leiras com volumes superiores a 3 m³) e pequenas (realizadas em composteiras ou leiras com volume inferior a 3m³) (MARQUES; HOGLAND, 2002).

Conforme Brito (2008), a realização da compostagem em grande escala, através de usinas de triagem e compostagem, frequentemente deixa de ser praticada, devido à falta de informação, escassez de recursos financeiros para sua implantação e/ou ausência de interesse dos governantes. O mesmo autor descreve que, neste tipo de processo há a possibilidade dos resíduos coletados, de forma convencional, serem incorporados com metais pesados os quais serão levados ao produto final, ou seja, o adubo orgânico.

A compostagem de médio porte aponta grande aptidão de execução em propriedades de produção agrícola, onde os resíduos vegetais e excrementos animais do próprio empreendimento podem ser utilizados para a produção do adubo orgânico, o que reduz os custos com a compra de fertilizantes químicos. Estas tornam-se limitadas em centros urbanos, pequenas propriedades e agricultura familiar, devido ao espaço e a quantidade de material para a montagem das leiras serem reduzidos (BRITO, 2008).

Quando o processo de compostagem é realizado em pequena escala, permite-se sua aplicação em ambientes urbanos, agricultura familiar e pequenas propriedades agrícolas, além de ser um instrumento de educação ambiental, aumentando assim a possibilidade da realização do processo (BRITO, 2008). Uma das grandes vantagens desse tipo de processo de compostagem é a possibilidade de os resíduos indesejáveis não serem incrementados no processo, garantindo assim a produção de um composto de boa qualidade, devido a seleção dos resíduos a serem utilizados (GAJALAKSHMI; ABBASI, 2008).

Conforme Melo e Zanta (2016), a compostagem doméstica unifamiliar ou de pequena escala é uma alternativa descentralizada de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, e que:

Apresenta como vantagens a redução da produção de resíduos sólidos “in loco”; redução da quantidade de resíduos coletados pelo setor de limpeza; aumento da vida útil de aterros sanitários; economia dos gastos com a coleta dos resíduos sólidos urbanos e com o tratamento do efluente gerado no aterro sanitário; redução dos impactos ambientais que estão associados à degradação dos resíduos orgânicos em locais inadequados; redução dos investimentos em materiais de infraestrutura e energéticos para o tratamento; utilização do composto produzido na agricultura familiar, em paisagismo, ou em técnicas de biorremediação. (MELO, ZANTA 2016).

Segundo Silva (2000), o composto orgânico possui grandes vantagens, como:

A melhora das condições físicas, químicas e biológicas do solo; aumenta a porosidade do solo, tornando-o mais arável; aumenta a capacidade de retenção de água e ar no

solo; assegura a conservação da umidade e protege contra a evaporação, o frio e calor; dá mais viço as plantas e eleva a produtividade; dá mais vida aos jardins; possibilita a formação de microbiota no solo; reestabelece as condições ecológicas locais. (SILVA,2000).

Peixoto (1988) e Kiehl (1998) *apud* Brito (2008), indicam que o composto, após maturado, seja aplicado em covas ou em cobertura e deve ser incorporado ao solo, para evitar a perda de nutrientes como o nitrogênio, além de, quando incorporado, promove o rompimento da camada superficial de solos compactados, favorecendo a penetração de água, reduzindo a perda de nutrientes por lixiviação e, conseqüente, erosão.

Conforme o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS- RS) (RIO GRANDE DO SUL, 2014, p. 233), a compostagem natural, apesar de ser em pequeno número, é a tecnologia mais utilizada hoje para o tratamento da fração orgânica de Resíduos Sólidos Urbanos no Rio Grande do Sul. Os dados do PERS-RS indicam que apenas 24 % dos municípios do Estado utilizam a compostagem como tratamento final da fração orgânica. A mesorregião do estado em que mais municípios realizam a compostagem, é a Noroeste Rio-grandense, o que equivale a 39 %.

Alguns municípios realizam e/ou realizavam a compostagem por meio de unidades regionais operadas por consórcios públicos intermunicipais, como por exemplo, Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos (CIGRES), com sede em Seberi, e o Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos Urbanos (CITRESU), com sede em Bom Progresso. A Cooperativa de Recicladores de Resíduos Orgânicos e Inorgânicos (COOPERCICLA), no município de Santa Cecília do Sul, coleta, recebe realiza a triagem ou compostagem e dá a disposição final de resíduos da região, além de iniciativas municipais, há empreendimentos privados que utilizam os RSU em seus processos (PERS - RS, 2014).

Na Tabela 2 estão apresentadas as unidades de compostagem para RSU com Licença de Operação (LO) vigente emitidas pela FEPAM, bem como a capacidade instalada, conforme expresso na licença ambiental (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

Tabela 2 - Unidades de compostagem de RSU com Licença de Operação (LO) válida, emitida pela FEPAM.

Município	Razão social do responsável	Capacidade
Arroio Grande	Município de Arroio Grande	15.363 hab.
Campo Bom	Município de Campo Bom	44.000 hab.
Carazinho	Prefeitura Municipal de Carazinho	60.000 hab.
Centenário	Prefeitura Municipal de Centenário	2.967 hab.
Erval Grande	Prefeitura Municipal de Erval Grande	13.500 hab.
Ipê	Prefeitura Municipal de Ipê	3 t/dia
Nova Roma do Sul	Prefeitura Municipal de Nova Roma do Sul	3.000 hab.
Paulo Bento	Juliano Wietzycoski – ME	10 t/dia
Picada Café	Prefeitura Municipal de Picada Café	4.824 hab.
Rolante	Prefeitura Municipal de Rolante	20.000 hab.
Santa Maria	Companhia Riograndese de Valorização de Resíduos S/A – CRVR	500.000 hab. 300 t/dia
São Jose do Ouro	Prefeitura Municipal de São Jose Do Ouro	15.806 hab.
Seberi	Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos – CIGRES	80.000 hab.
Trindade do Sul	Consorcio Intermunicipal de Cooperação em Gestão Pública – CONIGEPU	83.061 hab.

Fonte: Rio Grande do Sul (2014).

O PERS-RS tem como meta progressiva para a região sul, a expectativa de recuperação média da fração orgânica dos resíduos sólidos por meio da compostagem no Estado até 2019, em 50 %.

3.6 RESÍDUOS SÓLIDOS E OS CUSTOS PARA A ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL

Conforme a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) e a Política Estadual de Resíduos Sólidos (2014), dentre os seus objetivos podem-se verificar: a eco eficiência dos sistemas, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, o reconhecimento do resíduo como bem econômico e de valor social, que é um dos pontos principais apontados, e para que isso seja realizado, a logística reversa e os acordos setoriais são algumas ferramentas utilizadas para este fim.

“Os custos de implantação e de operação de unidades de triagem, tratamento e disposição final de rejeitos é variável de acordo com a capacidade da unidade, tecnologia

adotada e quantidade de resíduos processados ou rejeitos recebidos para disposição final” (PERS - RS, 2014). Desta forma o PERS-RS (RIO GRANDE DO SUL, 2014) diz que:

O relacionamento entre o mercado financeiro e o setor de resíduos pode ser analisado através do atendimento às necessidades financeiras tanto do gerador, caso necessário para dar a adequada destinação a seus resíduos, quanto do prestador de serviços de tratamento e disposição, para financiamento de equipamentos e plantas. (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

De acordo com Rodrigues et al. (2015), as estruturas de mercado influenciam diretamente os valores dos bens e serviços, inclusive os públicos, como no caso da limpeza urbana e a coleta e tratamento de resíduos sólidos. As estruturas instituem diferentes configurações entre oferta e demanda, os preços são determinados pelo poder de mercado das empresas, sua mutualidade e condições de maximizar os lucros. Um agente que pode atuar de forma a interferir no processo de determinação de preços pelas empresas, é o governo, mas as forças de mercado estarão sempre presentes (RODRIGUES et al., 2015).

Galvão e Paganini (2009) descrevem que, a universalidade do atendimento e essencialidade destes serviços, no caso do saneamento básico, não depende da capacidade do pagamento por parte dos usuários. Os mesmos autores afirmam ainda que, o poder do monopólio se opõe a condição essencial e inelástica dos serviços de utilidade pública, tornando fundamental a regulação de preços, a fim de garantir o equilíbrio entre produtores e consumidores. Mas as transações, entre produtores e consumidores, ficam atreladas apenas pelos sistemas de preços, podendo ocorrer falhas de mercado, afetando assim a alocação eficiente dos recursos na sociedade. Dentre essas falhas de mercado, pode-se destacar: externalidades, informação assimétrica ou imperfeita e poder de monopólio (GALVÃO; PAGANINI, 2009).

De acordo com a tabela a seguir, apresentada no relatório da ABRELPE (2018), verifica-se os recursos aplicados na coleta de RSU e demais serviços de limpeza urbana na região sul.

Tabela 3 - Recursos aplicados na coleta de RSU e demais serviços de limpeza urbana na região Sul.

	2017		População 2018	2018	
	Total (R\$ milhões /ano)	Por habitante (R\$/mês)		Total (R\$ milhões /ano)	Por habitante (R\$/mês)
Coleta RSU	1.345	3,78	29.754.036	1.318	3,69
Demais Serviços de Limpeza Urbana*	1.571	4,42		1.546	4,33

*Incluídas as despesas com a destinação final dos RSU e com serviços de varrição, capina, limpeza e manutenção de parques e jardins, limpeza de córregos, etc.

Fonte: ABRELPE/IBGE (2018).

Na grande maioria dos municípios brasileiros, os serviços de manejo (coleta, transporte, tratamento e disposição final) dos resíduos sólidos é deficitário. Os custos referentes a isso serão contabilizados em sua totalidade quando estes serviços são destinados a terceiros, pois quando o município realiza o serviço, o que acontece na maioria dos municípios, não há rotina de controle de custos envolvidos nestas atividades somente se tem o valor mensal ou total da disposição final dos resíduos gerados (TESKE et al., 2018).

Teske et al. (2018) destacam ainda que:

O custo médio per capita do manejo de RDO (resíduos domésticos) de municípios que integram consórcio público CIGRES para disposição final foi de R\$ 74,98 por hab.ano. Ao compararmos o custo médio dos municípios que integram consórcios com o custo médio dos mesmos serviços executados totalmente por terceiros em outros municípios, este apresentou uma redução de 15 %. (TESKE et al., 2018).

Entre o CIGRES e os municípios integrantes do consórcio é firmado um contrato de rateio, onde os custos mensais com a destinação final de resíduos sólidos está associado a valores inerentes a operacionalização do Consórcio e receitas recebidas da usina de tratamento dos resíduos sólidos. Assim, cada município tem sua parcela de despesas e receitas definidas com base no percentual da população do mesmo (MAESTRI, 2019).

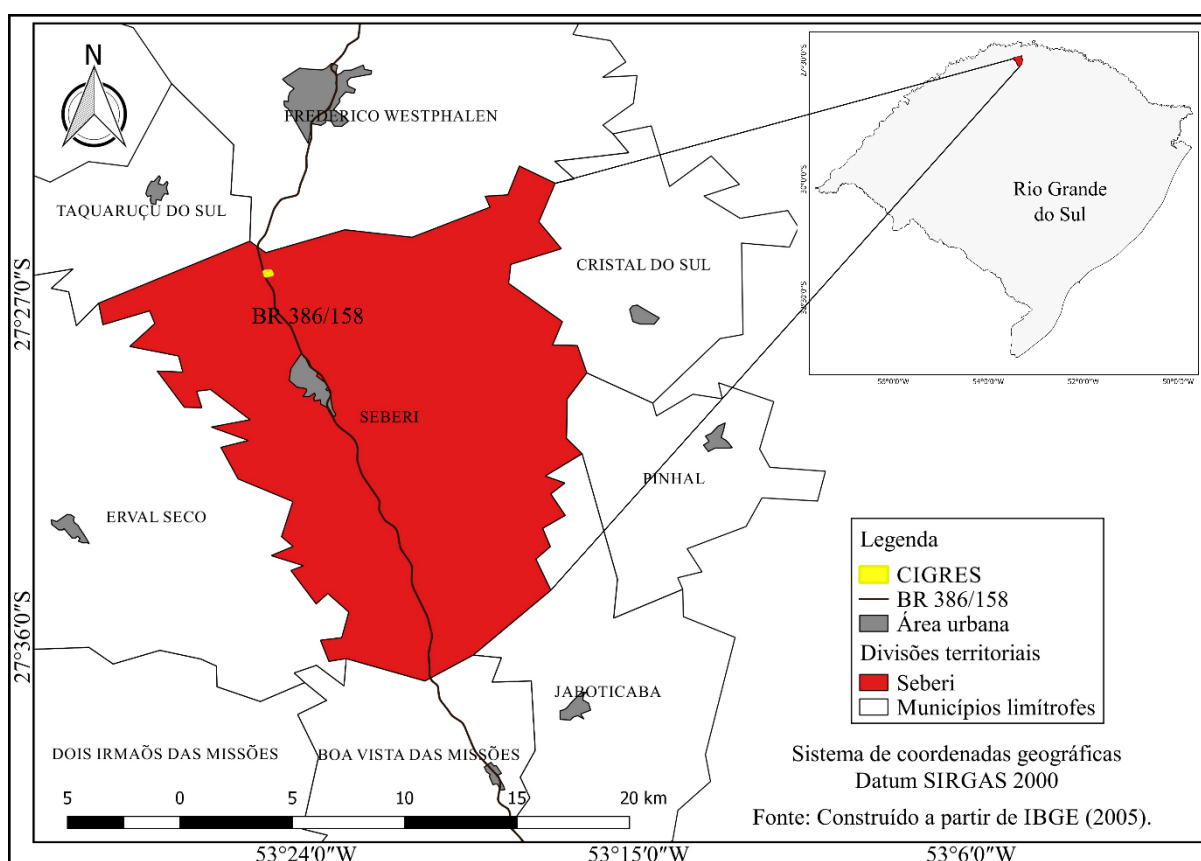
4. MATERIAL E MÉTODOS

Nesse capítulo será abordado, de forma sucinta e objetiva, a metodologia aplicada para a elaboração desse estudo, como acesso e processamento das informações.

4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

A área objeto desse estudo é o município de Seberi, situado no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - RS (Figura 1). O município conta com uma área de 301 km², e está sob coordenadas latitude 27°28'4'' S e longitude 53°24'09'', oeste de Greenwich (IBGE, 2010).

Figura 1 - Localização da área de estudo na região do Médio Alto Uruguai.



Fonte: Borba (2019).

De acordo com o censo do IBGE (2010) a população do município era de 10.897 pessoas, tendo a densidade demográfica em 36,15 hab/km², e a cada mil nascidos vivos 11,49 crianças vêm a óbito. O salário mínimo mensal era de 2.0 salários mínimos e o PIB per capita

foi de R\$ 28.363,28 (IBGE CIDADES, 2020) e a atividade principal, no município e na região, é a agricultura familiar e a atividade animal como pecuária de leite e de corte (PRGIRS - CIGRES).

Ainda conforme o censo 16 % dos domicílios possuem esgotamento sanitário adequado. De acordo com o PRGIRS – CIGRES, não há estação de tratamento de esgoto doméstico apenas sistemas individuais de tratamento, composto basicamente do sistema tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro. 86,6 % dos domicílios urbanos em vias públicas possuem arborização e 22,8 % de domicílios em vias públicas possuem urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

O município conta com rede de abastecimento de água realizado pela CORSAN (PRGIRS - CIGRES). Referente a saúde da população, a cada mil habitantes 3 são internados devido a diarreias (IBGE CIDADES, 2020). Nas escolas, as matrículas do ensino fundamental chegaram a 1.333 em oito instituições de ensino, e do ensino médio 291 matrículas em apenas uma instituição que conta com essa modalidade de ensino, no que se refere ao ensino superior o município de Seberi conta com polo da Universidade Federal de Pelotas - UFPel e Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (IBGE CIDADES, 2020).

Quanto a hidrografia, conforme informações da SEMA (2004), a área faz parte da Região Hidrográfica do Uruguai (U) na Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea (U-100). No que se refere ao clima, Sotério et al. (2005) e ABNT (1997b), descrevem uma pluviosidade anual média de 1.900 mm, que são bem distribuídas ao longo do ano, e Moreno (1961) considera que o clima é do tipo Cfa (sub-tropical úmido).

O Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos - CIGRES, teve sua constituição em setembro de 2001, com a participação de 13 municípios, e iniciou sua operação em 12 março de 2007, atualmente conta com 30 municípios, e está localizado no município de Seberi, BR 386, km 43, Linha Osvaldo Cruz (PRGIRS - CIGRES).

O objetivo da criação do CIGRES é atender a região e seus municípios, no que diz respeito aos resíduos sólidos urbanos, visando apoiar o desenvolvimento autossustentável e a proteção do meio ambiente e a qualidade de vida da população (PRGIRS - CIGRES). O empreendimento é licenciado pelo órgão estadual competente sob licença de operação nº 01229/2020. O consórcio atende uma população urbana de 185.937 habitantes (IBGE, 2010) e cobre uma área de 5.227,30 km² recebendo uma média mensal de 1.700 toneladas de resíduos sólidos urbanos mensalmente.

4.2 COLETA E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS

Os resíduos sólidos urbanos e comerciais gerados no município, tradicionalmente, são acondicionados em sacolas plásticas, embalagens de papel ou papelão e dispostos em coletoras posicionadas em frente as residências, comércios ou pontos estratégicos de coleta e, onde não há disponibilidade de lixeiras, os resíduos são dispostos inadequadamente (PRGIRS - CIGRES). Então os resíduos, são coletadas por uma empresa terceirizada e encaminhados até o CIGRES, distante cerca de 6 km (PRGIRS - CIGRES). O município possui um sistema de coleta seletiva dos resíduos, sendo essa realizada em dias alternados, conforme Figura 2.

Figura 2 - Roteiro da coleta de resíduos na área urbana de Seberi - RS.

Bairro / Imediações	Segunda	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Av. Flores da Cunha até a BR 386 (Lado da BR)	Manhã						
Av. Flores da Cunha até o cemitério e piscina	Manhã						
Esquina R. João Pessoa com a R. Pinheiro Machado sentido loteamento São Cristóvão	Manhã						
Av. Flores da cunha e condomínios	17 horas						
Ervateira Realeza até o posto Kakareko (Margens da BR 386)	Tarde						

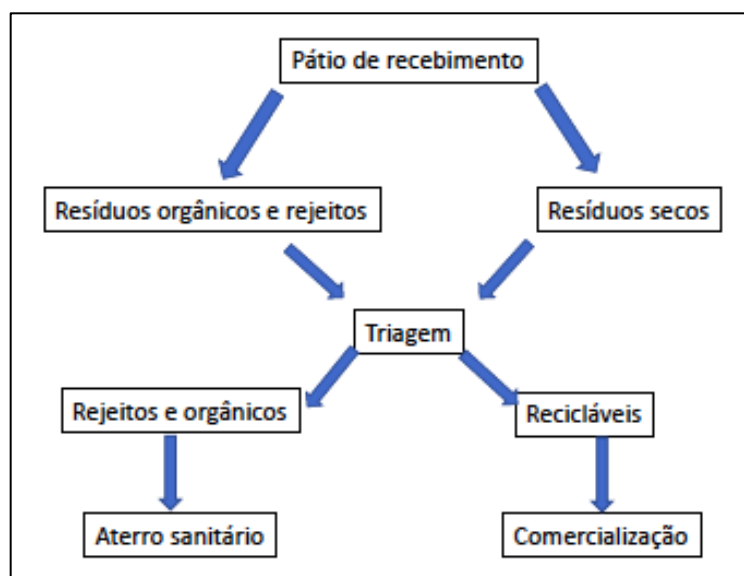
ORGÂNICOS / REJEITOS SECOS / RECICLÁVEIS

**LEMBRE-SE DE COLOCAR O RESÍDUO PARA COLETA PRÓXIMO AO HORÁRIO DE COLETA
A COLETA SELETIVA COMEÇA NA SUA RESIDÊNCIA!**

Fonte: Comissão Municipal do projeto de compostagem.

Após coletado, os resíduos são destinados ao CIGRES. No pátio de recebimento, os resíduos são descarregados em locais diferentes (Secos/recicláveis e orgânicos + rejeitos). Após o descarregamento, esses são encaminhados para triagem, onde separa-se a fração reciclável, para posterior venda, e os rejeitos e orgânicos são encaminhados para o aterro sanitário. No momento não está ocorrendo o processo de compostagem. Os resíduos orgânicos e os rejeitos passam pelo processo de triagem, para a retirada de material reciclável (sacolas, por exemplo). A Figura 3 mostra o fluxograma de recebimento, destinação e disposição final dos RSU.

Figura 3 - Fluxograma de recebimento, destinação e disposição final dos RSU.



Fonte: Autoria própria.

O município conta, desde novembro do ano de 2018, com o projeto “Aperfeiçoamento das práticas para o correto destino dos resíduos sólidos domésticos, produzidos pelos municípios consorciados ao CIGRES”. A prefeitura Municipal de Seberi - RS e a comissão do projeto, vem realizando atividades de educação ambiental no município. Nos meses de novembro e dezembro, foi iniciado o processo de compostagem de resíduos orgânicos em 70 residências na área municipal, o que contribuiu para a redução do montante de resíduos gerados, além da produção de adubo orgânico.

Em 2019, foi realizado um protocolo junto a plataforma do SICREDI, e através do Fundo de Desenvolvimento Regional (FDR) foi possível a compra de 300 composteiras a serem instaladas no município, conforme a Figura 4. Desta forma, atualmente o projeto conta com aproximadamente 300 residências realizando o processo de compostagem dos resíduos orgânicos. A Figura 4, mostra o início das atividades e o processo realizado.

Figura 4 - Ações do projeto sobre compostagem no Município de Seberi - RS.



Fonte: Comissão Municipal do projeto de compostagem.

O projeto ainda conta com a realização de atividades de capacitação dos munícipes acerca do processo de compostagem e coleta seletiva, além de sanar suas dúvidas, também o acompanhamento do processo através de visitas periódicas nas residências. Os resultados esperados com o projeto, são a redução do montante de RSU gerados pelo município, além de melhora no sistema de coleta seletiva municipal, também a redução de custos e promoção no desenvolvimento sustentável.

4.3 OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES

4.3.1 Geração de resíduos sólidos do município de Seberi - RS.

Um dos objetivos do projeto de compostagem instituído no município, é a redução dos resíduos orgânicos a serem destinados, pelo município de Seberi, ao CIGRES. Desta forma obteve-se, a partir do banco de dados disponibilizados pelo CIGRES, a quantidade de resíduos

(Toneladas) e os custos (R\$) da destinação, mensalmente durante os anos de 2018, 2019 e parcialmente de 2020. A partir destes dados foi possível analisar se o volume de resíduos destinados, a partir do momento da implantação das composteiras nas residências até o presente momento, foi reduzido e se a eficácia do mesmo continua após algum tempo de sua implantação.

4.3.2 Estabelecimento de cenários referentes a redução dos resíduos e acompanhamento do processo de compostagem

Foram elaborados cenários referentes a redução do volume de resíduos gerados, simulando a eficiência do sistema de compostagem na área urbana, bem como o impacto econômico disso para o município. Os cenários envolvem a redução de 10, 20 e 30 % do montante gerado no município.

Para o acompanhamento, junto aos munícipes, foi elaborado um questionário (ANEXO A), onde os mesmos foram questionados no que se refere ao sistema de compostagem, através das bombonas, e seus benefícios para o meio ambiente, aterro e município. A proposta inicial era realizar o levantamento de informações juntamente com 100 famílias participantes do projeto, mas devido ao atual cenário mundial relacionado ao COVID 19 e o distanciamento social, foram realizadas apenas 21 visitas onde foram aplicados os questionários. Estes foram aplicados por agentes de saúde do município, de forma aleatória nas residências onde os sistemas foram implantados, entre março e junho de 2020.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos nessa pesquisa, além da discussão dos mesmos.

5.1 GERAÇÃO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PELO MUNICÍPIO DE SEBERI - RS

Na tabela 4, apresenta-se os volumes mensais dos resíduos gerados (em toneladas) pelo município de Seberi - RS, nos anos de 2018, 2019 e entre os meses de janeiro e julho de 2020. Como pode ser observado, ocorreu uma oscilação na geração dos RSU, seja em escala anual ou mensal. Isso pode estar relacionado a mudanças de padrões de consumo, questões culturais ou até mesmo ações relacionadas a gestão e gerenciamento de RSU ou educação ambiental desenvolvidas no Município.

Tabela 4 - Geração mensal (Em toneladas) dos resíduos sólidos do município de Seberi - RS.

Meses	2018	2019	2020
Janeiro	130,18	139,28	139,50
Fevereiro	146,09	112,35	139,52
Março	123,64	117,19	118,82
Abril	173,83	117,19	121,54
Mai	86,12	145,89	116,34
Junho	141,41	145,89	117,08
Julho	166,85	145,89	150,22
Agosto	147,82	136,62	-
Setembro	147,77	123,84	-
Outubro	144,62	119,72	-
Novembro	166,12	156,01	-
Dezembro	120,88	126,17	-
Total (toneladas)	1.695,33	1.586,04	903,02

Fonte: Construído a partir de informações disponibilizadas pelo CIGRES.

O projeto de compostagem foi implementado no município em novembro de 2018. Então foi realizada a análise dos dados, de forma comparativa (entre os anos de 2018 e 2019 e posteriormente 2019 e 2020), para verificar a eficiência do sistema de compostagem, frente a quantidade de resíduos destinados ao CIGRES. Assim, os resultados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados referentes ao montante (em toneladas) destinado ao CIGRES, de forma comparativa anual.

Meses	2018 para 2019	2019 para 2020	Total
Janeiro	9,1	0,22	9,32
Fevereiro	- 33,74	27,17	- 6,57
Março	- 6,45	1,63	- 4,82
Abril	- 56,64	4,35	-52,29
Mai	59,77	- 29,55	30,22
Junho	4,48	- 28,81	- 24,33
Julho	- 20,96	4,33	- 16,63
Agosto	- 11,20	-	-
Setembro	-23,93	-	-
Outubro	- 24,90	-	-
Novembro	- 10,11	-	-
Dezembro	5,29	-	-
Total	- 187,94	- 58,36	- 246,30

Fonte: Construído a partir de informações disponibilizadas pelo CIGRES. Resultados positivos indicam incremento no período analisado e Resultados negativos indicam redução no período analisado.

Desta forma se realizarmos o comparativo mensal, dos resíduos destinados pelo município de Seberi ao CIGRES, do ano de 2018 para o ano de 2019, obteve-se uma oscilação negativa do total de 187,94 toneladas, nos meses de fevereiro, março, abril, julho, agosto, setembro, outubro e novembro do ano de 2019. Já se compararmos 2019 e os meses de 2020, obteve-se oscilação negativa nos meses de maio e junho, totalizando 58,36 toneladas no ano de 2020.

Verifica-se então que, a oscilação negativa na destinação dos resíduos ao CIGRES, a partir da implantação do projeto e até o mês de agosto de 2020 foi de 246,30 toneladas, indicando desta forma que os sistemas de compostagem e/ou as ações de educação ambiental estão trazendo benefícios ao Município.

Nesse sentido, a compostagem se torna uma ferramenta de extrema importância no gerenciamento dos RSU orgânicos. Da mesma forma, verifica-se no projeto da Composta São Paulo (2014), o qual tem como objetivo avaliar a viabilidade e os benefícios da compostagem

doméstica, que, depois de 6 meses, observou-se a compostagem de 250 toneladas de resíduos orgânicos, este projeto conta com mais de 2000 famílias, ou seja cerca de 10.000 residentes, os quais receberam kits de compostagem doméstica, treinamentos para a prática de compostagem e coleta seletiva, aulas de plantio, além de os participantes responderam questionários para avaliar a iniciativa como política municipal e encorajar a compostagem doméstica.

Conforme Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2015), conceitos inovadores são necessários para um sistema circular, como pode ser verificado em Florianópolis, onde as iniciativas de gestão de resíduos orgânicos, organizadas pela sociedade civil, vem crescendo e são responsáveis pela compostagem de quase 6.000 toneladas de resíduos orgânicos (alimentares e de podas de jardins) anualmente, representa cerca de 6 % do total de orgânicos gerados na cidade. Se comparado a média nacional, de 1,6 %, esse valor parece alto, mas países como Estados Unidos, Espanha e Itália os índices de reaproveitamento chegam entre 30 e 40 %.

Um destes conceitos citados é o projeto A Revolução dos Baldinhos, que consiste num projeto inserido na comunidade Chico Mendes na cidade de Florianópolis no ano de 2008, com o intuito de incentivar a segregação dos resíduos na fonte e a valorização dos resíduos, após um surto de leptospirose nesta comunidade e, atualmente, são processadas cerca de 8 toneladas por mês de resíduos alimentares, que são coletados duas vezes na semana em pontos de entrega voluntários (PEV'S) e 61 bombonas distribuídas na comunidade (ZAMBOM, 2017).

Verifica-se ainda, em um trabalho experimental de compostagem, realizado por Oliveira (2018) no Colégio Militar de Brasília (CMB-DF), durante os meses de outubro e novembro de 2018, foram deixados de ser destinados ao aterro sanitário, 1.955 kg de sobras de alimentos do restaurante localizado dentro do colégio, além de 11 toneladas de podas e folhas coletadas do serviço de jardinagem do colégio, totalizando em torno de 13 toneladas de resíduos sólidos orgânicos.

Assim sendo, estudos realizados por Marchettini, Ridolfi e Rustici (2007) que comparam as tecnologias utilizadas para o tratamento de resíduos, baseando-se apenas na quantidade de recursos utilizados para cada tecnologia, e na quantidade de recursos produzidos (ou evitados de se produzir), indicam que a compostagem foi o sistema mais eficiente na recuperação de recursos, ou seja, com esse sistema recupera-se entre três e quatro vezes mais recursos do que gastam, sendo, portanto, indicado para a gestão de resíduos.

Aliado a isso, o sistema de compostagem contribui, não somente com o processo de gestão, mas, também com o sistema de coleta seletiva, seja na quantidade de resíduo disposto nas coletoras, ou ainda na sua eficiência como um todo. No que se refere ao trabalho de

sensibilização com a população de Seberi - RS, referente a coleta seletiva, obteve-se resultados positivos o que se observa na Figura 5.

Figura 5 - Coleta seletiva antes (A) e após (B) o trabalho de conscientização junto a população de Seberi - RS.



Fonte: Comissão Municipal do projeto de compostagem.

Em um estudo realizado por Wojahn (2016), com o intuito de realizar a compostagem descentralizada em um condomínio, foi verificado que após a comunicação com os moradores do condomínio, onde explica-se como deve ser feito a separação dos resíduos (orgânicos, rejeitos e recicláveis), ainda houve dificuldade por parte dos moradores, de qual resíduo deveria ser destinado para cada categoria. Desta forma foram apresentados os resultados parciais do projeto no mural do condomínio, onde se obteve uma melhora na segregação, por parte dos moradores, indicando desta forma que a informação é a melhor arma para a melhora da segregação na fonte, melhorando consequentemente a coleta seletiva.

No município de Liberato Salzano, no Rio Grande do Sul, o qual também destina seus resíduos ao CIGRES, o projeto intitulado “Projeto de Implantação de Práticas para o Correto Destino de Resíduos Sólidos Domésticos, produzidos pelo Município de Liberato Salzano”, teve como intuito a redução da destinação de resíduos orgânicos ao aterro e iniciou as atividades

de educação ambiental em abril de 2018 e em junho instalaram as composteiras, da mesma forma como projeto de Seberi. Desta forma Maestri (et al.) (2019), realizaram um estudo da eficácia do projeto. Assim, verificou-se que em junho de 2017, antes da implantação do projeto, o município destinou ao aterro sanitário um total de 41,65 toneladas de resíduos sólidos, em junho de 2018 a quantidade destinada foi de 17,83 toneladas, redução de 57,19%, se comparado anualmente em 2017 foram destinados (370,81 toneladas) e 2018 (279,62 toneladas) redução de 24,6%.

O município de Anchieta no estado do Espírito Santo, instituiu o projeto Composta Anchieta com o objetivo de reduzir o montante de resíduos orgânicos destinados ao aterro sanitário. O projeto selecionou 20 famílias com 4 ou 5 membros, para receber as composteiras domésticas. De acordo com dados da empresa prestadora de serviços do município, foram gerados em 2017 uma média de 25 toneladas de resíduos sólidos domésticos por dia. Foram realizadas pesagens ao longo de 180 dias. As composteiras foram entregues no mês de junho de 2017. Foram realizadas pesagens dos resíduos, na primeira semana as 14 famílias geraram 287,67 toneladas de resíduos, na segunda pesagem um total de 224,77 toneladas/ semana, nesta 77,107 kg dos resíduos foram orgânicos compostáveis e que foram utilizados na composteira, reduzindo desta forma 63% de resíduos destinados ao aterro. Se considerada a população total do município e a produção 25t/dia, a redução de destinação para o aterro poderia chegar a aproximadamente a 5800 toneladas anuais, se levar em conta 63% de redução. (SEMAN, 2017).

Tabela 6: Comparativo anual de volume (toneladas) destinados a aterro sanitário antes e depois da compostagem doméstica, estudos de caso.

Município	Data implantação composteiras	2017	2018	2019
Seberi - RS	Novembro 2018		1695,33	1586,04
Liberato Salzano - RS	Junho 2018	370,81	279,62	
Anchieta - SP	Junho 2017	287,67 (antes) 224,77 (depois)		

Fonte: Dados apresentados referencias.

5.2 CUSTOS MENSAIS MUNICIPAIS PARA A DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PELO MUNICÍPIO DE SEBERI - RS

Os custos mensais repassados aos Municípios consorciados envolvem as despesas sociais e encargos sociais no mês e outras despesas correntes no mês anterior. Com isso, esses custos são variáveis a cada mês, sendo incluídas possíveis parcelas de investimento e melhorias (estruturais, equipamentos, etc..). Assim, na Tabela 7 mostra-se o custo mensal ao município da destinação e tratamento dos resíduos gerados mensalmente entre os anos de 2018 e 2020.

Tabela 7 - Custos de destinação (em reais) para a Prefeitura Municipal entre os anos de 2018 e 2020.

Meses	2018	2019	2020
Janeiro	25.571,06	26.070,57	40.217,54
Fevereiro	22.522,00	27.343,30	24.623,35
Março	15.135,25	21.154,78	26.803,57
Abril	24.993,34	22.109,52	34.340,38
Maiο	21.442,55	32.731,41	30.563,97
Junho	17.462,39	31.553,43	26.968,56
Julho	22.502,12	23.905,30	31.410,89
Agosto	23.054,30	41.289,71	-
Setembro	22.625,18	27.044,83	-
Outubro	22.378,99	35.401,37	-
Novembro	8.850,19	36.320,24	-
Dezembro	14.118,64	38.858,33	-
Total	240.656,01	363.782,79	214.928,26

Fonte: Construído a partir de informações disponibilizadas pelo CIGRES.

Na tabela 8 verifica-se uma síntese do total anual referente aos custos e montante de resíduos gerados, assim como custo médio mensal por tonelada. Como pode ser observado, os custos anuais da destinação dos resíduos de Seberi ao CIGRES, foram de R\$ 240.656,01 em 2018, R\$ 363.782,79 em 2019 e R\$ 214.928,26 até o mês de julho de 2020. A partir do mês de maio de 2019, foi aportado uma cota mensal fixa de R\$ 3.500,00 por Município consorciado para fins de investimento (infraestrutura, equipamentos...). Desta forma, se analisado os valores sem a cota mensal, o custo anual em 2019 foi de R\$335.782,79 o que resulta em custo médio por tonelada destinado de R\$211,71. Já até o mês de julho de 2020, o custo foi de R\$ 190.428,26 o que resulta em um custo médio por tonelada R\$210,88.

Como pode se observar, os custos se mantiveram altos, devido os custos rateados entre os consorciados do CIGRES, referentes a custos de energia, trabalhadores, e quantidade de material vendido após a segregação na área de triagem, os quais são valores oscilantes, e que podem elevar os custos ou reduzi-los, conforme demanda do aterro. Porém, com o investimento dos valores previstos em infraestrutura e equipamentos, principalmente, pretende-se reduzir os custos mensais.

Tabela 8 - Síntese de geração, custos e custo médio dos resíduos destinados por Seberi - RS.

Síntese	2018	2019	2020
Total de resíduos gerados (Toneladas)	1.695,33	1.586,04	903,02
Custo total (R\$)	240.656,01	363.782,79	214.928,26
Custo médio por tonelada (R\$)	141,95	229,36	238,01
Custo médio por tonelada (R\$) sem cota de investimento	141,95	211,71	210,88

Fonte: Construído a partir de informações disponibilizadas pelo CIGRES.

A partir dos dados de geração, custos e custo médio por tonelada, foi realizada cenários de redução de resíduos gerados, sendo 10, 20 e 30 %, a partir da implantação do projeto de compostagem, onde os resultados anuais podem ser verificados na Tabela 9. Constata-se que, se realizado um cenário com 10 % (Cenário 1) de redução mensal na destinação de resíduos orgânicos, baseados na geração atual, obter-se-ia uma redução no ano de 2018 de 28,7 toneladas e R\$ 4.073,97. No ano de 2019 a redução seria de 158,60 toneladas e R\$ 22.513,78 e de janeiro a julho de 2020, a redução seria de 90,30 toneladas e R\$ 12.818,37, perfazendo um total de 277,6 toneladas e R\$ 39.406,12 de economia para os cofres públicos, durante 21 meses analisados.

Já no cenário de 20 % (Cenário 2) de redução mensal, haveria 57,4 toneladas no ano de 2018 e R\$ 13.165,26; 317,21 toneladas no ano de 2019 e R\$ 72.754,64; e 180,60 toneladas no ano de 2020 e R\$ 41.423,33, perfazendo um total de 555,21 toneladas e R\$ 127.343,23 de economia aos cofres públicos, durante 21 meses.

No cenário de 30 % (Cenário 3) de redução mensal, obter-se-ia redução de 86,1 toneladas e R\$ 20.492,66 no ano de 2018; 475,81 toneladas e R\$ 113.247,70 no ano de 2019; e 270,91 toneladas e R\$ 64.478,34 no ano de 2020, totalizando 832,82 toneladas e R\$ 198.218,70 de economia aos cofres públicos, durante 21 meses.

Verifica-se então, que a redução gradual da geração e destinação de resíduos a central de triagem, é de suma importância ao município, devido a economia com transporte, destinação e disposição final ambientalmente adequada, bem como aos benefícios ambientais. Desta forma a compostagem vem como um aliado neste trabalho, podendo reduzir, de forma significativa, esses resíduos.

Tabela 9 - Cenários elaborados para prospecção de reduções dos resíduos destinados por Seberi - RS.

Período analisado	Cenário 1 (10 %)		Cenário 2 (20 %)		Cenário 3 (30 %)	
	Toneladas	R\$	Toneladas	R\$	Toneladas	R\$
2018	28,70	4.073,97	57,40	13.165,26	86,10	20.492,66
2019	158,60	22.513,78	317,21	72.754,64	475,81	113.247,7
2020	90,30	12.818,37	180,60	41.423,33	270,91	64.478,34
Total	277,6	39.406,12	555,21	127.343,23	832,82	198.218,70

Fonte: Construído a partir de informações disponibilizadas pelo CIGRES.

De acordo com Marchettini, Ridolfi e Rustici (2007), é possível verificar que, quando a compostagem é realizada de maneira descentralizada, sem a necessidade de transporte de resíduos, os benefícios podem ser até 47 % maiores, em termos de conservação de recursos. Ainda, Finnveden, Johansson e Lind (2005) enfatizam a alternativa da compostagem como vantajosa quando as distancias percorridas para o transporte dos resíduos até o local de compostagem sejam pequenas, tornando os sistemas descentralizados preferíveis.

Pois em estudos realizados sobre o custo da compostagem, vê-se de maneira geral que, a coleta dos resíduos é a atividade que mais compromete a compostagem em termos de desempenho ambiental, Marchettini, Ridolfi e Rustici (2007) indicam que 32 % de toda a energia utilizada com as atividades de compostagem é relacionada ao transporte.

No trabalho experimental de compostagem realizado por Oliveira (2018), citado anteriormente, onde 13 toneladas de resíduos deixaram de ser destinados ao aterro sanitário, durante os meses de outubro e novembro de 2018, o que resultou em uma economia com o pagamento de serviços de coleta e destinação para o colégio, de 46 %, ou seja R\$ 1.774,61.

5.3 QUESTIONÁRIO REALIZADO COM MUNICÍPES PARTICIPANTES DO PROJETO DE COMPOSTAGEM DE SEBERI - RS.

Conforme exposto, apenas 21 famílias foram visitadas, devido as medidas de distanciamento social relacionada ao COVID 19.

Destas 21 famílias que responderam os questionários, 19 continuam realizando o processo e duas não. Uma devido a construção na residência e conseqüentemente a retirada da composteira e a outra que ainda não recebeu a composteira (esta desconsiderada nas demais respostas). Das 21 famílias, 20 relatam que não tiveram dificuldades durante o processo pois ele foi bem explicado. Dezoito famílias indicaram que verificaram benefícios na utilização do composto, como hortaliças e temperos mais viçosos, confirmando assim que o composto caseiro é de ótima qualidade, duas famílias relataram que não verificaram benefícios pois ainda não utilizaram o composto devido à baixa produção de resíduos.

Quanto a importância deste processo ao meio ambiente e ao aterro, 20 famílias indicam ter conhecimento dele, indicando principalmente a redução dos resíduos destinados ao aterro, a redução da contaminação do ambiente, redução de vetores de doenças, adubação de hortas e jardins e melhora no trabalho de quem realiza a separação nas esteiras do aterro. Quanto a importância para o município, 20 famílias dizem que tem conhecimento desta, informando principalmente a redução de custos para a prefeitura na questão da coleta e transporte, melhora na educação ambiental dos munícipes no quesito segregação de resíduos e a importância de alcançar mais famílias no município com esse tipo de sistema.

6. CONCLUSÃO

Com base no exposto, percebe-se que as ações de educação ambiental, principalmente relacionado ao processo de gestão dos resíduos sólidos é de suma importância. Na área de estudo, os primeiros resultados se iniciaram com a boa adesão ao sistema de compostagem doméstica, que envolvem a adesão ao sistema de compostagem até a melhoria do sistema de coleta seletiva.

A partir da análise dos resultados de volume de resíduos destinados ao CIGRES do município de Seberi, obteve-se uma oscilação negativa de 187,94 toneladas, no ano de 2019, e nos meses de 2020, obteve-se oscilação negativa que totaliza 58,36 toneladas. Verifica-se então uma oscilação negativa total, a partir da implantação do projeto e até o mês de julho de 2020 de 246,30 toneladas, ou seja em torno de 8,8 % de redução em 21 meses, pode-se concluir que o projeto está apresentando resultados positivos no que se refere a compostagem da fração orgânica, e conseqüentemente, variações no seu volume, destinado a coleta e disposição final.

Em relação aos custos de disposição, a definição dos cenários indicou que, com um sistema de compostagem eficiente em toda a área urbana do município, os resultados são positivos, tanto no cenário ambiental quanto econômico. Os resultados indicaram que com uma redução de 30 % no montante gerado, ocorre um abatimento de valores superiores a R\$ 60.000,00 em um ano.

Através dos questionários foi possível verificar como as famílias que estão realizando a compostagem estão engajadas no processo, e verificaram melhoras no solo, e na redução de resíduos destinados, assim como percebem a importância disso para o meio ambiente, e que gostariam que mais famílias pudessem aderir. Desta forma, verifica-se a importância de realizar o acompanhamento periódico com as famílias envolvidas no projeto de compostagem, para verificar, principalmente, se estão realizando o processo, e se estão tendo alguma dificuldade.

Recomenda-se a sequência das ações relacionadas a educação ambiental e ao sistema de compostagem nas residências. Além disso, o acompanhamento da geração para o planejamento das ações futuras é de extrema importância, visando andamento nesse estudo.

REFERÊNCIAS

ALEMANHA. Ministério Federal do Meio Ambiente. *Ecologically sustainable recovery of bio-waste*. Alemanha: **Ministério Federal do Meio Ambiente**. 2013. Disponível em: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ecologically_sustainable_recovery_of_bio-waste_bf.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>> . Acesso em: 11 maio 2020.

ANGELIS NETO, Generoso De. **As deficiências nos instrumentos de gestão e os impactos ambientais causados por resíduos sólidos urbanos: o caso de Maringá/PR**. 1999. 258 f. Tese (doutorado em Infraestrutura Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

ARAÚJO, F. B., et al. Avaliação de adubos orgânicos elaborados a partir de resíduo de pescado, na cultura do feijão (*Phaseolus Vulgaris*). **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011. ISSN 2236-7934. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/11463>>. Acesso em: 27 jun. 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8849**. Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro. 1985. 9 p. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/Nbr-8.849-NB-844-Apresentac%C3%A3o-de-Projetos-de-Aterros-Controlados-RSU.pdf>> . Acesso em: 11 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro. 1992. 7 p. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/nice6/nbr-8419-nb-843-apresentacao-de-projetos-de-aterros-sanitarios-de-residuos-solidos-urbanos>> . Acesso em: 11 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**. Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro. 2004. 71 p. Disponível em: <<https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.980**: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro. 1993. 6 p. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-12.980-Coleta-varri%C3%A7%C3%A3o-e-acondicionamento-de-res%C3%ADuos-s%C3%B3lidos-urbanos.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.591**: Compostagem. Rio de Janeiro. 1996. 4p. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-13.591-Compostagem.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2020.

BRANDÃO, A. de O.; SILVA, G. N. da. Impactos econômicos da implantação de aterros sanitários individuais nos municípios brasileiros. **Revista Holos**, Natal, v. 3, 2011, p. 84 - 96.

Disponível em: < <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/586>>. Acesso em: 20 jun. 2020 DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2011.586>.

BARROS, I. C. **Riscos socioambientais e de saúde: representações sociais dos moradores do entorno do lixão em um município sul baiano**. 2015. 112 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Ilhéus, BA: UESC, 2015. Disponível em: < <http://www.biblioteca.uesc.br/biblioteca/bdtd/201360141D.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2020.

BARROS, Rosana G.; DIAS, Pâmela P.; ARAÚJO, Vanessa K. A. Investigação de passivo ambiental na área do aterro sanitário de Hidrolândia, GO. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, n. 3, 2015, p. 73-82. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/18948>>. Acesso em: 29 jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236117018948>

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988. Dispõe sobre são direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, e a assistência aos desamparados. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 12 Jul. 2020.

BRASIL. **Decreto Nº 7.404**, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 02 maio 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Edital no 12 de 2001**. Fomento a Projetos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília: FNMA, 2001. Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/informma/item/350-editais-2001>> Acesso em: 05 maio 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de Resíduos Orgânicos**. Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos.html>>. Acesso em: 20 maio 2020.

BRASIL. **Lei Federal Nº 11.107, de 6 de abril de 2005**. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. 2005. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11107.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.107%2C%20DE%206%20DE%20ABRIL%20DE%202005.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20normas%20gerais%20de%20Art>. Acesso em: 05 maio 2020.

BRASIL. **Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. 2007. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm> Acesso em 03 maio 2020.

BRASIL. **Lei Federal Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago. 2014. Disponível em: <

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 10 maio 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2005**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Brasília, DF: MCIDADES, 2007b

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação**. 2018. Disponível em: <https://mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem_Manual_2018_11_26_digital_figuras_c_titulo.pdf>. Acesso em: 26 maio 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos**. Brasília- DF, 2010. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/3_manual_implantao_compostagem_coleta_seletiva_cp_125.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

BRASIL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: 2012. Disponível em: <http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/plano_nacional_residuos_solidos.pdf> Acesso em: 05 de mai. de 2020.

BRINGHENTI, JR. **Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos: Aspectos Operacionais e da Participação da População**. São Paulo, 2004. 316 f. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública da USP. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-07122009-091508/publico/JacquelineBringhenti.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2020.

BRITO, M. J. C. **Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala e potencial de utilização do composto como substrato**. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado em engenharia de processos) Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp045847.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

BORBA, W. F. **Avaliação da contaminação ambiental em um aterro sanitário de pequeno porte, sem utilização de geomembrana, na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Disponível em: <<https://portal.ufsm.br/biblioteca/pesquisa/index.html>>. Acesso em: 12 maio 2020.

CASTILHOS JÚNIOR, A. B. de et al. **Resíduos sólidos urbanos: Aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: ABES, 2003. Disponível em: <<https://livroaberto.ibict.br/handle/1/492>>. Acesso em: 23 maio 2020.

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**. Disponível em: <<http://cigres.com.br/admin/uploads/files/Plano%20parte%201.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. (2015) **Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU**. Final Report. Bruxelas: Comissão Europeia. 161 p. Disponível em: <

http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Separate%20collection_Final%20Report.pdf>. Acesso em: 23 maio 2020.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB.

Inventário Estadual de resíduos sólidos domiciliares – relatório de 2005. São Paulo.

Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/residuos-urbanos-saude-construcao-civil/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 29 jun. 2020.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB.

Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares – relatório de 2005. São Paulo. Disponível

em: <<https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/materiais-de-apoio/publicacoes/inventarios-sao-paulo/>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

COMPOSTA SÃO PAULO. **Movimento Composta São Paulo.** 2014. Disponível em:

<https://www.compostasaopaulo.eco.br/resultados2014/#home/44>. Acesso em 23 set 2020.

EUROPEAN COMPOST NETWORK (ECN). (2015) **Re-Thinking the Circular Economy**

Package. Europa: ECN. Disponível em: < <https://www.unilever.com/sustainable-living/reducing-environmental-impact/waste-and-packaging/rethinking-waste-towards-a-circular-economy/>>. Acesso em: 17 mai. 2020.

FAGUNDES, D. C. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em Tarumã e Teodoro Sampaio – SP. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, p. 159-179, 2009. Disponível em: <

<///D:/Usuario/Downloads/9526-Texto%20do%20artigo-36290-1-10-20091124.pdf>. >. Acesso em: 29 maio 2020.

FINNVEDEN, G.; JOHANSSON, J.; LIND, P. **Life cycle assessment of energy from solid waste--part 1: general methodology and results.** Journal of Cleaner Production, v. 13, n. 3, p. 213–229, 2005.

GAJALAKSHMI, S.; ABBASI, S.A. Solid waste management by composting: state of the art. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 38, n. 5, p. 311-400, 2008.

Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/240520023_Solid_Waste_Management_by_Composting_State_of_the_Art>. Acesso em: 29 jul. 2020.

GALDINO, S. de J.; MARTINS, C. H. **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional de um município de pequeno porte.** Revista do depto. De Química e Física, do depto. De Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias e do Mestrado em Tecnologia Ambiental – TECNO-LÓGICA, volume 20, pagina 01-08. Disponível em: < <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/6060/4510>>. Acesso em: 29 mai. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.17058/tecnolog.v20i1.6060>.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. **A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems.** Journal of Cleaner Production, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2010) **Pesquisa nacional por amostra de domicílios (PNAD).** Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em: 29 jun. 2020.

JACOBI, P.R.; BESEN, G.R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**, v.25, n.71, jan.-abr. 2011. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142011000100010&script=sci_arttext>. Acesso em: 29 maio 2020.

JESUS, W. F. **Caracterização das formas de destinação final impostas pela política nacional de resíduos sólidos e identificação de seus principais aspectos e potenciais impactos**. Trabalho de conclusão de curso, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1417/1/LD_COEAM_2013_1_13.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

JUNIOR, A. P. **Sistemas de Resíduos Sólidos: coleta e transporte no meio urbano**. 1979. 195 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo. Disponível em: < https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-01032017-152524/publico/MTR_271_Philippi_Junior_1979.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

JUNKES, M. B. et al. **Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84247>>. Acesso em: 30 maio 2020.

LEAL, Caio P. de A. **Análise química de camadas superficiais do solo do lixão do município de Augustinópolis, Tocantins**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de Taubaté. Disponível em: < <http://repositorio.unitau.br/jspui/bitstream/20.500.11874/3460/1/Caio%20Cesar%20Parente%20de%20Alencar%20Leal.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

LIMA, J. D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: ABES, 2001. 267 p.

LIMA, L. M. Q. **Lixo: tratamento e biorremediação**. São Paulo: Editora Hemus, p. 265, 2004.

LIMA, J. D. **Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos**. João Pessoa – PB: ABES, 2001.

LIU, C.; WU, X. Factors influencing municipal solid waste generation in China: A multiple statistical analysis study. **Waste Management & Research**, v. 29., n. 4., p. 371 – 378.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. Malheiros. São Paulo: 2013. Disponível em: < <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2018/05/MACHADO-Paulo-Affonso-Leme.-DIREITO-AMBIENTAL-BRASILEIRO.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

MAESTRI, A. B.; GIORDANI, B. B.; WARTCHOW, D.; THOMÉ, É.; ROBALLO, G. S. **O impacto da compostagem na redução de resíduos dispostos em aterro sanitário: estudo de caso do município de Liberato Salzano**. Congresso Nacional de Saneamento da ASSEMAE. 2019. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/210561/001107331.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

MARCHETTINI, N.; RIDOLFI, R.; RUSTICI, M. **An environmental analysis for comparing waste management options and strategies.** Waste Management, v. 27, n. 4, p. 562–571, 2007.

MARQUES, M.; HOGLAND, W. Processo Descentralizado de Compostagem em Pequena Escala para Resíduos Sólidos Domiciliares em Áreas Urbanas. **In:** XXVIII Inter-American Congress of Sanitary and Environmental Engineering. Cancun, Mexico, 2002. Disponível em: <
https://pdfs.semanticscholar.org/ffb7/8c59566dd6cd5d8b40b6e9f711a8c3376d38.pdf?_ga=2.183356646.1520594171.1596305509-685274251.1596305509>. Acesso em: 27 jul. 2020.

MELO, Simara Lobo; ZANTA, Viviana Maria. Análise do uso de compostagem doméstica em conjuntos habitacionais de interesse social na cidade de são domingos – BAHIA. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, p. 169 - 180, dez. 2016. ISSN 2317-563X. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/14395>>. Acesso em: 03 Ago. 2020.

MINISTERIO DAS CIDADES – SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2007: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.** Brasília, DF: MCIDADES, 2007b. p. C.37. Disponível em: <
http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2007/DiagRS2007_A5.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.

MORAES, José L. de. **Consórcios intermunicipais: alternativa para o manejo integrado dos resíduos sólidos na região centro-sul do Ceará.** São Paulo. 2013. 127f. Dissertação (Mestrado em Área de Concentração em Organização do Espaço, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Disponível em: <
https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/95543/moraes_jl_me_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 jul. 2020.

MUÑOZ, Susana I. S. **Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto, SP: Avaliação dos níveis de metais pesados.** Tese (Doutorado em Enfermagem em Saúde Pública) -Universidade de São Paulo (USP). Ribeirão Preto, 2002. Disponível em: < <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-25072003-084308/publico/tese.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2020.

MURGO, Alessandro R.; RIBEIRO, Luiz A. A.; RAFAEL, Maria F. A. **A importância de um aterro sanitário na cidade de Jaú.** 2010. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: < <http://www.institutoproterra.org.br/attach/upload/tccaterrosanitariojau-sp.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

OLIVEIRA, Yasmine S. de. **Redução de gastos com a implantação de projeto de compostagem no gerenciamento dos resíduos sólidos no colégio militar de Brasília.** Trabalho de conclusão de graduação Agronomia. 2018. 59 p. Disponível em: <
https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24167/1/2018_YasmineSaraSouzaDeOliveira.pdf>. Acesso em: 22 set. 2020.

PARÁ. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Programa Paraense de Tecnologias Apropriadas. **Compostagem: produção de adubo a partir de resíduos orgânicos**. Belém: SECTAM, 2003. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/download/Cartilha%20Compostagem.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2020.

PASSARINI, F.; VASSURA, I.; MONTI, F.; MORSELLI, L.; VILLANI, B. Indicators of waste management efficiency related to different territorial conditions. **Waste Management**, v. 31., p. 785 - 792, 2011.

PEREIRA NETO, João T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996.

PINTO, Eduardo M.; NASCIMENTO, Raphael M. Sustentabilidade e precaução: uma avaliação do plano municipal de gerenciamento de resíduos de Macaé referenciados na política nacional de resíduos sólidos. **Revista de Direito da Cidade** v. 10, n1. p. 78-94. 2018. Disponível em: < <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/29600>>. Acesso em: 20 maio 2020.

POLPRASERT, C. Organic Waste Recycling - Technology and Management, 2007.

QU, X.; LI, Z. XIE, X.; SUI, Y.; YANG, L.; CHEN, Y. Survey of composition and generation rate of household wastes in Beijing, China. **Waste Management**, v. 29, p. 2618 - 2624, 2009.

REZENDE, Jozrael Henriques et al. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Eng. Sanit. Ambient.** [online], v 18, n. 1, p. 1-8, 2013. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522013000100001&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 29 maio de 2020.

RIKILS, Vanuscleia S. S. **Estudo de viabilidade de um consórcio público intermunicipal de resíduos sólidos urbanos na região do sul do estado de Roraima, RR, Brasil**. 2015. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento)- Universidade do Vale do Taquari - Disponível em: < <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1134/1/2015VanuscleiaSilvaSantosRikils.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. **Plano estadual de resíduos sólidos – PERS – RS**. Rio Grande do Sul. 2014. Disponível em: < <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201905/03155041-pers-final.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2020.

RODRIGUES, Daniela C. **Proposição de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para o centro integrado de operação e manutenção da CASAN (CIOM)**. Disponível em: < <https://residuos.paginas.ufsc.br/files/2016/04/TCC-2015-2-Daniela-Carolina-Rodrigues.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2020.

RODRIGUES, Waldecy; FILHO, Luiz N. L. M.; PEREIRA, Regiane dos S.. Análise dos Determinantes dos custos de resíduos sólidos urbanos nas capitais estaduais brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/urbe/2015nahead/2175-3369-urbe-2175-3369008001AO02.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2020. DOI: 10.1590/2175-3369.008.001.AO02.

SANTOS, Amanda T. L.; HENRIQUE, Nirvani S.; SHHLINDWEIN, Elvino F.; STACHIW, Rosalvo. **Aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos para produção de composto orgânico**. Disponível em:

<<https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/06/Aproveitamento-da-fra%C3%A7%C3%A3o-org%C3%A2nica-dos-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-urbanos-para-produ%C3%A7%C3%A3o-de-composto-org%C3%A2nico.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2020.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE – SEMAN. Prefeitura Municipal de Anchieta. **Composta Anchieta, projeto de compostagem doméstica**. Disponível em: <<https://seama.es.gov.br/Media/seama/Documentos/Pr%C3%AAmio%20Ecologia/vencedores%202017/Munic%C3%ADpios%202%C2%BA%20Lugar.pdf>>. Acesso em 08 nov 2020.

SIMONETTO, Eugênio de Oliveira; BORENSTEIN, Denis. Gestão operacional da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos- abordagem utilizando um sistema de apoio à decisão. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 449-461, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v13n3/07.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2020.

SNIS 2019. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018**. Brasília: FNMA, 2001. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2018>> Acesso em: 05 de maio de 2020.

SMITH, Stephen R. A critical review of the bioavailability and impacts of heavy metals in municipal solid waste composts compared to sewage sludge. **EnvironmentInternational**, v. 35, n. 1, p. 142-156, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/222219291_A_Critical_Review_of_the_Bioavailability_and_Impacts_of_Heavy_Metals_in_Municipal_Solid_Waste_Composts_Compared_to_Sewage_Sludge>. Acesso em: 24 jun. 2020.

SPITZCOVSKY, D. **Produção de lixo cresce seis vezes mais do que população**. Planeta Sustentável, 27 abr. 2011. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/producao-destinacao-residuos-solidosbrasil-panorama-2010-abrelpe-625938.shtml>>. Acesso em: 29 maio 2020.

SUZUKI, Juliana A. N.; GOMES, João. Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná. Eng. **Sanit. Ambient.**, v. 14, n. 2, p. 155-158, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/esa/v14n2/a02v14n2.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2020.

TESKE, Filipe F.; TEJADAS, Bruno E.; MAESTRI, Alice B.; WARTCHOW, Dieter. **Avaliação dos custos dos serviços do manejo de resíduos sólidos domiciliares de 21 municípios do estado do Rio Grande do Sul**. Congresso Nacional de Saneamento da ASSEMAE. 2018. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/188120/001084902.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria. Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. **Manual de dissertações e teses da UFSM: Estrutura e apresentação.** Disponível em: <<https://www.ufsm.br/orgaos-suplementares/biblioteca/mdt/>>. Acesso em: 05 jun. 2020.

WOJAHN, Germano T. **Proposta de um modelo de compostagem coletiva para um condomínio residencial em Lajeado – RS.** Trabalho de Conclusão de Curso Engenharia Ambiental. 2016. 99 p. Disponível em: <<https://univates.br/bdu/bitstream/10737/1401/1/2016GermanoTiagoWojahn.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2020.

VAN DER WURFF, A.; FUCHS, J.G.; RAVIV, M.; TERMORSHUIZEN, A. (2016) Handbook for Composting and Compost Use in Organic Horticulture. **BioGreenhouse Cost Action.** 108 p. Disponível em: <<http://www.biogreenhouse.org>>. Acesso em: 10 maio 2020.

ZAMBON, Matheus Moraes. **Alternativas para a gestão dos resíduos orgânicos urbanos: um estudo de caso na cidade de Florianópolis.** Dissertação Pós-Graduação Engenharia de Produção, UFSC. 2017. 150p. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181243/348713.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 set. 2020.

ZAGO, Valéria Cristina Palmeira; BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. **Eng. Sanit. Ambient**, v. 24, n. 2, p. 219-228. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1413-41522019000200219&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 24 maio 2020.

ANEXOS

ANEXO A



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

PROJETO DE APERFEIÇOAMENTO DAS PRÁTICAS PARA O CORRETO DESTINO DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, PRODUZIDOS PELOS MUNICÍPIOS CONSORCIADOS AO
CIGRES - ESTUDO DE CASO SEBERI RS

QUESTIONÁRIO

1. Você está realizando o processo de compostagem? Caso não esteja, porque?

SIM NÃO

Observações:

2. Houve alguma dificuldade durante o processo? Descreva.

SIM NÃO

Observações:

3. Verificou algum benefício no uso do composto? Onde o utilizou?

SIM NÃO

Observações:

4. Você entende a importância desse processo para o meio ambiente e para o aterro
sanitário? Explique

SIM NÃO

Observações:

5. Você acha importante esse projeto para o município? Porque?

SIM NÃO

Observações: