



Sabrina Servat

**SISTEMA DE VERMICOMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA DE DESTINAÇÃO
DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PARA REDUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NOS
ATERROS SANITÁRIOS**

Horizontina - RS

2023

Sabrina Servat

**SISTEMA DE VERMICOMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA DE DESTINAÇÃO
DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PARA REDUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NOS
ATERROS SANITÁRIOS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia ambiental e sanitária na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof.^a Dra. Laís Coelho Teixeira Bins.

Horizontina - RS

2023

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**SISTEMA DE VERMICOMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA DE DESTINAÇÃO
DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PARA REDUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NOS
ATERROS SANITÁRIOS**

Elaborada por:

Sabrina Servat

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Ambiental e Sanitária

Aprovado em: 30/11/2023
Pela Comissão Examinadora

Dra. Laís Coelho Teixeira Bins
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Dra. Marliza Beatris Reichert
FAHOR – Faculdade Horizontina

Ms. Darciane Eliete Kerkhoff
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS
2023**

Dedico aos meus pais por sempre me apoiarem. A dedicação e compreensão de vocês foram fundamentais para eu chegar até aqui. A vocês, o meu muito obrigada.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por me abençoar em toda trajetória acadêmica. A Nossa Senhora Aparecida por iluminar o meu caminho e a minha vida.

Aos meus pais pelo incentivo e esforço dedicados a mim. O apoio de vocês foi fundamental.

Ao meu namorado por sempre me apoiar e acreditar em mim. O seu suporte foi essencial nessa caminhada.

À minha orientadora, Dra. Laís Coelho Teixeira Bins, expresso minha gratidão por toda ajuda e conhecimento compartilhado.

O meu muito obrigada a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram com a minha formação.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original”.

(Albert Einstein)

RESUMO

Frente aos desafios em encontrar locais ambientalmente adequados e economicamente viáveis para acomodar os resíduos sólidos urbanos, é importante que os municípios adotem estratégias visando estender a vida útil dos aterros sanitários. Diante disso, a compostagem é uma alternativa de destinação ambientalmente correta por transformar os resíduos orgânicos compostáveis em adubo e biofertilizante por meio do processo biológico. O presente trabalho teve como objetivo demonstrar como a construção de uma composteira em uma Instituição de Ensino Superior situada na região noroeste do Rio Grande do Sul pode contribuir na redução do envio de resíduos orgânicos compostáveis para o aterro sanitário. O método adotado para a realização dessa pesquisa, tem como abordagem hipotético-dedutivo, a forma de abordagem do problema é quali-quantitativa. Quanto aos procedimentos adotados, pode-se citar a pesquisa bibliográfica através do embasamento de livros, sites da internet e biblioteca digital; pesquisa experimental por meio da construção de um sistema de compostagem doméstica; coleta e análise de dados com auxílio de formulários e planilhas do software excel. Como resultado, obteve-se cinco voluntários que geraram no total 24,86 kg de resíduos compostáveis, sendo que cada um deles gera em média um valor de 0,10 kg/dia/hab. Se toda a população urbana de Horizontina adotasse a compostagem ou o poder público do município implementasse junto ao sistema de coleta seletiva, poderia reduzir em 14,55% os resíduos enviados ao aterro sanitário. Isso resultaria em uma economia mensal de aproximadamente R\$ 6.478,02, trazendo benefícios para a economia pública, a população e o meio ambiente.

Palavras-chave: Composteira. Resíduo orgânico compostável. Alternativa sustentável.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas do processo	32
Figura 2 – Arte dos adesivos (a) e cronograma de recebimento (b)	34
Figura 3 – Caixa 1 com os furos laterais (a) e no interior da caixa (b)	36
Figura 4 – Base da composteira.....	36
Figura 5 – Composteira sobre a base	37
Figura 6– Nível educacional dos participantes	39
Figura 7 – Lugares em que os entrevistados almoçam	40
Figura 8 – Local onde realizam suas jantas	40
Figura 9 – Pessoas que moram com os voluntários.....	41
Figura 10 – Distribuição dos cargos ocupados.....	41
Figura 11 – Informações sobre a renda mensal dos participantes	42
Figura 12 – Local onde as pessoas que moram junto com o voluntário almoça	42
Figura 13 – Representação do local onde as pessoas que moram com os voluntários realizam o jantar	43
Figura 14 – Troca de posição entre a caixa 1 e caixa 2	47
Figura 15 – Minhocas se deslocando na parede da caixa 1 (a) e (b).....	48
Figura 16 – Presença de casca de ovo e cebola no húmus.....	49
Figura 17 – Húmus com presença de casca de ovo	49
Figura 18 – Geração do biofertilizante	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados das análises quantitativa e qualitativa do sistema de compostagem doméstica.....	44
Tabela 2 - Comparação da taxa de resíduos sólidos gerado pela pesquisa com a taxa de geração de resíduos sólidos no município de Horizontina, no estado do RS e no Brasil	51
Tabela 3 - Projeção estimada de resíduos orgânicos compostáveis para a população de Horizontina 2023.	52
Tabela 4 – Informações de projeção	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	TEMA	12
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA	12
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.4	JUSTIFICATIVA	12
1.5	OBJETIVOS	13
1.5.1	Objetivo Geral	13
1.5.2	Objetivos Específicos	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	PANORAMA BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	15
2.2	RESÍDUOS SÓLIDOS	16
2.2.1	Resíduos orgânicos	17
2.2.2	Problemas ambientais gerados pelos resíduos orgânicos	17
2.3	DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	18
2.3.1	Lixões	19
2.3.2	Aterro controlado	20
2.3.3	Aterro sanitário	20
2.4	COMPOSTAGEM	21
2.4.1	Fatores que influenciam no processo de compostagem	22
2.4.2	Fases da compostagem	26
2.4.3	Resíduos que podem ser compostados	26
2.4.4	Produto final da compostagem	27
2.4.1	Vermicompostagem	28
2.4.2	Aplicação da compostagem em comunidade, escolas e residência	29
2.5	ECONOMIA CIRCULAR	30
3	METODOLOGIA	32
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	33
3.2	CADASTRO DOS VOLUNTÁRIOS	33
3.2.1	Criação dos formulários	33
3.2.2	Preparo dos recipientes	34
3.2.3	Perfil dos voluntários	34
3.2.4	Contato e a comunicação	34

3.3 DIMENSIONAMENTO DA COMPOSTEIRA	35
3.3.1 Técnica da compostagem.....	35
3.3.2 Montagem da composteira	35
3.4 OPERAÇÃO DA COMPOSTEIRA.....	38
3.4.1 Recebimento dos recipientes.....	38
3.4.2 Análise gravimétrica	38
3.4.3 Disposição final dos resíduos.....	38
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	39
4.1 ANÁLISE DO PERFIL DOS VOLUNTÁRIOS	39
4.2 ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS COMPOSTÁVEIS.....	43
4.3 COMPOSTAGEM COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional, o desenvolvimento econômico, o crescimento da atividade industrial e também urbana, são indicadores da crescente produção de resíduos gerados. À vista disso, sérios problemas ambientais e sanitários vêm ocorrendo com a irregularidade do descarte dos resíduos, em especial da classe dos orgânicos (HECK et al., 2013).

O volume de resíduos gerados e recolhidos é cada vez maior, exigindo ainda mais espaço para a destinação final. O alto custo para recuperar as áreas que são usadas como armazenamento e os riscos de contaminação do solo, do ar e dos lençóis freáticos, tornaram-se um enorme problema na política mundial (SOUZA, 2020).

Com o intuito de diminuir a quantidade de resíduos que são enviados aos aterros sanitários, é de fundamental importância que haja no mercado alternativas de tratamento que sejam economicamente viáveis e com menores alterações ao meio ambiente. Diante disso, a compostagem pode vir a ser um desses métodos para tratar os resíduos de origem orgânica (SILVA, 2013).

Muitas pessoas ainda desconhecem as técnicas existentes de compostagem e acabam encaminhando seus resíduos orgânicos para a coleta pública. Porém, ao destiná-los para uma composteira, é possível gerar um composto rico em nutrientes que pode ser utilizado para o solo (VARENHOLT, 2015).

Sucintamente, no método de compostagem ocorre a transformação do resíduo orgânico em adubo natural, no qual esse poderá ser utilizado no solo, melhorando assim as propriedades biológicas, físico-químicas e físicas (OLIVEIRA, AQUINO e NETO, 2005).

Dessa forma, o método de compostagem é uma solução sustentável que visa aproveitar as matérias orgânicas que seriam descartadas no aterro sanitário e transformá-la em adubo orgânico. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar a geração de resíduos orgânicos compostáveis por meio da construção de um sistema de compostagem doméstica em uma Instituição de Ensino Superior - IES que pode vir a contribuir na diminuição do envio de resíduos orgânicos até o aterro sanitário.

1.1 TEMA

Este projeto de pesquisa tem como tema a análise de geração de resíduos orgânicos compostáveis e a construção de um sistema de compostagem doméstica em uma Instituição de Ensino Superior - IES.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Analisar os tipos de resíduos orgânicos compostáveis gerados e construir uma composteira doméstica em uma IES, verificando a fração de resíduos compostáveis que podem auxiliar na redução do total de resíduos que chegam até os aterros sanitários.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Com a compostagem, é possível adotar um estilo de vida que permite nos conectar diretamente com os ciclos da terra. Além disso, é um método de reciclagem dos resíduos orgânicos que pode ser realizado do começo ao fim por qualquer indivíduo em sua residência (SABATINI e WANDERLEY, 2021).

Diante dos desafios em encontrar locais ambientalmente adequados e economicamente viáveis para acomodar os resíduos sólidos urbanos, é importante que os municípios adotem estratégias visando estender a vida útil dos aterros sanitários.

De que forma a instalação de uma composteira pode vir a auxiliar na reciclagem de resíduos orgânicos compostáveis produzidos por um grupo de voluntários selecionado, para que tais resíduos não cheguem ao aterro sanitário, mas sejam utilizados como adubo orgânico e biofertilizantes na própria instituição?

1.4 JUSTIFICATIVA

Os problemas ambientais causados principalmente pela ação humana vêm gerando a indignação de uma sociedade que busca por uma melhor qualidade de vida e um equilíbrio com a natureza (MOTA, 2022).

A numerosa quantia de resíduos sólidos que são lançados ao meio ambiente ocasiona sérios impactos, atingindo diretamente todas as formas de vida presentes no planeta terra (SANTOS, 2014).

Diante da dificuldade em localizar espaços de disposição ambientalmente apropriados e de modo econômico para armazenar os resíduos sólidos urbanos, necessita-se que os municípios adotem medidas que tem como objetivo prolongar a vida útil dos aterros sanitários. Isto é, implementar programas destinados a desviar a maior quantidade possível de resíduos compostáveis e também recicláveis (MASSUKADO, 2008).

A compostagem é uma excelente alternativa a ser implantada, visto que nesse processo os resíduos orgânicos têm uma destinação ambientalmente correta. Além disso, o composto gerado por meio da compostagem pode ser utilizado em jardins e também como um substrato para o cultivo de hortaliças, ervas, entre outros, trazendo assim, muitas vantagens para a saúde humana e para a natureza (KUJASKI e IMIG, 2016).

Assim sendo, o método de compostagem é um caminho a ser seguido, que visa o máximo aproveitamento da matéria orgânica e proporciona uma economia circular, além de estar contribuindo fortemente com o meio ambiente.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

Demonstrar como uma composteira construída em uma IES localizada na região noroeste do Rio Grande do Sul pode colaborar na redução do encaminhamento de resíduos orgânicos compostáveis para o aterro sanitário.

1.5.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar uma pesquisa bibliográfica sobre a produção de resíduos orgânicos e a importância da compostagem;
- b) Selecionar um grupo de voluntários que fazem parte da instituição para trazerem seus resíduos orgânicos;

- c) Identificar os tipos de resíduos orgânicos produzidos por um grupo de voluntário do município de Horizontina/RS;
- d) Levar as informações para os voluntários compreender quais são os materiais que podem ser utilizados em um sistema de compostagem doméstica;
- e) Montar uma composteira doméstica com finalidade educacional;
- f) Verificar a fração de resíduos orgânicos que são compostáveis e o quanto pode ser reaproveitado como forma de economia circular.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PANORAMA BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Conforme os dados do Banco Mundial, o Brasil ocupa o quarto lugar na produção de resíduos plásticos no mundo, com 11,3 milhões de toneladas, estando somente atrás dos Estados Unidos, China e Índia. Mesmo que 10,3 toneladas tenham sido coletadas (91%), apenas 145 mil toneladas (1,28%) foram efetivamente recicladas e reprocessadas como produto secundário na cadeia de produção. Essa é uma das menores taxas de pesquisa, estando abaixo da média global de reciclagem de plásticos, que é de 9% (WWF, 2019).

Em relação aos resíduos sólidos urbanos, no ano de 2022, o Brasil produziu 81,8 milhões de toneladas de resíduos, o que equivale a 224 toneladas/dias. Sendo assim, cada pessoa gerou, em média, um total de 1,043 kg de resíduos por dia (ABRELPE, 2022).

Em um ano, é estimado que cada brasileiro gera aproximadamente 343 kg de resíduos. De acordo com uma pesquisa realizada pelo Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana, o resíduo produzido por pessoas acaba sendo menor em cidades que cobram pelos serviços prestados de coleta, tratamento e descarte (GONÇALVES, PIZA e ARCOVERDE, 2021).

Segundo dados da ABRELPE (2020), a fração orgânica é o principal componente dos Resíduos Sólidos Urbanos, representando 45,3% do total. Os resíduos recicláveis secos totalizaram 35%, no qual constituem-se os plásticos (16,8%), os vidros (2,7%), o papel e o papelão representando (10,4%), os metais (2,3%) e as embalagens multicamadas (1,4%). Já os rejeitos, compostos especialmente por materiais sanitários, somam 14,1%. As outras frações, representam 5,6%, sendo constituídos pelos resíduos têxteis, borrachas e couros. Por fim, os outros resíduos correspondem a 1,4 %, os quais incluem diversos materiais que teoricamente são objetos da logística reversa.

No Brasil, em 2022, grande parte dos Resíduos Sólidos Urbanos coletados (61%), seguem sendo enviados para os aterros sanitários, sendo que 46,4 milhões tiveram uma destinação ambientalmente adequada. No entanto, é alarmante, que os lixões e aterros controlados, que são áreas de disposição inadequada, ainda estejam operando em várias regiões do país, recebendo 39% do total de resíduos coletados,

ou seja, 29,7 milhões de toneladas ainda possuem uma destinação inapropriada (ABRELPE, 2022).

De acordo com os dados da SNIR (2019), a média de geração de resíduos sólidos urbanos por habitante no estado do Rio Grande do Sul foi de 0,93 kg por dia no ano de 2019.

2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduos sólidos, popularmente conhecido como lixo, são quaisquer materiais resultantes da atividade humana que são descartados por não serem mais úteis ou estarem em condições inadequadas de uso (CIISCMR, 2008).

A Lei 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu art. 3º inc. XVI conceitua o termo resíduos sólidos 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).

À vista disso, os resíduos sólidos podem ser classificados de diferentes formas. Uma delas é pela sua natureza física, que pode ser seco ou molhado. Outra forma é pela sua composição química, sendo dividido em matéria orgânica e inorgânica. Além disso, outra maneira de classificar é de acordo com os riscos que podem representar ao meio ambiente, sendo categorizados como perigosos, não inertes e inertes (CEMPRE, 2018).

Nas áreas urbanas, os resíduos gerados são denominados como resíduos sólidos urbanos, sendo compostos pela soma dos resíduos domiciliares e os de limpeza pública. Sendo assim, os resíduos domiciliares, são aqueles provenientes das residências, podendo ser classificados em três grupos (orgânico, reciclável e rejeito), conforme a sua composição. Os orgânicos são compostos por restos alimentares e jardins. Nos recicláveis enquadram-se o papel, vidro, plástico e metais. Já os rejeitos, consiste em todo aquele material que não pode ser reciclado e nem aproveitado, que é o caso das fraldas descartáveis, pontas de cigarro, entre outros (LANA e PROENÇA, 2021).

2.2.1 Resíduos orgânicos

Na categoria dos resíduos orgânicos, estão presentes grande parte dos resíduos domésticos, podendo ser de origem vegetal ou animal, sendo estes compostos por restos de alimento, cascas, folhas e sementes e outros. É importante que a matéria orgânica não seja misturada com outros tipos de resíduos, podendo assim ser utilizada em um processo de compostagem (TELLES, 2022).

De acordo com a Resolução CONAMA N° 481, de 3 de outubro de 2017, em seu art. 2º inc. XI, “resíduos orgânicos são aqueles representados pela fração orgânica dos resíduos sólidos, passível de compostagem, sem eles de origem urbana, industrial, agrossilvipastoril ou outra” (BRASIL, 2017).

Na Política Nacional de Resíduos Sólidos, a compostagem é apresentada como um processo de reciclagem para os resíduos orgânicos. No entanto, em grande parte do país, esses resíduos ainda são misturados com os rejeitos. Além disso, menos de 2% do total coletado são enviados a unidades de compostagem. O restante ainda é descartado em lixões, aterros controlados e aterros sanitários na forma de rejeitos (SABATINI e WANDERLEY, 2021).

Em geral, os resíduos orgânicos são recicláveis e possuem um enorme potencial econômico e ambiental. Por esse motivo, é importante evitar sua disposição em aterros sanitários ou até mesmo em locais inadequados (BRASIL, 2017).

2.2.2 Problemas ambientais gerados pelos resíduos orgânicos

Os resíduos orgânicos são constituídos por materiais que se decompõem facilmente na natureza. No entanto, quando esses materiais são removidos do seu ciclo natural, não conseguem mais ser reintegrados e podem vir a se tornar uma ameaça para a saúde e para o meio ambiente (VIZU et al., 2012).

Assim sendo, a matéria orgânica tem a capacidade de oferecer riscos significativos para a sociedade e para a natureza, devido ao alto volume, concentração e manuseio de resíduos depositados em lixões e aterros próximos das cidades (CARDOSO e CARDOSO, 2016).

Quando o resíduo orgânico acaba sendo acumulado ou disposto de forma inadequada, sérios problemas no solo, no ar e na água podem vir a ocorrer. Também,

com o descarte inadequado desses resíduos, forma-se um espaço favorável para o desenvolvimento de organismos patogênicos em seu entorno (TELLES, 2022).

Os resíduos orgânicos, em especial, aqueles gerados em domicílios, se misturados com outros tipos de resíduos ou descartados em locais inadequados, contaminam os materiais recicláveis, tornando o processo de reciclagem mais complicado (ISMAEL et al., 2013).

À medida que são dispostos nos aterros ou em lixões, os resíduos orgânicos acabam gerando o chorume. Esse chorume, constitui-se de um líquido escuro, poluente e que possui um elevado teor de matéria orgânica, podendo contaminar as águas subterrâneas e o solo. Além do mais, essa prática produz odores desagradáveis, provoca a disseminação de insetos e roedores transmissores de doenças, e resulta na emissão de metano, um dos gases mais potentes do efeito estufa, no qual contribui de forma significativa para o aquecimento global (LANA e PROENÇA, 2021).

2.3 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

As questões voltadas para os resíduos sólidos têm se tornado um dos maiores desafios urbanos a serem enfrentados na atualidade em todo o mundo, especialmente quando se trata do seu destino final (DIAS, MARQUES e DIAS, 2013).

A tempos atrás, os lixões eram a única alternativa para se descartar os resíduos. Com o passar dos anos, surgiu a implantação de aterros controlados e também de aterros sanitários (ANDRADE, 2022).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos apresenta a diferença entre destinação ambientalmente adequada e disposição final ambientalmente adequada. Assim sendo, compreende-se como destinação a reciclagem, a compostagem, a reutilização, o aproveitamento energético, dentre outras soluções assim permitidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, Sisnama e do Suasa. A disposição final também é uma alternativa viável, desde que as normas operacionais sejam obedecidas, evitando os riscos à segurança pública, à saúde e a minimização dos impactos negativos. A disposição final corresponde à disposição ordenada dos rejeitos nos aterros sanitários. Essa alternativa deve ser usada apenas após esgotar todas as possibilidades de tratamento (TELLES, 2022).

Muitas pessoas ainda acreditam que os resíduos gerados por elas saem de suas casas e vão para o aterro sanitário para serem enterrados. No entanto, se faz necessário entender que existe uma diferença entre tratamento de resíduos e destino final. O processo de tratamento antes do destino final e cada tipo de resíduo necessita de um tratamento e destino específico. Para os resíduos comuns, normalmente não há tratamento até o destino final, sendo estes enviados ao aterro sanitário. Os resíduos tóxicos são enviados aos aterros especiais ou em centro de triagem específico, a fim de serem reutilizados ou reciclados. Já os de origem orgânica podem ser tratados em usinas de compostagem, enquanto os de origem hospitalares precisam ser incinerados, ou tratados por autoclavagem antes de serem enviados ao aterro sanitário (SOUZA e TEIXEIRA, 2012).

2.3.1 Lixões

Essa prática é conhecida como uma forma inapropriada de disposição final dos resíduos sólidos urbanos, onde estes são despejados no solo, sem nenhuma medida de proteção à saúde pública e ao meio ambiente (CEMPRE, 2018).

Nesse procedimento, não há nenhum tipo de cuidado técnico, ecológico e científico. De acordo com o ponto de vista sanitário, é um método em que a matéria orgânica fica lançada a céu aberto, no qual irá ocorrer um processo de decomposição, e conseqüentemente, a atração de vetores desagradáveis, além de odores (TELLES, 2022).

Além disso, nesses locais ocorre um descontrole total dos tipos de resíduos que ali são lançados, contendo inclusive dejetos advindos da área da saúde e das indústrias (CEMPRE, 2018).

De maneira sucinta, os lixões são locais onde os resíduos ficam expostos a céu aberto, o que gera a propagação de determinados animais, como baratas, urubus, ratos, entre outros. Além disso, não existe qualquer tipo de manta para proteger o solo, nem há lagoas para a coleta do chorume, podendo assim, ocasionar a contaminação do solo. Se tiver lençol freático perto, o mesmo estará contaminado. Mesmo existindo lei determinando a extinção dos lixões, ainda há diversos lugares que usam esse tipo de prática para descartar seus resíduos (ANDRADE, 2022).

A Lei 12.305/2010, em seu art. 15º inc. V traz as metas para eliminação e recuperação de lixões, estando associadas à inclusão social e também à emancipação econômica de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis.

2.3.2 Aterro controlado

Neste método, a disposição dos resíduos urbanos não gera prejuízos ou riscos para a saúde pública, reduzindo os impactos ao meio ambiente. Essa técnica usa alguns princípios da engenharia para poder confinar os resíduos, cobrindo-os com uma quantia de material inerte ao final de cada dia de trabalho (CEMPRE, 2018).

Basicamente, é um intermediário de destinação entre os lixões e os aterros sanitários. No entanto, os impactos negativos gerados nesse método são mais similares aos lixões do que aos aterros sanitários, em razão de não haver um controle dos corpos hídricos e nem do solo (SOUZA e TEIXEIRA, 2012).

Apesar dos aterros controlados serem criados para armazenar os resíduos sólidos como alternativa de remediação dos lixões, essa não é a melhor opção para dispor os resíduos gerados pela sociedade (ANDRADE, 2022).

2.3.3 Aterro sanitário

É uma técnica usada para a disposição dos resíduos sólidos no solo, especialmente no que se refere aos resíduos de origem domiciliar. Esse processo é baseado em parâmetros de engenharia e em padrões operacionais específicos, gerando um confinamento seguro (CEMPRE, 2018).

Os aterros sanitários vem sendo alvo de severas críticas por não possuírem como finalidade a reciclagem dos materiais ou um tratamento. No entanto, representam uma alternativa para armazenar os resíduos no solo, não sendo a melhor opção, visto que os espaços disponíveis para esse processo estão se tornando cada vez mais limitados (BARBOSA e IBRAHIN, 2014).

Sua vida útil é de aproximadamente 30 anos, sendo assim necessário que haja conscientização por parte das pessoas em relação ao descarte correto. Com pequenas atitudes, é possível aumentar o seu tempo de duração, colaborando ainda mais com o meio ambiente (ANDRADE, 2022).

É necessário que haja nos aterros sanitários medidas de proteção ambiental. À vista disso, as laterais e bases devem ser impermeabilizadas; deve haver a realização de coleta e tratamento dos gases que ali são gerados; é fundamental a presença de um sistema de recobrimento diário e cobertura final; também é preciso ter a coleta e drenagem dos líquidos percolados; é indispensável a execução da drenagem superficial; é fundamental que exista um tratamento dos líquidos percolados e um sistema de acompanhamento. Dessa forma, é possível evitar que ocorra a contaminação das águas subterrâneas em decorrência do chorume e o acúmulo de biogás consequente do processo de decomposição anaeróbia dos resíduos dentro do próprio aterro (BARBOSA e IBRAHIN, 2014).

Embora seja o método mais apropriado para a disposição final de resíduos em relação aos lixões ou aterros controlados, os aterros sanitários também trazem problemas por conta do espaço e do alto custo (ABRAMOVAY, SPERANZA e PETITGAND, 2013).

2.4 COMPOSTAGEM

A compostagem é uma técnica biológica que transforma a matéria orgânica de origem vegetal e animal em um composto orgânico por meio da decomposição e reciclagem. Esse processo oferece uma solução ambientalmente correta para lidar com os resíduos orgânicos industriais, agrícolas e domésticos, diminuindo assim, a quantidade de resíduos nos aterros (BARBOSA e IBRAHIN, 2014).

Organismos como bactérias, minhocas, protozoários, fungos, algas, entre outros, possuem um papel importante na transformação da matéria orgânica em adubo (AYRES et al., 2018).

A Resolução CONAMA Nº 481, de 3 de outubro de 2017, conceitua a compostagem em seu art. 2º inc. III, como:

Processo de decomposição biológica controlada dos resíduos orgânicos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições aeróbias e termofílicas, resultando em material estabilizado, com propriedades e características completamente diferentes daquelas que lhe deram origem (BRASIL, 2017).

Geralmente, esse método tem uma duração de aproximadamente três meses, dependendo, especialmente, da natureza e do tamanho dos resíduos orgânicos utilizados, além das condições favoráveis que fazem parte de todo o processo. Vale

destacar que quanto maior for a diversidade de matérias-primas utilizadas, mais qualidade e maior eficiência o composto produzido terá (ECOLE et al., 2015).

Portanto, é considerado um processo seguro e simples, que irá resultar em um composto uniforme e pronto para ser usado no solo. Além do mais, pode ser aplicado em pequena escala (doméstica), quanto em média escala (institucional, comunitária) e até mesmo em grande escala, como municipal e industrial. Porém, é necessário que esse método seja bem entendido e operado, para que seja evitado o desenvolvimento de odores desagradáveis e também a propagação de vetores de possíveis doenças (BRASIL, 2018).

2.4.1 Fatores que influenciam no processo de compostagem

Considerando que a compostagem é uma técnica biológica desenvolvida por microrganismos, há vários fatores que podem vir a influenciar as atividades microbiológicas que ocorrem ao longo de todo o processo (PAULA, 2014).

Sendo assim, para que possa ocorrer uma transformação de forma controlada, é fundamental que os microrganismos, temperatura, aeração, umidade, relação carbono/nitrogênio, pH e a granulometria estejam adequados com o processo (CANCELADO, 2014).

2.4.1.1 Microrganismos envolvidos no processo

No lixo doméstico, há a presença de diversos microrganismos que realizam a degradação dos resíduos orgânicos. Ao controlar a aeração e a umidade, tais microrganismos se multiplicam e se espalham pela massa do lixo (ZANTA, 2013).

Estão envolvidos no processo de decomposição tanto os macroorganismos, como os besouros, formigas, minhocas, aranhas, quanto os microrganismos, como as bactérias, protozoários e fungos (OLIVEIRA, AQUINO e NETO, 2005).

Quando a temperatura for superior a 40 °C, microrganismos termofílicos começam a predominar. Já em temperaturas acima de 55 °C, vários microrganismos que são patogênicos para os seres humanos ou para os vegetais são destruídos. Porém, não é ideal que a temperatura ultrapasse os 65 °C, pois grande parte dos microrganismos acabam morrendo, incluindo os responsáveis pela compostagem (BRITO, 2006).

2.4.1.2 Temperatura

É importante que haja o controle da temperatura para garantir a higienização da massa, por meio da destruição térmica de microrganismos e também para identificar as fases da compostagem (ZANTA, 2013).

Durante a fase da decomposição, é recomendado que a temperatura permaneça em torno de 60°C. Conforme os resíduos orgânicos vão sendo decompostos, a temperatura tem a tendência de diminuir, atingindo aproximadamente 40°C (OLIVEIRA, AQUINO e NETO, 2005).

Assim sendo, a temperatura tem uma ligação direta com a atividade microbiológica, tornando-se um dos principais indicadores da eficiência. Apesar da temperatura possuir um valor médio ideal de 55°C, esse valor pode vir a variar, dependendo da fase que a composteira se encontra (SILVA, CARVALHO e VITORINO, 2022).

2.4.1.3 Aeração

A técnica de compostagem tem a possibilidade de ser realizada de duas maneiras, uma com a presença de ar, ou seja, aeróbia, e outra sem ar, sendo considerada anaeróbia. Durante a compostagem aeróbia, os microrganismos usam oxigênio de forma intensa, desenvolvendo um processo de maneira acelerada e com um agradável odor (ISHIMURA et al., 2006).

Já na compostagem anaeróbia, os processos acabam sendo lentos, produzem compostos intermediários e na maioria das vezes, com um odor desagradável. Além disso, apresentam uma menor eficiência em relação ao processo aeróbio (INÁCIO e MILLER, 2009).

Dessa forma, a presença de oxigênio é fundamental para o metabolismo dos microrganismos na compostagem aeróbia. Portanto, a granulometria, a temperatura e também a umidade, são fatores que afetam diretamente a demanda de oxigênio durante o processo (ZANTA, 2013).

2.4.1.4 Umidade

Um parâmetro indispensável de ser analisado no processo de compostagem é a umidade, visto que os microrganismos só conseguem usar as moléculas orgânicas que se encontram dissolvidas na água. Além disso, a água estimula a proliferação microbiana e a migração (CANCELADO, 2014).

Na compostagem, para o desenvolvimento do composto, é necessário que haja um equilíbrio entre a água e o ar. Diante disso, é importante que o teor de umidade seja mantido em torno de 55%. Enquanto os valores de umidade abaixo de 40% inibem a atividade biológica, os teores superiores a 65% ocasionam o preenchimento dos espaços vazios com água, dificultando a aeração da mistura (ZANTA, 2013).

Se ocorrer um excesso de água durante o processo da compostagem, os resíduos orgânicos podem apodrecer, ocasionando um odor desagradável (COSTA, 2015).

2.4.5.1 Relação carbono/nitrogênio (C/N)

Os nutrientes mais indispensáveis para a compostagem e também para a atividade microbiana, são o carbono e o nitrogênio (INÁCIO e MILLER, 2009).

A relação existente entre o carbono e o nitrogênio é o fator responsável por controlar a atividade microbiana e por realizar a transformação dos resíduos em adubo. Para que haja um equilíbrio adequado, é necessário que os resíduos orgânicos tenham uma proporção inicial de C/N o mais próximo de 30. Ou seja, os microrganismos necessitam de 30 partes de carbono para cada parte de nitrogênio que foi consumida por eles (ZANTA, 2013).

Na fase inicial da compostagem, é recomendável que a relação seja na ordem de 30/1 e o teor de nitrogênio precisa estar na faixa de 1,2% a 1,5%. No decorrer do processo, uma parte do carbono se transforma em gás carbônico e outra parte é utilizada para o crescimento microbiano, já o nitrogênio é retido no material em forma de nitrogênio orgânico e inorgânico. Relações elevadas de C/N, como 60/1 acabam exigindo um período mais longo no processo da compostagem. Se por acaso a relação for muito abaixo, isto é, com um teor de nitrogênio alto, é necessário adicionar ao material outro tipo de resíduo que seja rico em carbono, como podas ou restos vegetais, para garantir a adequação no processo (CEMPRE, 2018).

2.4.1.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH e a granulometria são consideradas indicadores no processo, ou seja, indicam qual estágio os microrganismos se encontram na decomposição da matéria orgânica. A faixa ótima de pH para grande parte das bactérias varia de 6 a 7,5 (MUSCOPE, 2017).

No início do processo, o pH tem a tendência de cair em razão da formação de ácidos orgânicos. No entanto, à medida que a temperatura aumenta, o pH tende de aumentar e se estabilizar, ficando um com pH próximo de 6 a 7 de acordo com a mistura dos resíduos (INÁCIO e MILLER, 2009).

Na compostagem aeróbia, o pH acaba tendo um aumento. Em virtude dos resíduos orgânicos que geram reações ácidas, o pH tende a ficar entre 5 e 6, ou seja, meio ácido. Conforme o processo vai avançando em decorrência das reações existentes entre ácidos orgânicos e bases liberadas pela matéria orgânica, o pH da massa começa a aumentar, atingindo valores superiores a 8, sendo um meio alcalino (ZANTA, 2013).

2.4.1.6 Granulometria

Embora a granulometria não seja o parâmetro mais significativo no processo da compostagem, ela pode vir a influenciar na qualidade final e ser relevante no controle dos outros parâmetros (MUSCOPE, 2017).

É ideal que o tamanho das partículas seja pequeno, pois quanto menor for os resíduos, maior será a área de exposição ao oxigênio, tornando o processo de compostagem mais rápido. Porém, não é recomendado que as partículas sejam extremamente pequenas, pois podem provocar a compactação da massa, dificultando a aeração e gerando problemas de anaerobiose (ZANTA, 2013).

Sendo assim, é importante que o tamanho da matéria não seja nem muito pequena ou muito grande, pois isso pode gerar o adensamento ou porosidade em excesso (ECOLE et al., 2015).

2.4.2 Fases da compostagem

É possível classificar o processo de compostagem em fase inicial, termofílica, mesofílica e maturação. Cada uma dessas fases apresenta variadas temperaturas, diferentes microrganismos, um tempo determinado e processos químicos específicos (BRASIL, 2018).

A fase inicial tem uma duração de dois a quatro dias, sendo caracterizada pela liberação de calor e pelo rápido aumento na temperatura, de até 45°C. Isso ocorre devido a proliferação dos microrganismos mesófilos e nesse tempo, o processo de decomposição é iniciado (MARCHI e GONÇALVES, 2020).

A fase termofílica é definida por apresentar temperaturas superiores a 45 °C, com uma faixa predominante de 50°C a 60°C (INÁCIO e MILLER, 2009). Acontece nesta etapa uma intensa decomposição por meio de microrganismos termófilos, acompanhada por uma liberação de vapor d'água e calor (MARCHI e GONÇALVES, 2020).

Na fase mesofílica, os microrganismos mesófilos degradam as substâncias orgânicas mais desenvolvidas, ocorrendo uma diminuição na atividade microbiana e uma queda na temperatura. Enquanto a fase anterior era representada por bactérias, nesta fase predominam os fungos e os actinomicetos (INÁCIO e MILLER, 2009).

A etapa final é a maturação, onde ocorre o desenvolvimento de húmus. No decorrer desse processo, a decomposição continua acontecendo de forma lenta e só acaba quando o composto é aplicado no solo, liberando nutrientes (BRASIL, 2018).

A transformação dos resíduos orgânicos em húmus é de aproximadamente 45 a 60 dias. Isso porque a decomposição depende de vários fatores, como quantidade de minhocas, temperatura, relação carbono/nitrogênio, entre outros (ANJOS, 2015).

2.4.3 Resíduos que podem ser compostados

Os resíduos capazes de serem compostáveis são divididos em duas categorias: (materiais ricos em nitrogênio), como restos de frutas e verduras, cascas de ovos, erva mate, borra de café, sobras alimentares, entre outros e (materiais ricos em carbono), como as folhas, galhos de poda, palha, serragem, cascas de árvores, dentre outros (TELLES, 2022).

Grande parte desses resíduos podem vir a ser utilizados na composteira, com exceção das cascas de limão, ou o exagero de frutas cítricas, como abacaxi, laranja, bem como restos de alho e cebola. O motivo é que esses materiais podem alterar o pH e prejudicar tanto as minhocas e outros seres vivos, quanto o adubo final. Em quantidades pequenas, os alimentos assados ou cozidos também podem ser colocados na composteira. Isso porque, esses alimentos possuem grande quantidade de sal, conservantes, podendo prejudicar o processo (COSTA, 2010).

Existem os materiais que não devem ser utilizados na compostagem, como os putrescíveis, aqueles de difícil decomposição e os de higiene, por conterem substâncias poluentes. É o caso da gordura e do óleo, queijo, peixe, carne, plantas daninhas, vidros, plásticos, dentre outros (ZANTA, 2013).

Utilizar os resíduos disponíveis na propriedade ou nas suas proximidades é o mais importante. Logo, quanto mais diversificado e menor for o tamanho dos materiais usados, mais rápida será a produção do composto e maior será a qualidade (AYRESM, 2018).

2.4.4 Produto final da compostagem

No decorrer do processo de compostagem, são gerados produtos como calor, água, gás carbônico e o composto orgânico estabilizado, que pode ser usado em hortas, jardins e na agricultura para enriquecer o solo com nutrientes. Além disso, pode ser utilizado como componente na produção de mudas, servindo com um substrato de excelente qualidade (BARBOSA e IBRAHIN, 2014; ECOLE et al., 2015).

Dessa maneira, existem duas maneiras principais de empregar o composto orgânico, sendo como substrato ou como corretivo de solo. O substrato irá fornecer nutrientes para a planta crescer e o corretivo de solo é aplicado no solo para melhorar as suas propriedades, sendo que os efeitos irão depender do teor de matéria orgânica presente no composto (RICCI, 2016).

Ao ser empregado no solo, o composto orgânico proporciona melhorias significativas em condições químicas, biológicas e físicas. Ou seja, contribuir na saúde do solo quanto das plantas, ativando a vida microbiana que se faz presente na superfície. Esse composto promove também uma melhora na retenção e drenagem da água, produzindo nutrientes minerais gradualmente ao longo do tempo, ao

contrário dos adubos solúveis usados na agricultura convencional, agindo de uma forma mais rápida e imediata (ECOLE, 2015).

Além de todos os benefícios que o adubo orgânico gera, é possível reduzir de maneira significativa o uso de fertilizantes químicos, diminuir a quantidade de resíduos que são destinados aos lixões ou aterros sanitários, e contribuir na redução da emissão de gases do efeito estufa (OLIVEIRA, 2022).

No processo de vermicompostagem é gerado composto orgânico e um líquido escuro, denominado como biofertilizante. Esse líquido possui grandes concentrações de nutrientes que fornecem um enriquecimento no solo, nas plantas e ainda protege contra alguns parasitas, pragas, insetos que podem vir a prejudicar a saúde das plantas e no seu crescimento (MARCELINO, 2018).

2.4.1 Vermicompostagem

É um método de compostagem da matéria orgânica através da utilização de minhocas. Nesta técnica, não é necessário mexer o substrato de forma regular, como realizado na compostagem simples, sendo as minhocas as responsáveis por assumir essa função. Além disso, é através da vermicompostagem que se obtém o vermicomposto, conhecido como húmus (MILAGRES, 2017).

Em relação às minhocas, é aconselhado que se utilize as espécies que consomem materiais frescos. As mais usadas no Brasil para colaborar no processo são as minhocas californianas, podendo ser obtidas através de sites especializados ou até mesmo cedidas por pessoas que dispõem de um minhocário (BRASIL, 2018).

Para as minhocas serem inseridas na composteira, é indispensável verificar se a matéria orgânica não oferece riscos de aquecimento, pois caso a temperatura esteja acima de 35 °C, as minhocas poderão fugir ou até mesmo morrer (TIECHER, 2016).

Quando o húmus se encontra pronto, as minhocas têm a tendência de ficarem lentas em razão de comida e o vermicomposto apresentará um aspecto similar ao pó de café. Há diversas técnicas para separar a minhoca do húmus, incluindo a utilização de peneiras ou iscas. Geralmente, as iscas são matérias orgânicas frescas que podem vir a ser inseridas diretamente no vermicomposto ou de preferência em uma rede de malha. Os resíduos orgânicos acabam sendo trocados de forma semanal e as minhocas são removidas. Esse procedimento é refeito inúmeras vezes até que todas

as minhocas sejam esgotadas do vermicompostos (AQUINO, OLIVEIRA e LOUREIRO, 2005).

Para se obter um processo de vermicompostagem eficaz, é importante garantir níveis adequados de temperatura entre 15 °C e 30 °C e de umidade entre 70% e 90% de conteúdo de água na massa. Se acaso a umidade permanecer muito baixa, as minhocas podem se desidratar, mas se estiver bastante alta, o excesso de água pode ocasionar o entupimento dos canais de ar, gerando odores desagradáveis devido à falta de oxigênio. Por esse motivo, diversas composteiras comerciais têm acoplado em suas caixas uma torneira que permite o escoamento de líquido. Além disso, esse líquido pode ser usado como fertilizante (RICCI, 2016).

2.4.2 Aplicação da compostagem em comunidade, escolas e residência

A composteira pode ser realizada em diferentes escalas, desde domésticas até a indústria, e através de diversas técnicas, que vão desde as mais simples até as mais complexas (LANA e PROENÇA, 2021).

A compostagem doméstica é uma forma significativa de estar colaborando com o meio ambiente e com a redução do envio dos resíduos orgânicos até aos aterros sanitários. Além do mais, é possível gerar um excelente adubo que pode ser aplicado nas plantas e horas (COSTA, 2015).

Já a compostagem comunitária ou coletiva é uma prática aplicada em condomínios residenciais, vilas, comunidades e bairros. Sendo assim, é necessário sensibilizar toda a comunidade sobre a importância da composteira e as vantagens que ela traz. Ocorre sucesso e envolvimento por parte das pessoas quando a compostagem está ligada com iniciativas de agricultura urbana para poder vir a utilizar o composto. Diante disso, é possível ser criada uma dinâmica virtuosa na comunidade, onde as pessoas começam a utilizar do composto orgânico em suas hortas e jardins, reduzindo assim, a possibilidade de o processo ser abandonado (BRASIL, 2018).

Portanto, há várias possibilidades de instalar uma composteira, podendo ser adaptada de acordo com o espaço de cada lugar. As pessoas que possuem quintal ou até mesmo chácaras com terras conseguem fazer leiras ou montes com a matéria orgânica. Porém, para aqueles que dispõem de espaços pequenos, a implantação

pode ser realizada em caixas empilhadas, tambores e até mesmo em pneus (COSTA, 2015).

Em âmbito escolar, a instalação de uma composteira pode servir como uma solução eficiente e simples. Além do mais, os estudantes e a comunidade conseguem desenvolver em suas próprias casas, proporcionando um tratamento adequado aos resíduos orgânicos e transformando-os em excelentes fertilizantes (ROSSI, 2015).

Dessa forma, a compostagem aplicada nas escolas possibilita demonstrar aos alunos como funciona a reciclagem da matéria orgânica e ensiná-los na prática todo o processo de uma composteira (RICCI, 2016).

Por fim, existem diferentes formas de explorar a gestão dos resíduos nas unidades escolares, sendo uma delas por meio da educação ambiental. Esse exemplo é capaz de mobilizar e integrar a todos, podendo abranger os professores, alunos, funcionários e também as famílias (BRASIL, 2018).

2.5 ECONOMIA CIRCULAR

Considerando que as soluções atuais não são suficientes para resolver de maneira satisfatória os problemas ambientais referentes aos resíduos sólidos, é preciso encontrar opções que não só ofereçam alternativas para a disposição final, mas também abordam de forma sistêmica o problema dos resíduos e levem em conta o modelo produtivo como um todo. Sendo assim, a economia circular vem sendo uma possibilidade que busca reestruturar o modelo produtivo, propondo minimizar os danos ao meio ambiente (FOSTER, ROBERTO e IGARI, 2016).

À vista disso, a economia circular possibilita a elaboração de produtos com ciclos múltiplos de utilização, reduzindo a dependência dos recursos naturais e eliminado de forma significativa o desperdício. Esses serviços e produtos são desenvolvidos para circular de maneira eficiente, com o retorno de materiais biológicos para a cadeia alimentar e agrícola (AZEVEDO, 2015).

Sendo assim, a economia circular busca a produção de materiais com longos ciclos de vida, como também a recuperação para que eles possam ser utilizados novamente no mesmo ciclo ou em outro nicho (SABATINI e WANDERLEY, 2021).

A natureza é um exemplo que opera sob um modelo de economia circular, no qual não há desperdício. A matéria orgânica que acaba sendo gerada e depois não é mais útil, como as folhas secas, galhos, cadáveres de animais, dentre outros, começa

a ser decomposta por microrganismos presentes no solo, sendo introduzida ao ciclo natural. Promover uma gestão de resíduos nas escolas é uma excelente forma de ensinar os alunos desde pequeno sobre prevenir, reciclar e aprender sobre os processos naturais do meio ambiente, como a compostagem (RICCI, 2016).

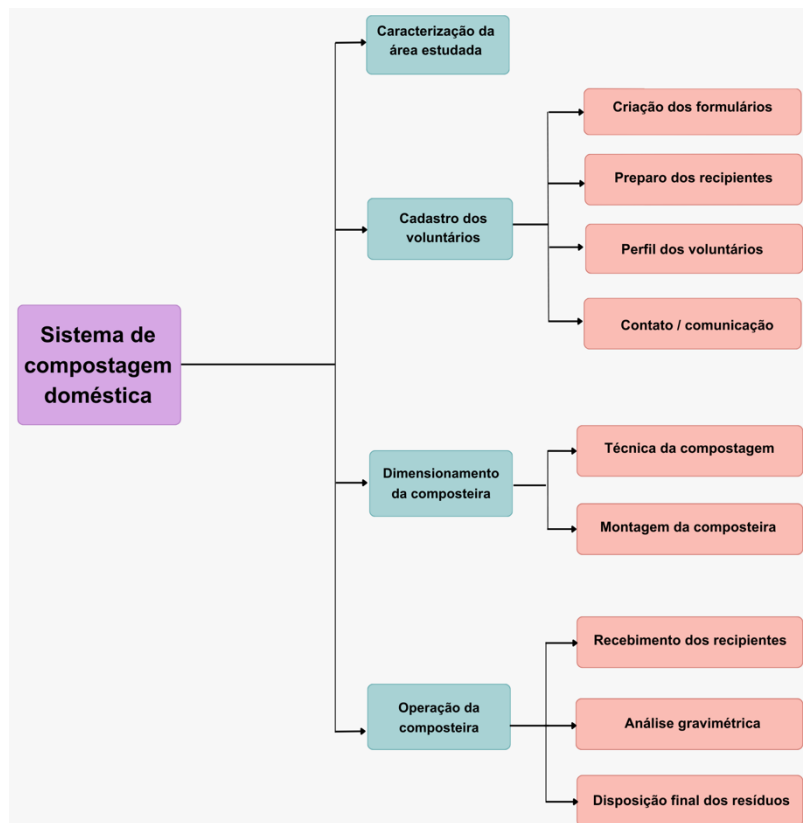
A implantação de técnicas de compostagem no meio rural é um processo que pode trazer muitos benefícios financeiros, tais como a diminuição da aplicação de produtos químicos, um aumento na produtividade, um melhor aproveitamento dos recursos naturais, gerando assim, uma economia e vantagens ambientais (VALVERDE, 2021).

Portanto, o processo de compostagem produz um adubo natural que pode ser aplicado nas hortas e jardins, além de gerar um líquido escuro, conhecido como chorume orgânico. Esse, é um excelente biofertilizante, podendo ser diluído na água e consequentemente usado para pulverizar as plantas e combater as pragas. Além disso, é possível comercializar o adubo caseiro, quanto o biofertilizante (CARRER, 2022).

3 METODOLOGIA

Neste estudo, o método adotado, tem como abordagem hipotético-dedutivo, a forma de abordagem do problema é quali-quantitativa. Quanto aos procedimentos adotados, pode-se citar a pesquisa bibliográfica através do embasamento de livros, sites da internet e biblioteca digital; pesquisa experimental por meio da construção de um sistema de compostagem doméstica, coleta e análise de dados com auxílio de formulários e planilhas do software excel. A metodologia consisti em quatro etapas, sendo a primeira caracterização da área de estudo. A segunda etapa consiste no cadastro dos voluntários onde está descrito como foi realizada a seleção dos participantes a partir da criação dos formulários, o preparo dos recipientes, o levantamento do perfil dos voluntários e a comunicação com eles. A terceira etapa refere-se ao dimensionamento da composteira, onde está descrito como foi realizada a montagem da composteira e qual a técnica de compostagem empregada. Por fim, a quarta etapa, consiste na operação da compostagem, onde foram desenvolvidos o sistema de recebimento dos recipientes, a análise gravimétrica e a disposição final da matéria compostável, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das etapas do processo



Fonte: autor, 2023.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado entre os meses de agosto a novembro de 2023 na Faculdade Horizontina (FAHOR), situada na Avenida dos Ipês, 565 - Eldorado, no município de Horizontina, no estado do Rio Grande do Sul. Conforme dados do IBGE 2022, o município possui 18.851 pessoas e com uma densidade demográfica de 82,07 habitantes por quilômetro quadrado. A FAHOR dispõe de mais de 20 laboratórios equipados e modernos, sendo que destes, a composteira está localizada no laboratório de química orgânica experimental na própria instituição.

A obtenção dos dados de geração de resíduos orgânicos do município de Horizontina/RS foi realizada junto a prefeitura do município, por meio do setor da secretaria de planejamento, com o responsável da área.

Os voluntários que participaram da seleção para essa iniciativa foram os professores, os colaboradores e os estudantes da Faculdade Horizontina - FAHOR, ambos residentes do município de Horizontina, devido a comparação com os dados de geração de resíduos sólidos do município.

3.2 CADASTRO DOS VOLUNTÁRIOS

3.2.1 Criação dos formulários

Como instrumento de coleta de dados, criou-se um formulário, sendo este enviado por e-mail para todos os alunos, professores e colaboradores da FAHOR, com o intuito de verificar pessoas interessadas em trazer seus resíduos orgânicos compostáveis até a Instituição.

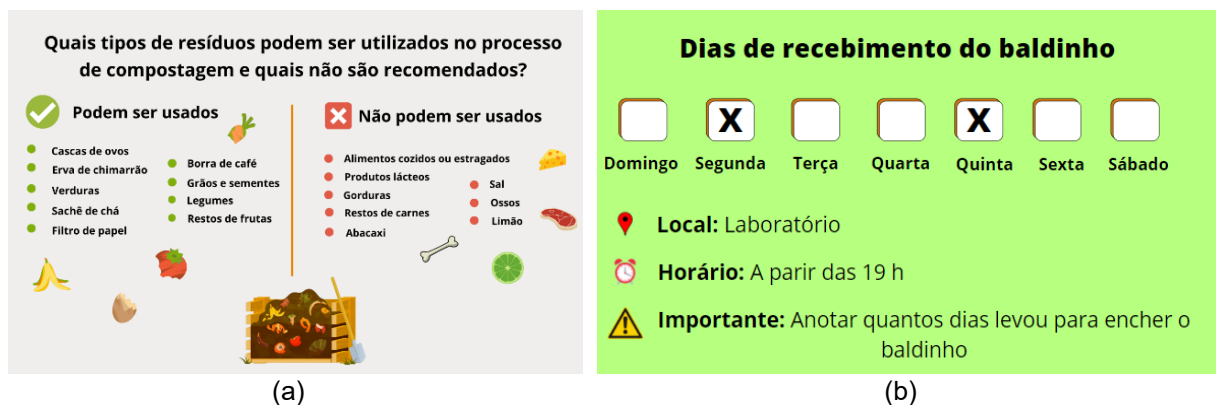
Neste formulário foi observado como um dos requisitos para serem selecionados sendo obrigatório residir no município de Horizontina, pois será quantificado quanto de resíduos orgânicos compostáveis estão sendo gerado pelos voluntários e comparado com os dados do município, bem como verificado o quanto de resíduos estão sendo desviados do aterro sanitário.

3.2.2 Preparo dos recipientes

Foram selecionados recipientes para o armazenamento dos resíduos sólidos compostáveis, com capacidade de 2 L e com tampa para fechamento. Para a identificação dos recipientes desenvolveu-se a confecção da arte dos adesivos na plataforma do Canva e foram fixados nos mesmos (Figura 2a) para retratar os resíduos que podem e o que não podem ser utilizados na composteira doméstica.

Com a mesma plataforma foi elaborado um cronograma com as informações sobre os dias de recebimento dos recipientes e outras informações relevantes, como ilustrado na Figura 2b, a fim de auxiliar os voluntários na sua destinação dos resíduos compostáveis.

Figura 2 – Arte dos adesivos (a) e cronograma de recebimento (b)



Fonte: autor, 2022.

3.2.3 Perfil dos voluntários

Foi elaborado outro formulário com a finalidade de compreender o perfil de cada voluntário e entender como é o seu estilo de vida e relacionar com a quantidade de resíduo gerado pelo participante.

3.2.4 Contato e a comunicação

O contato e a comunicação com os voluntários foram de forma individual para explicar detalhadamente como iria funcionar o processo de entrega e devolução dos recipientes. Além disso, foi criado um grupo de WhatsApp com os voluntários para

passar avisos e para facilitar a comunicação sobre possíveis dúvidas do procedimento.

3.3 DIMENSIONAMENTO DA COMPOSTEIRA

3.3.1 Técnica da compostagem

A técnica de estudo utilizada foi uma composteira doméstica, a partir do processo de vermicompostagem, ou seja, com a utilização de minhocas californianas. Utilizou-se materiais ricos em nitrogênio, como casca de frutas e legumes, sementes, borra de café, casca de ovos, entre outros para as minhocas se alimentarem e contribuírem para o processo do adubo e do chorume orgânico. Além disso, materiais ricos em carbono como serragem e folha secas foram usados para inibir o odor e ajudar no equilíbrio do processo.

Escolheu-se três caixas transparentes com o intuito de mostrar com maior clareza as etapas do processo de compostagem, tanto para aqueles que têm interesse no tema quanto para os leigos no assunto. A transparência da caixa proporcionará uma visão clara do que acontece em cada etapa. No entanto, é importante notar que caixas transparentes permitem a entrada excessiva de luz para as minhocas, as quais não gostam.

Com o intuito de atender a essa necessidade, confeccionou-se uma capa de tecido de TNT preto para evitar a passagem de luz. Dessa forma, quando alguém desejar olhar como funciona o processo basta retirar o TNT e após a observação é necessário colocá-lo de volta.

3.3.2 Montagem da composteira

Para a confecção da composteira doméstica foi necessário a utilização de três caixas plásticas transparentes, cada uma com capacidade de 50 litros e dimensões de 56 cm x 38,5 cm x 34,5 cm. As caixas 1 e 2 desempenharam o papel de caixas digestoras, responsáveis por digerir os alimentos, enquanto a caixa 3 foi designada como coletora, destinada a armazenar o chorume orgânico.

Na preparação da caixa 1, foi necessário realizar pequenos furos nas laterais usando um ferro de solda com o propósito de promover a circulação de ar. Além disso,

também foram realizados furos na parte inferior da caixa para permitir que as minhocas se desloquem da caixa 1 para a caixa 2, e assim vice-versa, conforme retratado na Figura 3a e Figura 3b.

Figura 3 – Caixa 1 com os furos laterais (a) e no interior da caixa (b)



Fonte: autor, 2023.

Foi necessário obter um pedaço de manta drenagem para jardim para colocar na terceira caixa como forma de peneira para não cair minhoca ou outra substância dentro do reservatório do chorume (caixa coletora 3).

Como suporte das caixas coletoras da composteira doméstica foi desenvolvido com materiais reutilizados do ambiente FAHOR, uma base para facilitar no processo de transporte da composteira para outros ambientes, conforme Figura 4.

Figura 4 – Base da composteira



Fonte: autor, 2023.

Para isso, foi reutilizado barra de alumínio perfil 30x5mm, tubo retangular de aço 50x30x2mm. Os elementos de fixação utilizados foram solda e parafusos M6x25mm e M12x30. As rodas 360° foram unidas ao tubo retangular por meio de solda e a outra extremidade possui dois furos com rosca M6 para parafusar na base.

Já as barras de alumínio foram unidas por parafusos M6x25mm. O conjunto base, ficou nas dimensões de 325mm de largura, 550mm de comprimento e as hastes atingiram a altura de 1200mm, o que facilita puxar ou empurrar a composteira.

Para realizar a junção das barras de alumínio, foi necessário o auxílio das seguintes ferramentas: furadeira elétrica, brocas de Ø5mm, Ø6mm e Ø8mm, macho de rosca M6, desandador, serra de cortar ferro, lima, chave de fenda e chaves de boca 15mm e 17mm. A Figura 5 representa o conjunto base e a composteira doméstica.

Figura 5 – Composteira sobre a base



Fonte: autor, 2023.

Após a realização desses procedimentos, as caixas ficaram prontas para iniciar o processo de compostagem. Antes de receber os primeiros resíduos orgânicos destinados pelos voluntários foi necessário preparar as duas caixas digestoras colocando “solo” como uma espécie de “cama” para as minhocas caso escaparem da primeira caixa.

3.4 OPERAÇÃO DA COMPOSTEIRA

3.4.1 Recebimento dos recipientes

Os recipientes foram recolhidos conforme o cronograma, onde os voluntários poderiam trazer seus resíduos toda terça-feira e toda quinta-feira a partir das 19h no laboratório de química orgânica experimental. Após o recebimento era entregue um recipiente vazio para o voluntário e registrado os dias que a pessoa começou a guardar o seu resíduo.

3.4.2 Análise gravimétrica

A análise gravimétrica consistiu na pesagem dos recipientes, após a chegada no laboratório, com o auxílio de uma balança digital. Após a pesagem, era anotado seu respectivo peso e posteriormente os resíduos eram depositados em uma bacia plástica para avaliação qualitativa onde ocorria a identificação dos materiais trazidos e feito as anotações em uma planilha.

3.4.3 Disposição final dos resíduos

Após realizar a análise gravimétrica, os resíduos foram colocados na caixa digestora 1, juntamente com a serragem e com as minhocas para dar início ao processo de compostagem. A serragem foi quantificada com um recipiente de 1000 mL e pesado com o auxílio de uma balança. A quantidade de serragem variava de acordo com a quantidade de resíduos recebidos, visando estabelecer uma relação entre carbono/nitrogênio.

Este procedimento se repetiu conforme o cronograma das entregas dos recipientes até a caixa digestora 1 ter a sua capacidade de armazenamento alcançada. Após, foi trocada a caixa digestora 1 pela caixa digestora 2 dando sequência ao processo. A caixa digestora 1 foi posta na segunda posição e a caixa 2 ficou na posição superior recebendo mais resíduos. Assim, a caixa digestora 1 não foi mais adicionado nenhum resíduo orgânico e ficou sendo observado o seu período de maturação para a transformação do húmus e a produção de chorume orgânico.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste item são apresentados os resultados da pesquisa na seguinte sequência:

1. Análise do perfil dos voluntários;
2. Análise quantitativa e qualitativa dos resíduos orgânicos compostáveis;
3. Compostagem como ferramenta educacional.

4.1 ANÁLISE DO PERFIL DOS VOLUNTÁRIOS

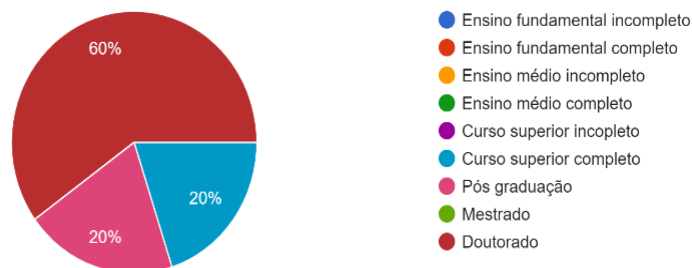
Foram selecionados cinco voluntários que são colaboradores da FAHOR e que residem no município de Horizontina. Estes voluntários responderam a um levantamento via google formulário, permitindo entender e visualizar aspectos socioeconômicos, como renda familiar, faixa etária, município, número de moradores por residência, bairro, local de almoço e jantar, entre outros.

No que diz respeito à faixa etária os 5 voluntários tinham idades semelhantes, dentre a 31 anos a 36 anos.

Na Figura 6 é possível visualizar a escolaridade dos participantes, sendo que 60% deles possuem doutorado, 20% curso superior completo e 20% pós graduação.

Figura 6– Nível educacional dos participantes

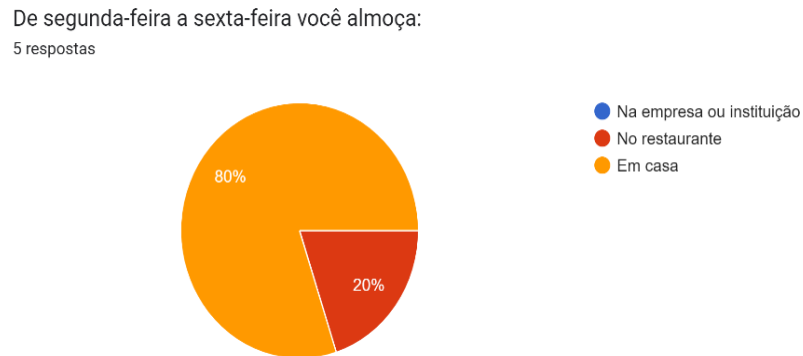
Sua escolaridade:
5 respostas



Fonte: autor, 2023.

Em relação ao almoço, 80% almoçam em casa e 20% no restaurante, como mostra a Figura 7.

Figura 7 – Lugares em que os entrevistados almoçam



Fonte: autor, 2023.

Na Figura 8, é possível visualizar os lugares que os entrevistados costumam jantar. 80% respondeu que janta em casa e 20% na empresa ou instituição.

Figura 8 – Local onde realizam suas jantas

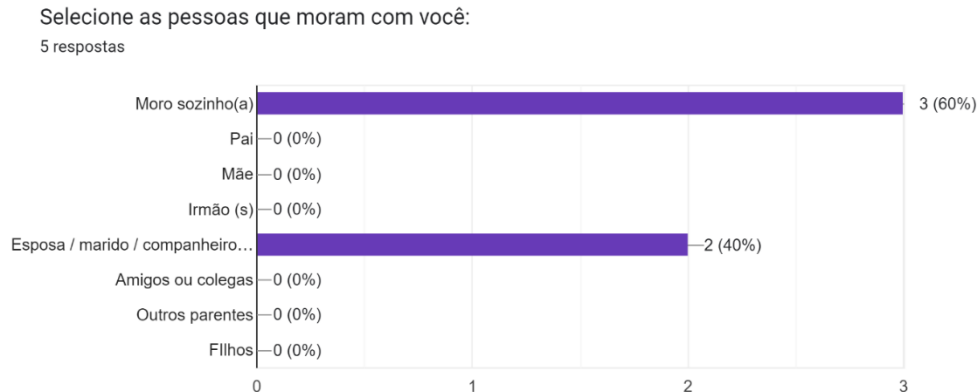


Fonte: autor, 2023.

Os voluntários responderam sobre o bairro em que residem, sendo que 4 deles responderam que moram no centro e 1 pessoa no bairro São José.

Para compreender melhor sobre a quantidade de resíduos gerados por cada voluntário, perguntou-se para os entrevistados selecionados marcar quem mora com eles. Na Figura 9 é possível visualizar que 3 voluntários moram sozinhos e 2 moram com esposa/marido/cônjuge.

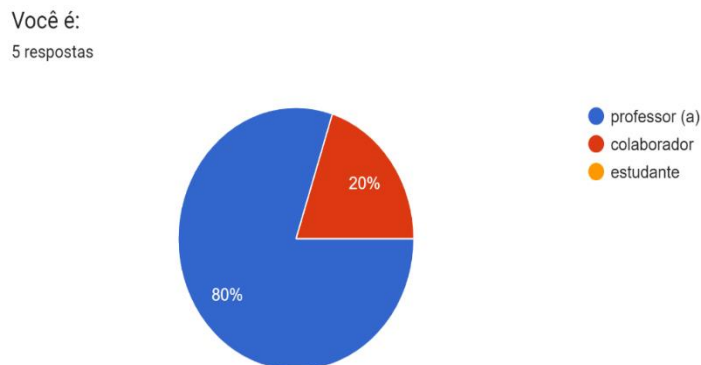
Figura 9 – Pessoas que moram com os voluntários



Fonte: autor, 2023.

Na Figura 10, perguntou-se se o voluntário é professor ou colaborador, das quais 80% responderam que são professores e 20% identificando-se como colaboradores.

Figura 10 – Distribuição dos cargos ocupados



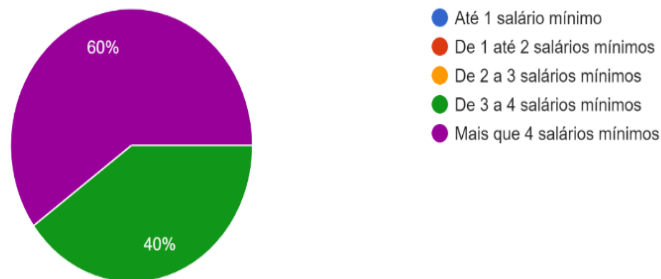
Fonte: autor, 2023.

Já na Figura 11, é visível a representação da renda mensal dos voluntários, incluindo os integrantes da família, sendo que 60% afirmam que ganham mais que 4 salários mínimos e 40% responderam que recebem de 3 a 4 salários mínimos.

Figura 11 – Informações sobre a renda mensal dos participantes

Qual a renda mensal de sua família? (considere a renda de todos os integrantes da família, inclusive você)

5 respostas



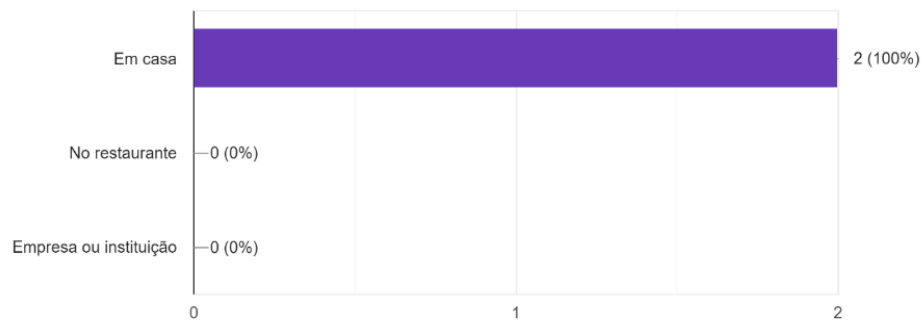
Fonte: autor, 2023.

Perguntou-se aos voluntários que moram com mais alguém em sua casa, onde essa pessoa almoça. 2 pessoas responderam que em casa, como retrato na Figura 12.

Figura 12 – Local onde as pessoas que moram junto com o voluntário almoçam

As pessoas que moram com você, almoçam onde?

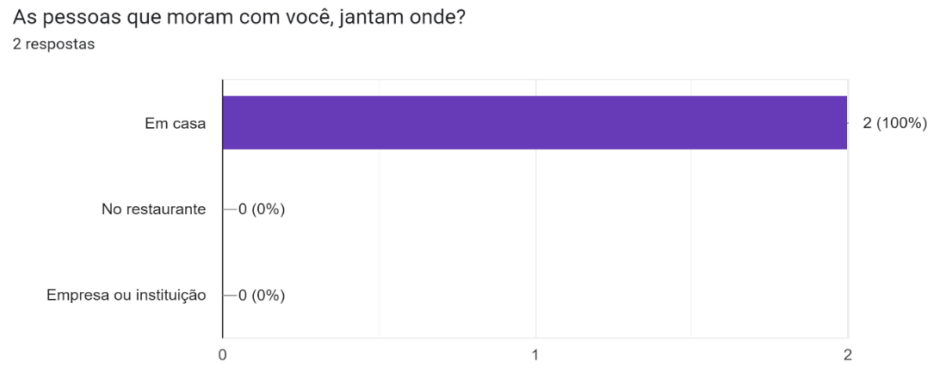
2 respostas



Fonte: autor, 2023.

Na Figura 13, perguntou-se sobre o local onde as pessoas que residem com os voluntários realizam suas refeições noturnas, e 2 pessoas responderam que isso ocorre em casa.

Figura 13 – Representação do local onde as pessoas que moram com os voluntários realizam o jantar



Fonte: autor, 2023.

4.2 ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS COMPOSTÁVEIS

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados referentes a participação dos voluntários, incluindo a quantidade de resíduos trazidos, a identificação dos resíduos, entre outros dados. Com forma de preservar a identidade dos participantes, optou-se por identifica-los de forma anônima, utilizando os termos “voluntário 1”, “voluntário 2”, “voluntário 3”, “voluntário 4” e “voluntário 5”. Assim garante-se a confiabilidade das identidades e retrata de maneira abrangente a participação de cada um deles.

Tabela 1 – Resultados das análises quantitativa e qualitativa do sistema de compostagem doméstica.

CAIXA DIGESTORA	DIA	VOLUNTÁRIOS/ AMOSTRAGEM	Total de dias para enxer o recipiente (dias)	Número dos moradores na residência dos voluntários	Peso Total (Kg)	Peso Diário (Kg)	Peso Diário por Habitante (Kg/dia/hab)	Identificação dos resíduos
CAIXA 1	19/09/2023	1	7	2	0,76	0,11	0,05	casca de laranja, casca de cebola, pó de café, sachê de chá, tomate, cenoura café, filtro de café, maçã pimentão, casca de nozes, casca de banana, abacate
		2	7	1	0,76	0,11	0,11	
		3	6	1	0,75	0,13	0,13	
		4		2				
		5		1				
	26/09/2023	1	5	2	1,26	0,25	0,13	casca de ovo, casca de cenoura, casca de cebola, abacate, tomate, borra de café, casca de melão, maçã, casca de bana, casca e semente de mamão borra de café, casca de ovo, casca de nozes, casca de maçã, casca de banana, erva mate Sachê de chá, casca de melão, casca de banana, casca de batata doce, batata doce, alface, pó de café, casca de ovo.
		2		1				
		3	7	1	0,93	0,13	0,13	
		4	7	2	0,67	0,10	0,05	
		5		1				
	03/10/2023	1	7	2	2,11	0,30	0,15	casca de melão, casca de cenoura, casca de laranja, pó de café, tomate, casca de ovo, sachê de chá, casca de cebola, casca de alho, casca de mamão. casca de beterraba, ramo de beterraba, maracujá, erva de tereré, pó de café, filtro de café, casca de banana, casca de batata doce, cebola, tomate cereja. Sachê de chá, casca de melão, casca de banana, casca de batata doce, batata doce, alface, pó de café, casca de ovo.
		2		1				
		3	7	1	1,91	0,27	0,27	
		4	7	2	0,67	0,10	0,05	
		5		1				
	10/10/2023	1	7	2	1,49	0,21	0,11	casca de ovo, casca de frutas, casca de legumes, alface Borra de café, café pão, casca de maçã, casca de banana, casca de nozes, beterraba Uva, casca de ovo, erva de mate, batata, borra de café, talo de brócolis, laranja
		2	21	1	1,00	0,05	0,05	
		3	7	1	1,05	0,15	0,15	
		4	7	2	1,37	0,20	0,10	
		5		1				
17/10/2023	1	4	2	1,27	0,32	0,16	pessêgo, melão, casca de banana, casca de mamão, casca de ovo, café borra de café, café casca de banana, erva mate, casca de ovo, casca de maçã, casca de cebola	
	2	6	1	0,26	0,04	0,04		
	3	7	1	0,46	0,07	0,07		
	4		2					
	5		1					
24/10/2023	1	7	2	1,47	0,21	0,10	casca de ovo, batata doce, alface, casca de cebola, casca de cebola, cenoura, casca de banana, pimentão borra de café, café	
	2	5	1	0,43	0,09	0,09		
	3	7	1	0,64	0,09	0,09		
	4		2					
	5	26	1	1,21	0,05	0,05		
30/10/2023	1	4	2	0,82	0,20	0,10		
	2		1					
	3	4	1	0,30	0,08	0,08		
	4	10	2	3,27	0,33	0,16		
	5		1					
Total de resíduos em 49 dias (Kg)					24,86			
Total diário (kg/dia)					0,51			
Taxa de geração de resíduos orgânicos compostáveis por habitante em média(kg/dias/hab)							0,10	

Fonte: autor, 2023.

Durante o intervalo do dia 19/09/2023 a 30/10/2023, os cinco voluntários geraram um total de 24,86 kg de resíduos compostáveis durante 49 dias. Isso corresponde a uma geração de 0,51 kg por dia. Levando em consideração que cada voluntário gera uma quantia diferente dos demais, realizou-se a média que foi de 0,1 kg/dia/hab.

Os voluntários 1 e 3 foram responsáveis por trazerem resíduos toda semana, levando de 4 a 7 dias para o armazenamento. Diante disso, é possível observar o comprometimento deles com o processo, sendo de grande importância para um sistema de compostagem, pois ajuda a manter o fluxo de resíduos, essencial para alimentar as minhocas.

Quanto ao voluntário 2 e 4 também tiveram uma participação significativa. Embora tenham demorado mais tempo para trazerem a matéria orgânica compostável.

Pode-se observar que o voluntário 5 levou um tempo maior para trazer seu recipiente com resíduos, trazendo apenas 1 dia, ou seja, acumulado em 26 dias. Esses resíduos ficaram parados por muito tempo, no qual gerou um cheiro desagradável.

Segundo SCHIEDECK et al (2014) é importante manter alimento constante para as minhocas. Sendo assim, é fundamental verificar a disponibilidade e o volume de resíduos gerados, a fim de evitar a morte das minhocas quanto a fuga.

É possível visualizar que os voluntários 1 e 4 foram os que mais geraram resíduos compostáveis. Isso se deve principalmente pelo fato de compartilharem suas residências com outras pessoas, conforme já retrato anteriormente pela Figura 11. Em contrapartida, os voluntários 2, 3 e 5, que moram sozinhos, acabam gerando uma quantidade menor.

Foi identificado que grande parte dos resíduos trazidos pelo voluntário 2 consiste em café e filtro. Isso sugere a possibilidade de que esse participante não costuma realizar suas principais refeições em casa, conforme apresentado anteriormente na pesquisa de perfil. Além disso, pode ser que esse voluntário esteja utilizando o seu recipiente em seu ambiente de trabalho, onde o consumo de café acaba sendo mais frequente.

Conforme mencionado por Leal (2011), o café no ambiente de trabalho surge normalmente em momentos de pausa. Porém, há pessoas que tomam café em reuniões ou até mesmo enquanto trabalham no computador. Além disso, ele ajuda a

reduzir sono, especialmente para aquelas pessoas que costumam estudar ou trabalhar até altas horas.

A borra de café, além de servir como uma ótima complementação nutricional para as minhocas, também tem a capacidade de inibir o aparecimento de formigas. Para usufruir desse benefício, basta colocar a borra por cima dos resíduos antes de adicionar o material seco. O filtro de café já utilizado também pode ser compostado (COSTA, 2010).

Os demais voluntários contribuíram com uma diversidade de resíduos, como casca de frutas, legumes, casca de ovo, erva mate, sachê de chá e muitos outros. Isso pode demonstrar que essas pessoas costumam realizar suas refeições em casa, além de consumirem bastante frutas, o que pode ser indicativo de um estilo de vida saudável.

Segundo Costa (2015), é relevante salientar que umas das grades importâncias da compostagem doméstica consiste na diversidade de resíduos.

Além disso, Aquino, Oliveira e Neto (2005) também destacam que quanto mais variada for a composição dos resíduos orgânico e menor for o seu tamanho, mais rápido irá ocorrer o processo de compostagem.

No que se refere a densidade demográfica, Cempre (2018), traz algumas informações sobre a densidade demográfica de alguns países, indicando que quanto mais alto e maior o nível de renda, maior é a quantidade de resíduos gerados. Já nos países de renda baixa, a geração de resíduos acaba sendo menor. Observa-se também que a renda dos voluntários é parecida, não havendo uma diferença significativa de valores.

É importante mencionar que caixa 1 levou 21 dias para ser preenchida por completo, desde o dia 19/09/2023 até dia 10/10/2023. Durante esse tempo, foram inseridos nessa caixa um total de 14,73 kg de resíduos orgânicos compostáveis e 4,24 kg de serragem. Posteriormente, a caixa 2 que estava no meio foi movida para cima para receber os novos resíduos, enquanto a caixa 1, foi reposicionada no meio, ocupando o lugar que estava a caixa 2 para que o processo de maturação desse início para a formação do húmus, como ilustrado na Figura 14.

Figura 14 – Troca de posição entre a caixa 1 e caixa 2



Fonte: autor, 2023.

As minhocas se alimentam dos resíduos orgânicos, que ao passar em seu trato digestivo, ocorre transformações que favorecem na produção do adubo orgânico conhecido como vermicomposto ou húmus de minhoca (ALQUINO, 2009).

Conforme os alimentos são absorvidos, grande parte das minhocas acabam migrando para a caixa de cima em busca por comida (CARVALHO, 2020).

Mesmo sendo altamente eficiente na produção de húmus, a minhoca californiana converte apenas 60% da matéria orgânica em húmus. Os 40% restante desse alimento acaba sendo utilizado pela minhoca para sua reprodução e desenvolvimento (SCHIEDECK et al., 2014).

No dia 17/10 observou-se o aparecimento do chorume na caixa coletora. Levando em consideração que o processo de inserção da matéria orgânica na caixa digestora 1 começou no dia 19/09, decorreram-se aproximadamente 29 dias até o início da produção de chorume.

De acordo com Costa (2016), realizar compostagem não é uma ciência exata. O resultado do processo e o tempo da compostagem depende de diversos fatores, como o tamanho das caixas, tipos de resíduos usados, local, entre outros. Dessa

forma, é comum observar que algumas pessoas obtenham resultados diferentes das outras.

No dia 08/11 foi possível observar a presença de minhocas na lateral da caixa 1, como ilustrado pela Figura 15. Esse indício sugere a possibilidade de as minhocas estarem tentando subir para a caixa 2 em busca por resíduos frescos.

Figura 15 – Minhocas se deslocando na parede da caixa 1 (a) e (b)



Fonte: autor, 2023.

Conforme mencionado por Costa (2016), ao realizar a troca de posição entre as caixas, ou seja, passar a caixa de cima para baixo e permitir que a decomposição ocorra, após alguns dias as minhocas naturalmente irão se deslocar para procurar resíduos frescos.

No dia 30/10/2023, notou-se que havia bastante pedaços de casca de ovo e alguns pedaços de casca de cebola, conforme retrato na Figura 16. A casca do ovo é mais dura se comparado com os outros alimentos adicionados, podendo representar dificultar a digestão das minhocas.

Figura 16 – Presença de casca de ovo e cebola no húmus



Fonte: autor, 2023.

Conforme mencionado por Costa (2015), não é recomendado colocar restos de cebola na composteira, pois esse resíduo pode alterar o pH do processo e prejudicar tanto o composto quanto as minhocas.

No dia 14/11/2023 observou-se a geração de húmus na caixa 1 e que ainda é visível a presença de pequenos pedaços de casca de ovo. A coloração está bem escura e com boa consistência, como ilustrado na Figura 17.

Figura 17 – Húmus com presença de casca de ovo



Fonte: autor, 2023.

Assim sendo, nota-se que as cascas de ovos foram quebradas em poucos pedaços, as quais poderiam ser ainda menores ou trituradas. Oliveira e Fernandes

(2018), sugerem cortar ou triturar os resíduos antes de inseri-los na composteira. Dessa forma, as minhocas irão conseguir digerir em menos tempo os seus alimentos.

Se o processo do sistema de compostagem estiver ocorrendo conforme o esperado, cerca de 80% do substrato estrará decomposto dentro de 50 a 60 dias (RICC, ARAÚJO e FRANCH, 2002). Levando em consideração o composto gerado, pode-se dizer que está dentro do esperado pela bibliografia

Na Figura 18 é possível visualizar que o processo gerou uma quantidade significativa de biofertilizante, levando em consideração que sistema teve uma duração de 49 dias.

Figura 18 – Geração do biofertilizante



Fonte: autor, 2023.

Segundo Carvalho (2020), no decorrer do processo de decomposição dos resíduos, um líquido escuro e rico em nutrientes irá escorrer para a caixa coletora. Esse líquido é denominado como chorume natural e pode ser coletado para pulverizar plantas, desempenhando um papel de pesticida e adubo.

Conseguir reciclar os resíduos orgânicos e restaurar sua função natural de fertilizar o solo é considerado um desafio significativo que enfrentamos atualmente no Brasil. Para melhorar esse cenário, é preciso um envolvimento coletivo, sendo uma das muitas frentes para a efetiva implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2018).

Na Tabela 2, é possível visualizar as taxas de resíduos da amostra, do município de Horizontina, do estado do Rio Grande do Sul e também do Brasil.

Tabela 2 - Comparação da taxa de resíduos sólidos gerado pela pesquisa com a taxa de geração de resíduos sólidos no município de Horizontina, no estado do RS e no Brasil

Geração de Resíduos Sólidos	Porcentagem de habitantes considerada	
Taxa de geração de resíduos compostáveis das amostras (Kg/dia)	0,51	0,03%
Taxa de geração de resíduos compostáveis das amostras (Kg/dia/hab)	0,10	0,03%
Taxa de geração de resíduos orgânicos no município de Horizontina na área urbana (Kg/dia) (Prefeitura Municipal de Horizontina, 2023)	10233,33	79%
Taxa de geração de resíduos orgânicos no município de Horizontina na área urbana (Kg/dia/habitante)(Prefeitura Municipal de Horizontina, 2023)	0,69	79%
Taxa de geração de resíduos sólidos para município de pequeno porte (até 50000 hab.) Estado RS (kg/dia/hab) (ENGEBIO,2014 – PERS/RS/2014)	0,65	
Taxa de geração de resíduos sólidos no Brasil (kg/dia/hab) (ABRELPE, 2022)	1,04	

Fonte: autor, 2023.

A taxa de geração de resíduos compostáveis encontrada nesta pesquisa foi de 0,51 Kg/dia e a geração de resíduos por habitantes das amostras foi de 0,10 kg/dia/hab. Essas taxas encontradas são contabilizadas somente a geração de resíduos orgânicos compostáveis, ou seja, não está inclusa os rejeitos, recicláveis e parte de resíduos orgânicos, como por exemplo, resto de alimentos cozidos.

A geração de resíduos sólidos por indivíduo que mora em um município de pequeno porte no Rio Grande do Sul (RS) tem uma geração de 0,65 kg/dia/hab de resíduos sólidos. Já um indivíduo que reside no município de Horizontina em 2023 gera um total de 0,69 kg/dia/hab resíduos orgânicos que são destinados aos aterros sanitários. Sendo assim, pode-se perceber que houve um aumento se comparar com a taxa prevista por pessoa no RS.

Já a taxa de geração de resíduos sólidos no Brasil por pessoa em um dia é de 1,04 kg/dia/hab sendo maior do que o estado do RS e do que o município de Horizontina. Se formos comparar os dados que obtivemos das nossas amostras que foi de 0,10 kg/dia/hab está bem abaixo pois estamos incluindo nesse valor apenas a parte dos compostáveis. Já nos dados fornecidos pelo município de Horizontina que é

de 0,69 kg/dia/hab está incluso toda a fração orgânica, os compostáveis, podendo haver também rejeitos, reciclados misturado e muito mais.

Em relação aos dados obtidos nesta pesquisa, tem-se uma amostragem com 5 voluntário que geraram resíduos para população urbana de Horizontina que representa 0,03% em relação aos dados de geração de Horizontina para a população urbana estimada em 18.851 habitantes que corresponde 79% da população total do município.

Segundo estudo feito por Wojahn (2016), foi implementado um modelo de compostagem coletiva em um condomínio residencial situado no município de Lajeado/RS. O edifício possui 5 pavimentos, sendo que cada pavimento contém 4 unidades de apartamento, com uma média de 2 pessoas por unidade. Os resultados indicaram que cada morador do condomínio gerou em média 0,52 Kg/dia/hab. Desse valor encontrado, 55,5% eram composto por matéria orgânica, 26,11% correspondeu a materiais recicláveis e 18,38% por rejeito.

Na Tabela 3, apresenta-se a projeção estimada de geração de resíduos orgânicos compostáveis do município de Horizontina.

Tabela 3 - Projeção estimada de resíduos orgânicos compostáveis para a população de Horizontina 2023.

Projeção estimada de geração de resíduos orgânicos compostáveis	kg/dia	kg/dia/hab	habitantes	% dia
Taxa de geração de resíduos compostáveis das amostras	0,10	0,10		
População Urbana Horizontina (CENSO 2022 - estimado pela porcentagem urbana de 2010 = 79%)			14892,29	
Total de resíduos orgânicos compostáveis estimados para a população de Horizontina	1489,23			
Taxa de geração de resíduos orgânicos no município de Horizontina na área urbana destinado ao aterro sanitário (Dado fornecido pela prefeitura do município 2023)	10233,33			
Total estimado dos resíduos orgânicos destinada ao aterro sanitário sem a fração compostável	8744,10			
Porcentagem estimada da fração dos resíduos orgânicos compostáveis				14,55
Porcentagem estimada dos resíduos orgânicos destinada ao aterro sanitário sem a fração compostável				85,45

Fonte: autor, 2023.

A partir da taxa da amostra que encontramos de 0,1 kg/dia/hab, se 79% da população urbana utilizassem sistema de compostagem, tanto na sua residência ou se o próprio município tivesse um sistema de compostagem, estaria reduzindo 14,55%.

Se toda a população urbana do município fizesse compostagem estaríamos gerando 1489,23 kg/dia de resíduos compostáveis e transformando esse resíduo em adubo e biofertilizante e reutilizando ele no solo para adubação de hortaliças, plantas e etc. Porém, ainda assim teria 85,45% de resíduo orgânico sendo enviado para o aterro, desconsiderando a fração orgânica compostável. Assim sendo, essa taxa de 85,45% poderia ser reduzida a partir de uma separação mais adequada por parte de toda a população.

A prática de realizar a separação dos resíduos em três frações (orgânicos, recicláveis secos e rejeitos), atenderia bem às atuais demandas de gestão de resíduos. Primeiro, esse método valoriza os resíduos orgânicos, proporcionando uma facilidade no processo de compostagem. Em segundo lugar, contribui na redução da contaminação dos resíduos seco nos quais são encaminhados para um centro de triagem. Em terceiro lugar, a separação em três categorias possibilita enviar para o aterro sanitário somente os materiais que realmente não podem ser aproveitados, ou seja, os rejeitos (BRASIL, 2018).

Na Tabela 4, são fornecidas informações referentes a projeção dos valores gastos para destinação dos resíduos ao aterro sanitário, juntamente com dado da economia.

Tabela 4 – Informações de projeção

Geração de resíduos sólidos	Peso resíduo sólidos (toneladas)	Valor pago por tonelada R\$145/tonelada
Taxa de geração de resíduos orgânicos no município de Horizontina na área urbana (tonelada/mês)	307	R\$44.515,00
Total estimado da fração dos resíduos orgânicos compostáveis (tonelada/mês)	44,68	
Total de resíduos sólidos destinados ao aterro sanitário sem a fração de resíduos compostáveis (tonelada/mês)	262,32	R\$38.036,98
Economia		R\$6.478,02

Fonte: autor, 2023.

O município de Horizontina conforme dados da Prefeitura Municipal de Horizontina (2023), paga R\$ 145 pela tonelada de resíduos orgânicos. Sendo assim, o município tem um gasto mensal de R\$ 44.515,00 gasto para destinar para o aterro sanitário. Conforme a projeção estimada em relação aos dados da fração de resíduos compostáveis, se o município adotasse um sistema de compostagem, estaria pagando ao aterro sanitário um valor de R\$ 38.036,98. Dessa forma, se teria uma economia de R\$ 6.478,02.

Apesar dos dados serem uma amostragem pequena, o município teria uma economia considerável, reduzindo a quantidade de resíduos enviado para o aterro e o valor pago para destinar.

Destinar os resíduos orgânicos compostáveis para uma composteira, está contribuindo de forma significativa com o meio ambiente. Costa (2016), relata que a prática da compostagem não apenas reduz da quantidade de resíduos enviados a coleta seletiva, como também proporciona a produção de adubo e biofertilizante, pode esses ser ótimos para o solo quando aplicado. Estes, quando aplicado no solo, proporcionam benefícios, além de contribuir de maneira significativa com o meio ambiente.

4.3 COMPOSTAGEM COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL

As caixas transparentes utilizadas para a montagem da composteira proporcionaram um melhor entendimento das etapas do processo. Além disso, implementar a compostagem em um ambiente escolar proporciona uma excelente oportunidade para conscientizar professores, colaboradores e alunos da intuição sobre os benefícios da transformação dos resíduos orgânicos em adubo.

Conforme Vaz (2017), a vermicompostagem é uma técnica que pode ser usada no aprendizado escolar como forma de tratamento dos resíduos. Com o uso de composteiras pedagógicas, é possível explorar temas como, decomposição, resíduo orgânico, poluição e questões ambientais. Além do mais, essa prática pode ser utilizada para sensibilizar jovens e adultos, e também em treinamentos sobre o tratamento da matéria orgânica a partir da vermicompostagem.

Além disso, a realização de compostagem em unidades escolares pode ser aproveitada de várias maneiras, por exemplo como, pela educação ambiental. Essa

iniciativa tem um potencial significativo para integrar e mobilizar a comunidade como um todo, incluindo professores, familiares e funcionários (BRASIL, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da realização deste trabalho, foi possível apresentar que a construção de uma composteira em uma IES pode contribuir de maneira significativa na redução do envio dos resíduos compostáveis até o aterro sanitário.

Efetuar uma pesquisa bibliográfica foi fundamental para melhorar o conhecimento sobre a produção de resíduos orgânicos, proporcionando uma visão esclarecedora e aprofundada sobre a importância da compostagem.

A escolha do grupo de voluntários desempenhou um importante papel para o funcionamento da composteira. Embora a expectativa inicial fosse de um número maior de candidatos, aqueles que participaram foram cruciais para o andamento do trabalho. Para trabalhos futuros, recomenda-se trabalhar com uma amostragem maior de candidatos para conseguir obter melhores amostragem dos dados.

Quanto a identificação dos tipos de resíduos trazidos pelo grupo de voluntário, percebeu-se que grande parte dos voluntários produziu resíduos variados, enquanto apenas 1 voluntário trouxe praticamente café e filtro. Os participantes demonstraram um entendimento eficaz sobre os resíduos que poderiam ser compostados, evitando qualquer equívoco na destinação de materiais inadequados para a composteira.

Foi possível perceber que a montagem de uma composteira transparente com propósito educativo ocorreu conforme o esperado, não tendo nenhum problema. Esse modelo proporcionou um melhor entendimento para as pessoas que vinham até a composteira para verificar o processo e conhecer mais sobre ele. Sendo assim, ela poderá ser utilizada pela faculdade para trabalhos futuros, facilitando o entendimento das pessoas frente a esse assunto.

Para trabalhos futuros podemos recomendar fazer uma amostragem um pouco maior, para se obter dados mais significativos, mas fica aqui algumas experiências, que mesmo sendo pouco a quantidade coletada de resíduos, conseguiu-se verificar que se caso toda a população urbana de Horizontina viesse a fazer compostagem e se o município tivesse junto a coleta seletiva um sistema, estaríamos reduzindo 14,55% dos resíduos que estariam sendo enviado ao aterro sanitário. E além disso, o município estaria economizando um valor aproximado de R\$ 6.478,02 por mês, sendo muito benéfico para a economia pública, para a população e bem como para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R.; SPERANZA, J.S.; PETITGAND, C. Lixo zero. **Gestão de**, 2013.
- ANDRADE, J. C. Lixões, aterros controlados e aterros sanitários. 2022.
- ANJOS, J. L. dos. Manejo de Minhocários Domésticos. 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/33891040>. Acesso em: 07 nov. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022**. 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- AZEVEDO, J. L. A Economia Circular Aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. In: **XI Congresso Nacional de Excelência em gestão**. 2015.
- AYRES, Marta Iria da Costa et al. Cartilha para produtores rurais: compostagem. INPA, 2018. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/4733/1/compostagem.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2023.
- BARBOSA, R. P.; IBRAHIN, F. I. D. **Resíduos Sólidos - Impactos, Manejo e Gestão Ambiental**. Editora Saraiva, 2014. *E-book*. ISBN 9788536521749. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536521749/>. Acesso em: 26 mar. 2023.
- BERGMANN, C. Lixo Zero e ODS 12. Disponível em: <https://sc.movimentoods.org.br/2022/05/11/lixo-zero-e-ods-12/>. Acesso em: 31 mar. 2023.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 481, de 3 de outubro de 2017. **Estabelece Critérios e Procedimentos Para Garantir O Controle e A Qualidade Ambiental do Processo de Compostagem de Resíduos Orgânicos, e Dá Outras Providências**. Brasília, 2017.
- BRASIL. Lei nº12.305, 2 de agosto de 2010. **Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a lei nº9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos**: manual de orientação. Brasília. Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio, 2018. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2016/07/rs6-compostagem-manualorientacao_mma_2017-06-20.pdf. Acesso em: 05 mar. 2023.

BRITO, L. M. Compostagem para a agricultura biológica. Manual de Agricultura Biológica-Terras de Bouro. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima. /IPVC, p. 1-21, 2006.

CANCELADO, S. V. Avaliação da qualidade microbiológica de um composto produzido a partir de resíduos animais e vegetais. 2014.

CARDOSO, F. de C I.; CARDOSO, J. C. O problema do lixo e algumas perspectivas para redução de impactos. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 4, p. 25-29, 2016.

CARRER, L. Benefícios da compostagem e como fazê-la em casa. Disponível em: <https://flordejambu.com/blog/beneficios-da-compostagem-e-como-faze-la-em-casa/>. Acesso em: 31 mar. 2023.

CARVALHO, G. Compostagem na sua casa: o meio ambiente agradece. Cartilha. Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Gaspar, 2020.

CEMPRE. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. Coordenação geral André Vilhena. 4. ed. São Paulo: CEMPRE, 2018. Disponível em: https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf. Acesso em: 10 mar. 2023.

CIISCMR – Comitê Interministerial de Inclusão Social dos Catadores de Materiais Recicláveis. Cartilha coleta seletiva solidária. 2008.

COSTA, E. Como fazer compostagem doméstica. **Taboão da Serra: Creative Commons**, p. 62, 2010.

COSTA, E. M. **Como fazer compostagem doméstica**. 2015. Disponível em: http://www.maiscommenos.net/blog/arquivos2/2015_mcm_ebook_compostagem.pdf. Acesso em: 28 mar. 2023.

DIAS, L. S; MARQUES, M. D.; DIAS, L. S. Lixão: tem solução. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 1, n. 5, 2013.

ECOLE, C. C. et al. Compostagem e adubos orgânicos. 2015.

FOSTER, A.; ROBERTO, S. S.; IGARI, A. T. Economia circular e resíduos sólidos: uma revisão sistemática sobre a eficiência ambiental e econômica. **Encontro internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente, São Paulo**, 2016.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 6.ed. São Paulo: ATLAS, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4.ed. São Paulo: ATLAS, 2002. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil. Acesso em: 10 abr. 2023.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9786559771653. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559771653/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

GONÇALVES, E.; PIZA, R.; ARCOVERDE, B. **80 milhões de toneladas de resíduos são produzidos no país a cada ano**. Rádio Agência Nacional. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/meio-ambiente/audio/2021-08/80-milhoes-de-toneladas-de-residuos-sao-produzidos-no-pais-cada-ano>. Acesso em: 25 mar. 2023.

HECK, K. et al. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 54-59, 2013.

INÁCIO, C. de T.; MILLER, P. R. M. Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. 2009.

INÁCIO, C. de T.; MILLER, P. R. M. Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. 2009.

ISMAEL, L. L. et al. Avaliação de composteiras para reciclagem de resíduos orgânicos em pequena escala. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 4, p. 5, 2013.

ISHIMURA, I. et al. **Olericultura orgânica compostagem**. São Paulo: SENAR, 2006. Disponível em: <https://codeagro.agricultura.sp.gov.br/uploads/capacitacao/cartilha-compostagem-SENAR.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2023.

KUJASKI, K.; IMIG, D. Lixo orgânico, composteira e produção orgânica de hortaliças sobre um ponto de vista multidisciplinar. **Pró-Reitor de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão**, p. 80, 2016.

LANA, M. M.; PROENÇA, L. C. **Resíduos orgânicos**. EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/secoes/residuosorganicos#:~:text=No%20Brasil%2C%20os%20res%C3%ADduos%20org%C3%A2nicos,res%C3%ADduos%20evitando%20seu%20descarte%20indevido>. Acesso em: 21 mar. 2023.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. Sociologia Geral, 8ª edição. Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788597019971. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597019971/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

LEAL, C. S. A. **Entre um cafezinho e uma bica: uma análise do uso do café por consumidores cariocas e alfacinhas**. 2011. Tese de Doutorado.

MARCELINO, D. Biofertilizante da compostagem e vermicompostagem melhora a saúde da plantas. 2018. Disponível em: <https://www.naturezaeconservacao.eco.br/2018/07/biofertilizante-da-compostagem-e.html>. Acesso em: 30 mar. 2023.

MARCHI, C. M. D. F.; GONÇALVES, I. de O. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais**, v. 19, p. e1, 2020.

MASSUKADO, L M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MILAGRES, L. Vermicompostagem: educação ambiental na prática. 2017.

MOTA, N. C. M. da. Compostagem orgânica como possibilidade metodológica de educação ambiental no ensino de Ciências: uma revisão de literatura. 2022.

MUNHOZ, S. Lixo zero: descubra como reduzir resíduos na sua vida. Disponível em: <https://blog.eureciclo.com.br/lixo-zero-reduzir-residuos/>. Acesso em: 31 mar. 2023.

MUSCOPE, F. P. Compostagem de resíduos agroindustriais através da inoculação de microrganismos eficientes: uma alternativa para a compostagem em pequena escala. 2017.

OLIVEIRA, R. F. Composteira eletrônica de resíduos orgânicos. 2022.

OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M. de; NETO, M. T. de C. Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico. 2005.

OLIVEIRA, C.; FERNADES, J. Manual de compostagem doméstica com minhocas. Egito Comercial. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilhas/manual-composteira-minhocario.pdf>. Acesso em 01 nov. 2023.

PAULA, S. de. Implantação do processo de compostagem de resíduos do abate de aves no CEEP Newton Freire Maia do município de Pinhais-PR. 2014.

PEREIRA, M, J. Manual de Metodologia da Pesquisa Científica. Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788597008821. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597008821/>. Acesso em: 16 abr. 2023.

RICCI, M. Manual para gestão de resíduos orgânicos nas escolas. **Projeto de Assessoria ao município de São Paulo**. São Paulo, 2016.

RICCI, M.; ARAÚJO, M.; FRANCH, C. M. de. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002., 2002.

ROSSI, M. R. P. S. **Compostagem de resíduos sólidos orgânicos em escola de educação básica de Caraguatatuba-SP= organic solid waste composting in basic education school of Caraguatatuba-SP**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Camilo Castelo Branco.

SABATINI, R.; WANDERLEY, T. **Cidades lixo zero**. Florianópolis: Instituto Lixo Zero Brasil, 2021.

SANTOS, A M de L dos et al. Incentivo ao uso da compostagem de resíduos sólidos em uma horta escolar do município de Jaciara-MT. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 15, 2014.

SCHIEDECK, Gustavo et al. **Minhocultura: produção de húmus**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2014.

SILVA, B. H. da.; CARVALHO, F. A. de.; VITORINO, L. de M. Manual de produção de composteira pivotante residencial. 2022.

SILVA, R L da. Compostagem de resíduo orgânico gerado industrialmente: aplicações e a política nacional de resíduos sólidos. 2013.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS – SINIR. **Relatório Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos Rio Grande do Sul | RS**. 2019. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/estadual/>. Acesso em: 03 nov. 2023.

SOUZA, L. M. de et al. Compostagem: uma proposta ambiental para diminuição do lixo doméstico. **Em Extensão**, v. 19, n. 2, 2020.

SOUZA, S. Silva.; TEIXEIRA, G. F. Aterro Sanitário: Um problema de Cruz das Almas. **NAU Social**, v. 3, n. 4, p. 29-37, 2012.

TELLES, D. D. **Resíduos sólidos: gestão responsável e sustentável**. Blucher, 2022. *E-book*. ISBN 9786555061055. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555061055/>. Acesso em: 21 mar. 2023.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. Cortez, 2022. *E-book*. ISBN 9786555553055. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555553055/>. Acesso em: 15 abr. 2023.

TIECHER, T. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. 2016.

VALVERDE, M. Compostagem gera economia e ganhos ambientais no agronegócio. Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/agronegocio/compostagem-alia-economia-a-preservacao-ambiental/>. Acesso em: 30 mar. 2023.

VARENHOLT, H. A importância da compostagem dos resíduos orgânicos gerados em ambiente doméstico. 2015.

VAZ, A. C. N. et al. **Avaliação de dois modelos de vermicompostagem para gerenciamento de resíduos orgânicos crus e aplicação como tema de educação ambiental no ensino formal**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

VIZU, J.; F. et al. Aproveitamento do Resíduo Orgânico da Casca de Banana na elaboração de Doces em Pasta. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

ZANTA, V. M. Compostagem familiar: conceitos básicos a respeito da compostagem natural com o objetivo de incentivar o aproveitamento de parte significativa de resíduos sólidos. 2013.

WOJAHN, G. T. Proposta de um modelo de compostagem coletiva para um condomínio residencial em Lajeado–RS. 2017.

WWF. Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico. 2019. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>. Acesso em: 25/03.2023.