

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA  
ENGENHARIA BIOQUÍMICA**

**JÚLIA JARNALLO DOS SANTOS**

**ESTUDO DE CASO SOBRE COMPOSTAGEM NA GESTÃO DO LIXO  
URBANO DOMÉSTICO NA CIDADE DE CAMPINAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**LORENA  
2022**

**JÚLIA JARNALLO DOS SANTOS**

**ESTUDO DE CASO SOBRE COMPOSTAGEM NA GESTÃO DO LIXO  
URBANO DOMÉSTICO NA CIDADE DE CAMPINAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola de Engenharia de  
Lorena da Universidade de São Paulo  
como requisito parcial para conclusão da  
Graduação do curso de Engenharia  
Bioquímica.

Orientador: Profa. Dra. Tereza Cristina  
Brazil de Paiva

**LORENA**

**2022**

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DO ALUNO JÚLIA JARNALLO DOS SANTOS , ORIENTADO PELO PROF. TERESA CRISTINA BRAZIL DE PAIVA



---

ASSINATURA DO ORIENTADOR

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado  
da Escola de Engenharia de Lorena,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Santos, Júlia Jarnallo dos  
Estudo de caso sobre compostagem na gestão do  
lixo urbano doméstico na cidade de Campinas / Júlia  
Jarnallo dos Santos; orientadora Tereza Cristina  
Brazil de Paiva. - Lorena, 2022.  
70 p.

Monografia apresentada como requisito parcial  
para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia  
Bioquímica - Escola de Engenharia de Lorena da  
Universidade de São Paulo. 2022

1. Compostagem. 2. Resíduos sólidos. 3. Campinas.  
4. Descarte. I. Título. II. Paiva, Tereza Cristina  
Brazil de, orient.

## **RESUMO**

SANTOS, J. J. Estudo de caso sobre compostagem na gestão do lixo urbano doméstico na cidade de Campinas. 2022. 70 p. Projeto de Monografia (TCC) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2022.

Com o aumento da população e consequentemente o aumento da produção de lixo, a preocupação sobre o descarte adequado do lixo é crescente. A busca por novos locais de descarte é constante e tem sido uma dificuldade para as autoridades. Uma das classes destes resíduos descartados é a dos resíduos sólidos domésticos. A matéria orgânica que hoje é descartada em aterros sanitários, deveria por lei ser destinada a tratamentos alternativos, como a compostagem. A compostagem é uma técnica aeróbica de decomposição da matéria orgânica que produz um composto rico em nutrientes que se torna benéfico para as plantações. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da compostagem como tratamento de resíduos sólidos orgânicos, através da metodologia de estudo de caso.

**Palavras-chave:** Compostagem. Resíduos Sólidos. Campinas. Descarte.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – Exemplo da estrutura de caixas da vermicompostagem .....	34
Figura 2 - Representação de um pátio de compostagem com leiras .....	37
Figura 3 – Esquema do sistema de compostagem com leiras estáticas aeradas .....	39
Figura 4 - Fluxograma de atividades .....	43

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação da temperatura na pilha em função do tempo de compostagem .....	27
Gráfico 2 - Perfil demográfico do questionário, informações de idade e gênero .....	46
Gráfico 3 - Perfil demográfico do questionário, informação de escolaridade .....	46
Gráfico 4 - Perfil demográfico do questionário, informação da faixa salarial .....	47
Gráfico 5 - Relação do tipo de residência com o número de moradores.....	48
Gráfico 6 - Fonte do conhecimento sobre a compostagem.....	48
Gráfico 7 - Número de pessoas que realizam compostagem na amostra.....	49
Gráfico 8 - Interesse da amostra em ter uma composteira .....	50
Gráfico 9 - Respostas sobre o benefício da compostagem, de acordo com as pessoas que possuem interesse na compostagem.....	51
Gráfico 10 - Respostas sobre a preferência entre compostar ou terceirizar o serviço, de acordo com as pessoas que possuem interesse na técnica .....	51
Gráfico 11 - Respostas sobre o motivo de não se ter uma composteira .....	52
Gráfico 12 - Respostas sobre a intenção em terceirizar o serviço, de acordo com as pessoas que não possuem interesse na compostagem.....	52
Gráfico 13 - Número de residentes das pessoas que realizam compostagem.....	55
Gráfico 14 - Principais benefícios da compostagem para pessoas que realizam compostagem.....	56
Gráfico 15 - Pessoas que não realizam compostagem, mas possuem interesse .....	56
Gráfico 16 - Principais benefícios da compostagem para pessoas que não realizam compostagem.....	57
Gráfico 17 - Pessoas que pagariam pelo serviço da compostagem.....	60
Gráfico 18 - Faixa salarial das pessoas que pagariam pelo serviço de compostagem .....	61

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos (ABNT) .....	18
Quadro 2 – Classificação quanto à origem (PNRS) .....	18
Quadro 3 – Classificação quanto à periculosidade (PNRS) .....	19
Quadro 4 – Recomendações de alimentos para a vermicimpostagem .....	34
Quadro 5 – Explicação dos termos da técnica de compostagem.....	38
Quadro 6 – Classificações e tipos de pesquisas .....	42
Quadro 7 – Cronograma de desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Quadro 8 – Motivação das perguntas no questionário sobre compostagem.....	53

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Principais grupos atingidos pela pesquisa .....	54
Tabela 2 - Pessoas que não realizam compostagem, mas que são aptas .....	58
Tabela 3 - Perfil demográfico das pessoas que não possuem interesse em ter uma composteira.....	58
Tabela 4 – Porcentagem de pessoas em cada tipo de residência, de acordo com a realização da compostagem.....	59

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
2.1 OBJETIVOS GERAIS .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	17
3.1.1 Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT .....	17
3.1.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS .....	18
3.2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - PNRS.....	19
3.3 PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PGIRS .....	22
3.4 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL .....	23
3.5 PROPOSTA DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS: COMPOSTAGEM.....	24
3.5.1 Fatores que Influenciam o Processo de Compostagem .....	26
3.5.2 Etapas da Compostagem .....	31
3.6 ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DO RESÍDUO ORGÂNICO DOMÉSTICO .....	32
3.6.1 Enterramento .....	32
3.6.2 Vermicompostagem .....	33
3.6.3 Biodigestão Anaeróbica .....	35
3.6.4 Compostagem com Revolvimento de Leiras .....	36
3.6.5 Compostagem Termofílica em Leiras Estáticas com Aeração Passiva .....	38
3.6.6 Compostagem Termofílica em Leiras Estáticas com Aeração Forçada.....	39
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>41</b>
4.1 MÉTODO DE PESQUISA .....	41
4.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	42
<b>5 ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>45</b>
5.1 APRESENTAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS PELO FORMULÁRIO.....	45
5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	53
5.2.1 Pessoas que realizam compostagem .....	54
5.2.2 Pessoas que possuem interesse em ter uma composteira.....	56
5.2.3 Pessoas que não possuem interesse em ter uma composteira.....	58
5.2.4 Análise das pessoas que pagariam pelo plano de mensalidade .....	60
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos domiciliares e de limpeza urbana tiveram aumento médio de 10% no país em 2020 (em comparação à 2019), segundo levantamento da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (MELLO, 2021).

O lixo vem se tornando um dos grandes problemas da humanidade, e a busca para o seu melhor destino tem se tornado cada vez mais importante. Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil 2020, elaborado pela ABRELPE, entre 2010 e 2019, a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil registrou incremento, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano. Por sua vez, a geração per capita aumentou de 348 kg/ano para 379 kg/ano (ABRELPE, 2020).

Conforme Fiori et al. (2008), o aumento da produção de resíduos vem provocando impactos ambientais, porque a sua taxa de geração é bem maior que sua taxa de degradação. O aumento na produção de lixo no país gera uma busca maior por locais de descarte. A falta de estrutura das cidades por uma coleta adequada do lixo tem como consequência um descarte inadequado desses materiais. Em 2019 cerca de 40,5% do lixo coletado no país teve um destino inadequado (aterros controlados e lixões). Sendo assim, 59,5% do lixo foi destinado aos aterros sanitários (ABRELPE, 2020).

Apesar de ser considerado um destino adequado ao lixo, os aterros sanitários causam prejuízos ambientais e recebem diariamente materiais que poderiam ter outro destino final. Segundo pesquisa do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) de 2012, são coletadas 183,5 mil toneladas de resíduos sólidos por dia no Brasil. A matéria orgânica representa 51,4% do lixo diário, e 31,9% é composto de material reciclável (alumínio, plásticos, papel, aço, metais e vidro) (IPEA, 2012).

Incentivos para o manejo adequado de materiais recicláveis são crescentes e de extrema importância para evitar que haja o uso desnecessário dos aterros sanitários. As coletas seletivas têm se expandido nas cidades brasileiras em conjunto com a conscientização da população sobre esta classe de materiais.

O outro grande grupo que é descartado no lixo, os resíduos orgânicos, poderiam ter um destino proveitoso. Este grupo tem a particularidade de poder ser

reciclado por meio da compostagem, em qualquer escala, desde a doméstica até a industrial.

Segundo Budziak et al. (2004) a compostagem é um processo biológico aeróbio de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos para a produção do composto (fertilizante orgânico produzido). Durante a compostagem, a matéria orgânica é decomposta principalmente através da ação de microrganismos e enzimas, resultando na fragmentação gradual e oxidação dos detritos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída pela lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Por meio desta a legislação estabeleceu metas e objetivos relacionados ao gerenciamento de resíduos, com os seguintes propósitos: adequar o gerenciamento de resíduos às legislações e normativas existentes, preservação ambiental com a redução do uso de aterros e a logística reversa de resíduos pós consumo (AMBIPAR, 2020).

A lei aborda sobre a destinação final ambientalmente adequada dos diferentes resíduos, e diferencia o conceito de resíduos e rejeitos. Em seus objetivos a PNRS prioriza o tratamento dos resíduos sólidos antes do seu descarte em aterros sanitários, validando a possibilidade da compostagem como destino para materiais orgânicos.

A PNRS, porém, não obteve grandes mudanças no cenário nacional, sendo tópico do livro “10 anos da Política de Resíduos Sólidos: Caminhos e agendas para um futuro sustentável”. Besen et al. (2021) analisa as mudanças nacionais em diversos âmbito 10 anos após a lei ter entrado em vigor.

Na cidade de Campinas, enfoque do trabalho, cerca de 1.000 toneladas de lixo são produzidas por dia (Campinas, 2007c), tendo como destino majoritário o lixo residencial urbano e os aterros sanitários. Apesar de algumas iniciativas municipais para compostagem de resíduos (principalmente de resíduos verdes, como podas de grama e galhos), não há registros de compostagem de resíduos orgânicos domésticos desenvolvido pela prefeitura.

Valorizar os resíduos orgânicos é uma estratégia importante para o gerenciamento do lixo urbano. O processo de compostagem é um método natural e econômico para aproveitamento de matéria orgânica que resulta em produto benéfico para as plantações. Este processo pode ser desenvolvido da escala doméstica até a industrial e deve ser incentivada através da educação ambiental.

O presente trabalho é um estudo de caso sobre a viabilidade da compostagem como método de tratamento de resíduo orgânico doméstico da cidade de Campinas. Nos capítulos, são abordados dados quantitativos da produção e descarte do lixo no âmbito nacional e municipal, classificação dos resíduos sólidos, legislações vigentes, conceito de compostagem, fatores que influenciam o processo, suas etapas e técnicas alternativas para degradação da matéria orgânica.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVOS GERAIS

O objetivo deste trabalho é estudar a viabilidade da compostagem no tratamento de resíduos orgânicos domésticos na cidade de Campinas.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para que o objetivo geral seja atingido, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o cenário nacional da gestão de resíduos sólidos domésticos;
- Elencar os tratamentos de resíduos orgânicos disponíveis, características e fatores que influenciam;
- Estudar a aceitabilidade da população para a compostagem doméstica.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

##### 3.1.1 Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT

De acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT: NBR 10004/2004, que dispõe sobre os resíduos sólidos e suas classificações, tem-se a definição de resíduos sólidos:

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

Os resíduos sólidos devem ser classificados para caracterização do seu impacto à saúde e ao meio ambiente, de acordo com as matérias-primas, insumo e processo que lhe deu origem. A classificação de acordo com ABNT: NBR 10004/2004 segue (Quadro 1):

- a) resíduos classe I - Perigosos;
- b) resíduos classe II – Não perigosos;
  - resíduos classe II A – Não inertes.
  - resíduos classe II B – Inertes.

**Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos (ABNT)**

<b>Classificação</b>		<b>Definição</b>
Classe I – Perigosos		Apresentam características de periculosidade elevada, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Devem ser dispostos em aterros de resíduos perigosos especializados
Classe II - Não Perigosos	Não Inertes	Resíduo com propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Devem ser dispostos em aterros sanitários comuns
	Inertes	Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água. Disposição em áreas de transbordo e triage

Fonte: Fecchio e Camara (2020)

Sendo assim, resíduos sólidos orgânicos podem ser classificados como resíduos classe II não perigosos não inertes.

### 3.1.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS

Os resíduos sólidos, de acordo com o artigo 13 (treze) da Política Nacional de Resíduos Sólidos podem ser classificados quanto à origem e quanto à periculosidade, como segue os quadros: Quadro 2 e Quadro 3.

**Quadro 2 – Classificação quanto à origem (PNRS)**

<b>Classificação quanto à origem</b>	<b>Definição</b>
Resíduos Domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas
Resíduos de Limpeza Urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
Resíduos Sólidos Urbanos	Resíduos domiciliares e Resíduos de limpeza urbana
Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços	Gerados nessas atividades, exceto resíduos de limpeza urbana, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil, resíduos de serviços de transportes
Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico	Gerados nessas atividades, exceto os resíduos sólidos urbanos
Resíduos Industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais

Resíduos de Serviços de Saúde	Gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS
Resíduos da Construção Civil	Gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis
Resíduos Agrossilvopastoris	Gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades
Resíduos de Serviços de Transportes	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passageiros de fronteira
Resíduos de Mineração	Gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

Fonte: Brasil, 2010

**Quadro 3 – Classificação quanto à periculosidade (PNRS)**

Classificação quanto à periculosidade	Definição
Resíduos Perigosos	Aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica
Resíduos Não Perigosos	Aqueles não enquadrados como resíduos perigosos

Fonte: Brasil, 2010

Para o efeito deste trabalho, deve-se considerar como resíduos sólidos orgânicos os resíduos sólidos não perigosos originários dos resíduos domiciliares.

### 3.2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - PNRS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos foi instituída pela Lei 12.305, publicada no Diário Oficial da União em 02 de agosto de 2010. Neste documento estão reunidos os princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo poder público e geradores de resíduos no intuito de gerenciar de forma adequada os resíduos sólidos.

No artigo 9º (nono), a lei estabelece priorização na gestão dos resíduos sólidos, na sequência: Não geração; Redução; Reutilização; Reciclagem;

Tratamento dos resíduos sólidos; e Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A lei também esclarece o conceito de rejeito, sendo: “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

Os resíduos sólidos, no artigo 13 (treze) da PNIRS podem ser classificados quanto à origem e quanto à periculosidade, como segue os quadros: Quadro 2 e Quadro 3.

Com isso, a PNRS abre a possibilidade da compostagem como tratamento dos resíduos sólidos, antecedendo a disposição final destes resíduos orgânicos em aterros sanitários. Fecchio e Camara (2020) ressaltam que mesmo que o aterro sanitário seja considerado uma forma de destinação ambientalmente adequada, só deveria receber a disposição de rejeitos e não os outros resíduos, que são passíveis de reutilização e/ou reciclagem.

Como formas de estímulo à compostagem, o referido Plano menciona a implantação de unidades de compostagem (acompanhadas prioritariamente de coleta seletiva de resíduos orgânicos) e o aproveitamento da capacidade já instalada de usinas de compostagem. Além disso, cita estratégias descentralizadas e locais, como incentivo ao tratamento por compostagem domiciliar e suas modalidades (minhocários e composteiras) e incentivo aos grandes geradores para que destinem áreas específicas em seus estabelecimentos para a prática da compostagem; sugere também a implantação de hortas escolares e utilização do composto na agricultura urbana (SIQUEIRA; ASSAD, 2015).

Dentre os vários desafios, a PNRS também estipulou eliminar e recuperar lixões, associada com a inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (BRASIL, 2010). Os lixões consistem em um modo inadequado de disposição final, pois caracterizam-se pela simples descarga dos RSU sobre o solo, desconsiderando medidas de proteção ao ambiente ou à saúde pública (BESEN *et al.*, 2021).

Os autores Fecchio e Camara (2020) e Granado (2019) salientam a importância das políticas educativas para que haja uma boa gestão e gerenciamento dos resíduos dentro do município, possibilitando o entendimento da importância da

segregação na fonte dos materiais e a realização da compostagem. Besen *et al.* (2021) completa que a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos deve estar acompanhada da Política Nacional de Educação Ambiental, e que a educação ambiental é o único instrumento capaz de garantir o cumprimento das suas metas e inserir o Brasil no cenário do desenvolvimento sustentável.

O livro “10 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: caminhos e agendas para um futuro sustentável”, organizado pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEA/USP) e o Observatório da Política Nacional de Resíduos Sólidos (OPNRS), analisam as mudanças nacionais após 10 anos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos ter sido instituída e o impacto da lei nas mudanças práticas com o tratamento de resíduos.

Em resumo, os autores são determinados em afirmar que os resultados obtidos nestes 10 anos ficaram aquém do esperado diante das metas e dos princípios ambiciosos da PNRS. Os resultados alcançados foram insuficientes para mudar uma realidade que ainda se configura como totalmente inadequada quanto à destinação adequada dos resíduos (BESEN *et al.*, 2021).

No que diz respeito à compostagem, Besen *et at.* (2021) concluíram que a situação é incipiente, na medida em que apenas 73 unidades (pátio ou usina) estão em operação no Brasil, sendo que 53 delas se localizam na região Sudeste, 15 na região Sul e 3 na região Centro-Oeste. Por sua vez, as regiões Norte e Nordeste informam a existência de apenas 1 unidade cada. Esses resultados mostram uma enorme deficiência do país nesse campo, cabendo observar o elevado percentual de matéria orgânica nos resíduos domiciliares (mais de 50%).

Segundo a PNRS, a partir de agosto de 2014, apenas rejeitos deveriam ter sido encaminhados aos aterros sanitários, entretanto Besen *et at.* (2021) apresentaram dados que uma quantidade significativa da massa coletada, quase 1/3, ainda é disposta em lixões e aterros controlados<sup>1</sup> (24,9%).

---

<sup>1</sup> Aterros controlados são uma técnica de disposição de resíduos sólidos e rejeitos no solo que utiliza de alguns princípios de engenharia para confiná-los, cobrindo-os com uma camada de material inerte ao final de cada jornada de trabalho. Apesar de diferenciarem-se positivamente em relação aos lixões devido a fatores como aspectos paisagísticos e diminuição da atração de vetores, estes aterros em sua maioria não dispõem de infraestruturas como impermeabilização de base, sistemas de tratamento do percolado ou do biogás (BESEN *et at.*, 2021).

Passados 10 anos de implementação da PNRS, considera-se que este resultado não é satisfatório e mostra um baixo grau de implementação da política pública.

### 3.3 PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PGIRS

A partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010, todos os Municípios brasileiros precisam ter um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS onde demonstrem sua capacidade de gestão dos resíduos. Estes planos devem apontar soluções técnicas que estejam respaldadas no diagnóstico de cada município e suas particularidades. Além disso, o Poder Público Municipal precisa estabelecer normas para que as empresas demonstrem sua capacidade de gerenciamento de resíduos através de seus Planos de Gerenciamento (SÓLIDOS, 2021).

De acordo com o PGIRS de Campinas, disponível no site do Governo de São Paulo, a média de peso de resíduos domiciliares e comerciais de cidade é de 1000 toneladas por dia (cerca de 0,916 kg/dia/hab) (CAMPINAS, 2007c).

Os resíduos sólidos domiciliares e comerciais coletados através do sistema convencional são encaminhados ao Aterro Delta A. O aterro é operado durante as 24 horas do dia, dispondo cerca de 1.000 toneladas diárias de resíduos domiciliares, comerciais, resíduos verdes (poda de árvores, folhas e galharias), resíduos de limpeza urbana e de serviços de saúde devidamente tratados por micro-ondas (CAMPINAS, 2007c).

Segundo Campinas (2021a) o Aterro Sanitário Delta A conta com uma unidade de compostagem, onde são recebidos os resíduos oriundos de podas e galharias, os resíduos orgânicos provenientes da CEASA (frutas, verduras, legumes e flores) e o lodo residual da ETE/SANASA. Após atingir a bioestabilização, o composto é enviado ao Departamento de Parques e Jardins (DPJ). Campinas (2021a) afirma que o sistema de compostagem tem capacidade para receber cerca de 80 toneladas de resíduos vegetais diariamente.

Em contrapartida, Campinas (2021b) apresenta que em média cerca de 70 toneladas/mês de resíduos são recebidas para compostagem.

Também como opção para compostagem em Campinas, foi desenvolvido a Usina Verde. A usina produz adubo orgânico, a partir de lodo de esgoto, da Sanasa; restos de galharia e caixas, do Departamento de Parques e Jardins (DPJ) e de feiras livres; e de frutas e verduras, da Ceasa. O Instituto Agronômico de Campinas (IAC) é o orgão responsável por medir a fertilidade do adubo e certificar a qualidade. Com capacidade para transformar até 300 toneladas por dia de resíduos em adubo, a usina está funcionando com capacidade de 100 toneladas por dia. A usina gera uma economia de R\$ 2 milhões por mês para a Prefeitura (BRITO, 2021).

A chamada Usina Verde ainda está em fase de teste, mas já representa um grande avanço no quesito de sustentabilidade.

Além dos dados sobre compostagem no Aterro Sanitário Delta A e o desenvolvimento da Usina Verde, em Campinas não há projetos públicos de compostagem de resíduos orgânicos domiciliares.

Para tentar mudar o cenário de descarte atual, empresas privadas como a Guaráipu foram criadas. A empresa Guaráipu foi desenvolvida na cidade de Campinas e tem como proposta um plano de assinatura para coleta e compostagem do resíduo orgânico doméstico. Essa empresa faz o empréstimo de recipientes para armazenamento de alimentos, realiza a coleta e disponibiliza outro recipiente limpo (GUARÁIPU, 2021).

### 3.4 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

Os aterros sanitários são a única forma de disposição final de rejeitos admitida pela legislação brasileira, regulamentada por Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama e por normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (ABREU, 2017).

Aterro sanitário é uma forma de disposição final de resíduos sólidos, predominantemente urbanos, que segue critérios de engenharia e normas específicas, proporcionando um confinamento relativamente seguro dos resíduos, com cobertura e impermeabilização do solo, de forma que os impactos ambientais causados pelos resíduos ali dispostos são minimizados, evitando danos à saúde pública (FECCHIO; CAMARA, 2020). Os aterros sanitários contam com sistemas de proteção ambiental e de segurança do trabalho, tanto em sua operação quanto em

seu monitoramento (impermeabilização de base, drenagem e tratamento de lixiviados e gases, cobertura periódica com solo, monitoramento geotécnico e monitoramento das águas subterrâneas e superficiais).

O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2020) apresenta dados de que no Brasil a maior parte dos RSU coletados segue para disposição em aterros sanitários, tendo registrado um aumento de 10 milhões de toneladas em uma década, alcançando 43 milhões de toneladas em 2019. Por outro lado, a quantidade de resíduos que segue para unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) também cresceu, alcançando pouco mais 29 milhões de toneladas por ano. Quando estes valores são analisados em porcentagem obtém-se que, em 2019, 59,5% dos resíduos sólidos urbanos foram destinados a aterros sanitários contra 40,5% que é destinado a aterros controlados e lixões.

O descarte inadequado de resíduos sólidos impacta diretamente a saúde de 77,65 milhões de brasileiros, e tem um custo ambiental e para tratamento de saúde de cerca de USD 1 bilhão por ano (ABRELPE, 2020). De acordo com previsões feitas pelo Panorama da ABRELPE (2020) seriam necessários 55 anos para que aterros controlados e lixões sejam encerrados, dada evolução atual.

As áreas destinadas para implantação de aterros têm uma vida útil limitada e novas áreas são cada vez mais difíceis de serem encontradas próximas aos centros urbanos (CAMPINAS, 2021a).

Os locais destinados para a disposição final destes resíduos são ambientes altamente vulneráveis para o solo e para os recursos hídricos, que podem ser contaminados através do escoamento superficial e pela percolação do chorume através do solo. A atmosfera também é atingida pela emissão de gás metano proveniente do processo de decomposição do material úmido (GRANADO, 2019).

### 3.5 PROPOSTA DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS: COMPOSTAGEM

Compostagem é o processo de degradação controlada de resíduos orgânicos sob condições aeróbias, ou seja, com a presença de oxigênio. É um processo no qual se procura reproduzir algumas condições ideais (de umidade, oxigênio e de nutrientes, especialmente carbono e nitrogênio) para favorecer e acelerar a

degradação dos resíduos de forma segura (evitando a atração de vetores de doenças e eliminando patógenos). A criação de tais condições ideais favorece que uma diversidade grande de macro e micro-organismos (bactérias, fungos) atuem sucessiva ou simultaneamente para a degradação acelerada dos resíduos, tendo como resultado um material de cor e textura homogênea, com características de solo e húmus, chamada composto orgânico (ABREU, 2017). Trata-se de um processo de transformação física, mas também fundamentalmente química, pois o objetivo é reaproveitar os nutrientes destes alimentos (GRANADO, 2019).

Conforme Fernandes (1999) a degradação da matéria orgânica é consequência da ação de diversos grupos de microrganismos, resultando em um processo bioquímico altamente complexo. Bozzano (2019) complementa que a ação desses microrganismos, em um ambiente com umidade e oxigênio, gera energia, gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e água, além de um composto estável com nutrientes de fácil assimilação pelas plantas. A energia produzida por eles é utilizada para fomentar seu metabolismo enquanto o restante é liberado na forma de calor.

A parte da energia transformada em calor é conservada na pilha, resultando em altas temperaturas (40-50°C). Além dos benefícios da descontaminação do material, a elevação da temperatura pode auxiliar na degradação de frações mais resistentes, como as fibras, por exemplo (SENA et al, 2019).

Dentre as várias formas de se avaliar a estabilidade de um composto, Bozzano (2019) elegeu algumas características empíricas principais, como:

- Não aderir a mão;
- Não possuir cheiro desagradável;
- Apresentar coloração castanha escura;
- Apresentar granulometria homogênea; e
- Não possibilitar a identificação do material orgânico.

O processo de compostagem envolve a seleção dos materiais para a mistura, escolha do sistema de compostagem, o local onde será processado, como também, a disponibilidade desses materiais para que processo aconteça (KIEHL, 1998).

O composto é capaz de promover melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, pois auxilia na retenção de umidade, melhora a textura dos

solos, dificultando assim o processo de erosão e fornecendo macro e micronutrientes às plantas (MALAFAIA et al., 2015).

Dal Bosco et al (2017) apontam que, além de ser considerada uma destinação ambientalmente adequada, a compostagem possui diversas outras vantagens, que dependem da abrangência de implementação da técnica. Localmente, pode-se ressaltar que o processo resulta em um composto final rico em matéria orgânica humificada que pode ser utilizado como fertilizante para o plantio de diversas espécies vegetais, inclusive alimentícias. Já a compostagem realizada em âmbito municipal prolonga a vida útil do aterro sanitário, uma vez que a matéria orgânica constitui uma fração significativa dos resíduos sólidos urbanos, a qual deixaria de ser destinada às células do aterro.

Vale ressaltar que “compostagem” é o nome atribuído para o processo de degradação. A partir deste processo, diversas técnicas foram criadas e estudadas para cumprir com objetivos de degradação de matérias orgânicas de diferentes origens, alterando os fatores que influenciam o processo (umidade, aeração, temperatura). As técnicas de maior destaque vão ser abordadas no presente trabalho.

### 3.5.1 Fatores que Influenciam o Processo de Compostagem

O processo de compostagem possui muitas variáveis que estão diretamente relacionadas entre si e interferem no tempo de decomposição da matéria orgânica e qualidade do produto. Os fatores que possuem maior influência no desempenho das transformações físico-químicas, de acordo com Valente et al. (2008), Kiehl (1998), Fecchio e Camara (2020) e Oliveira et al. (2008) são: temperatura, umidade, aeração, pH, relação C:N, microrganismos, granulometria.

#### **Temperatura**

Um dos fatores de maior relevância e importante indicador do status/eficiência do processo é a temperatura, uma vez que está diretamente relacionado com a atividade metabólica dos microrganismos, a qual é diretamente afetada pela taxa de aeração (VALENTE et al., 2008). A temperatura é considerada o principal fator que

determinará a sucessão das populações microbianas e sua representatividade nas fases da degradação (REBOLLIDO et al., 2008).

À medida em que o processo de compostagem se inicia, há proliferação de populações complexas de diversos grupos de microrganismos, que vão se sucedendo de acordo com as características do meio. As fases da compostagem foram classificadas por Abreu (2017), com base na temperatura do processo:

- Fase Inicial (até 45°C): se caracteriza pela liberação de calor e elevação rápida da temperatura. Isso acontece pela expansão das colônias de microrganismos mesófilos (organismos que prevalecem até 55°C segundo Fecchio e Camara (2020)) e intensificação da ação de decomposição.

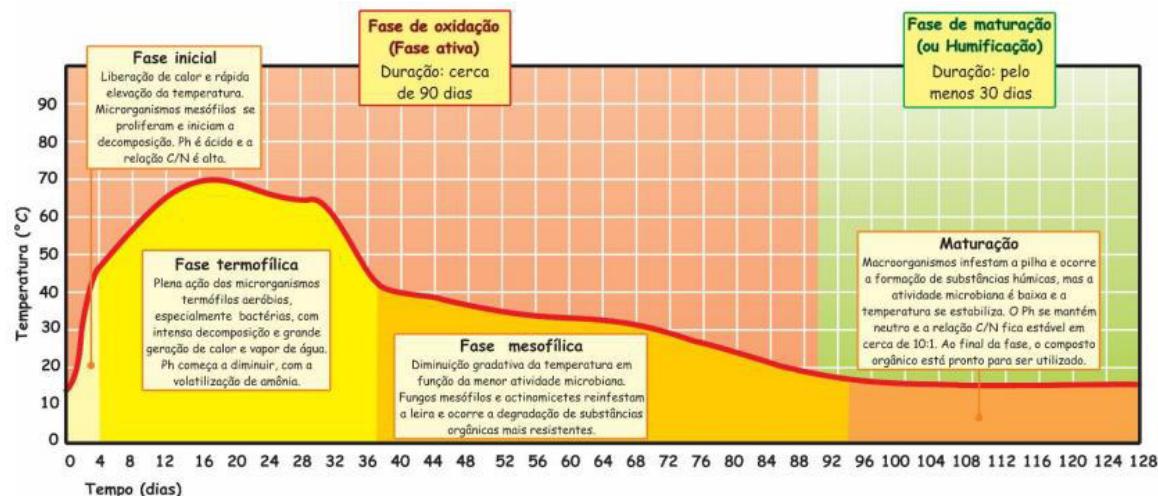
- Fase Termofílica (50 a 65°C): se inicia quando a temperatura se eleva acima de 45°C, quando se dá a plena ação de microrganismos termófilos (organismos que prevalecem acima de 55°C segundo Fecchio e Camara (2020)), com intensa decomposição de material e liberação de calor e de vapor d'água.

- Fase Mesofílica: acontece a diminuição da temperatura pela redução da atividade dos microrganismos, degradação de substâncias orgânicas mais resistentes e perda de umidade.

- Fase de Maturação: formação de húmus, quando a atividade dos microrganismos diminui. A partir desta fase, a decomposição se processa muito lentamente e prosseguirá até a aplicação do composto no solo, liberando nutrientes.

O Gráfico 1 demonstra as fases da compostagem de acordo com a temperatura do processo.

**Gráfico 1 - Variação da temperatura na pilha em função do tempo de compostagem**



Fonte: Abreu (2017)

### **Umidade**

A água é essencial para toda forma de vida. No processo de compostagem, os microrganismos do meio necessitam de água para seu regulamento e degradação de matéria orgânica. Como explicado por Kiehl (1998), a umidade ótima para o processo de compostagem é de 55%. Quando a umidade se encontra abaixo de 40%, a decomposição é lenta, com microrganismos pouco ativos. Com a umidade acima de 60%, o material se mostra encharcado, a água passa a ocupar espaços vazios do ar, o que diminui a aeração local e favorece a decomposição anaeróbica.

### **Aeração**

O oxigênio é de vital importância para a oxidação biológica do carbono dos resíduos orgânicos, para que ocorra produção de energia necessária aos microrganismos que realizam a decomposição (OLIVEIRA et al., 2008).

A degradação da matéria orgânica, entretanto também pode ser realizada através do processo de digestão anaeróbica (sem a presença de oxigênio), como no caso dos Biodigestores Anaeróbicos.

De acordo com Valente et al. (2008), quando se busca a compostagem como tratamento de resíduos orgânicos se procura oferecer um ambiente aeróbio para que os microrganismos se desenvolvam, diminuindo assim a emissão de maus odores e de gases causadores do efeito estufa como o metano e o óxido nitroso. Além disso, diferentemente do que ocorre na compostagem anaeróbia, a presença de oxigênio na massa faz com que ocorra uma decomposição mais rápida da matéria orgânica.

### **Potencial Hidrogeniônico (pH)**

Toda reação da matéria orgânica facilmente degradável seja essa vegetal ou animal, é geralmente ácida, onde no início da decomposição ocorre uma fase fitotóxica, em que se dá a formação de ácidos orgânicos que tornam o meio mais ácido. Entretanto, os ácidos orgânicos e os traços de ácidos minerais que se formam, reagem com as bases liberadas da matéria orgânica facilmente degradável,

gerando assim compostos de reação alcalina, ocasionando aumento do pH. (KIEHL, 1998)

Ao final do processo se espera que o composto apresente pH entre 6 e 7, intervalo este em que os macros e micronutrientes estão mais disponíveis para a aplicação do composto no solo (DAL BOSCO et al, 2017).

### **Relação C:N**

A relação C/N é um índice utilizado para avaliar os níveis de maturação de substâncias orgânicas e seus efeitos no crescimento microbiológico, já que a atividade dos microrganismos heterotróficos, envolvidos no processo, depende tanto do conteúdo de C para fonte de energia, quanto de N para síntese de proteínas (VALENTE et al., 2008).

Para Kiehl (1998) os microrganismos absorvem carbono e nitrogênio na relação C/N igual a 30/1. Durante o processo de compostagem a relação C/N é corrigida de modo que, quando o composto estiver umidificado, a relação C/N será em torno de 10/1.

Uma relação de C/N desequilibrada poderá causar mau odor, temperaturas estáveis (indicação de que há baixa atividade microbiana) e demora na degradação de matéria orgânica. Pode ser corrigida adicionando matéria orgânica (restos de alimentos, ricos em nitrogênio) ou matéria seca (como serragem e palha, rico em carbono).

### **Microrganismos**

A ação dos microrganismos na compostagem está diretamente relacionada à temperatura do processo, uma vez que esta desempenha um papel seletivo na evolução e sucessão da comunidade microbiológica.

Conforme Kiehl (1998) os principais microrganismos presentes no processo de compostagem são bactérias (predominantemente actinomicetos) e fungos. Porém outros organismos como algas, protozoários, vermes (nematóides), insetos e larvas podem vir a aparecer também, dependendo principalmente das características do material a ser composto. Esses microrganismos normalmente já se encontram nos resíduos, sendo que o processo de compostagem promove um ambiente com

condições favoráveis de umidade, nutrientes e oxigênio para que eles possam degradar e estabilizar a matéria orgânica.

Guermandi (2015) utiliza da classificação do processo de compostagem a partir das faixas de temperatura, para exemplificar o desenvolvimento de microrganismos na digestão aeróbica da compostagem:

- Fase Inicial (até 45°C): predominância de bactérias mesófilas responsáveis pela quebra de matéria orgânica; presença também de fungos e organismos heterotróficos que se proliferaram em ambientes com pH ácido.
- Fase Termofílica (50 a 65°C): ação de bactérias termófilas que degradam polímeros complexos, utilizando esses produtos como fontes de carbono e doadores de elétron; actinomicetos e fungos termofílicos também emergem
- Fase Mesofílica e Fase de Maturação: ressurgimento de bactérias e fungos mesofílicos.

O atingimento de temperaturas termofílicas visa também a eliminação de patógenos que possam estar presentes na matéria prima compostada (FERNANDES, 1999).

### **Granulometria**

A dimensão das partículas também é um fator importante a ser considerado na compostagem. É de conhecimento geral que maiores áreas de contato garantem uma superfície maior para que o processo ocorra, neste caso a decomposição, logo uma menor granulometria acarretaria um processo mais intenso de degradação da matéria orgânica.

Porém Valente et al. (2008) e Dal Bosco et al (2017) explicam que materiais com granulação muito fina geram poucos espaços porosos, dificultando a difusão de oxigênio e favorecendo a compactação da matéria orgânica, causando anaerobiose no meio.

Uma das soluções é misturar vários tipos de resíduos orgânicos para tentar corrigir o tamanho das partículas, favorecendo a homogeneização da massa em compostagem, obtendo assim uma melhor porosidade (VALENTE et al., 2008).

### 3.5.2 Etapas da Compostagem

Kiehl (1998) cita três fases no processo de decomposição microbiana, que são complementadas pelos autores Fecchio e Camara (2020) e Valente et al. (2008).

#### **Fase Fitotóxica**

Nesta fase ocorre o início da decomposição da matéria orgânica facilmente degradável, onde ocorre o desprendimento de calor, vapor d'água e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). A matéria orgânica facilmente degradável crua possui reação ácida, e nessa fase de decomposição biológica desenvolvem-se diversos ácidos minerais e ácidos orgânicos, que dão ao material propriedades de fitotoxicidade (FECCHIO; CAMARA, 2020).

#### **Fase Semicura**

A segunda fase da degradação, segundo Kiehl (1998) ocorre após 10 a 20 dias da primeira fase, a matéria orgânica facilmente degradável entra em processo de semicura, ou também chamado estado de bioestabilização. Ao final dessa fase, o composto deixa de ser danoso às plantas, porém ainda não contém as características e propriedades ideais.

#### **Fase Maturação**

Essa fase também é conhecida como umidificação, que é o estado final da degradação da matéria orgânica facilmente degradável. De acordo com Valente et al. (2008) a maturação é acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica, como nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio, que passam da forma orgânica para a inorgânica, ficando disponíveis às plantas. Nessa fase o composto adquire as características e propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas desejáveis (KIEHL, 1998).

### 3.6 ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DO RESÍDUO ORGÂNICO DOMÉSTICO

Para mudar o cenário atual de descarte inadequado do lixo orgânico doméstico, deve haver estudos sobre os tratamentos viáveis para este tipo de resíduo. Os métodos para degradação da matéria orgânica são: digestão aeróbica e digestão anaeróbica. De acordo com Fernandes (1999), as técnicas utilizadas podem ser classificadas em 3 grupos principais:

- Sistema de leiras revolvidas (windrow), onde a mistura de resíduos é disposta em leiras, sendo a aeração fornecida pelo revolvimento dos resíduos e pela convecção e difusão do ar na massa do composto. Uma variante deste sistema, além do revolvimento, utiliza a insuflação de ar sob pressão nas leiras
- Sistema de leiras estáticas aeradas (static pile), onde a mistura a ser compostada é colocada sobre uma tubulação perfurada que injeta ou aspira o ar na massa do composto, não havendo revolvimento mecânico das leiras.
- Sistemas fechados ou reatores biológicos (In-vessel), onde os resíduos são colocados dentro de sistemas fechados, que permitem o controle de todos os parâmetros do processo de compostagem.

Os dois primeiros sistemas geralmente são realizados ao ar livre, sendo em alguns casos realizados em áreas cobertas. A compostagem em reatores biológicos apresenta várias alternativas de reatores e níveis de automação.

#### 3.6.1 Enterramento

O processo de enterramento é indicado quando há pouca quantidade de matéria orgânica produzida e espaço físico disponível.

Segundo Abreu (2017) o enterramento adequado deve ser realizado em uma vala quadrada de 20cm de lado por 30cm de profundidade para cada 10 litros de resíduos orgânicos. Depois de se depositar os resíduos orgânicos na vala, adiciona-se matéria seca, como serragem, palha ou folhas, para, então, cobrir a mistura com terra ou palha. A adição de matéria seca é importante para criar condições de degradação aeróbia da matéria orgânica, evitando mal cheiro.

O processo termina quando a vala fica preenchida. O local do aterramento deve ser mantido sob observação para evitar que animais sejam atraídos.

O espaço do aterramento futuramente pode ser utilizado como canteiro para plantação, por ser um local rico em matéria orgânica (ABREU, 2017).

### 3.6.2 Vermicompostagem

A vermicompostagem (ou tratamento em minhocários) é uma técnica de compostagem baseada na decomposição da matéria orgânica na presença de minhocas e microrganismos em um ambiente fechado. A utilização de minhocas resulta em um processo de degradação mais rápido, sendo mais atrativo para pessoas que buscam fazer compostagem de forma individualizada.

Os minhocários normalmente são recipientes plásticos e de tamanhos variados proporcionais ao volume de matéria orgânica a ser compostado.

A espécie mais utilizada no Brasil para a produção do vermicomposto é a *Eisenia foetida* conhecida como Vermelha da Califórnia. Essa espécie tem elevada taxa de reprodução, produz grande quantidade de composto e é de fácil adaptação (FECCHIO; CAMARA, 2020).

O processo de vermicompostagem acontece com o auxílio de 3 (ou mais) caixas empilháveis: 2 caixas digestoras e 1 caixa coletora de chorume (Figura 1). A quantidade de caixas digestoras pode variar de acordo com a necessidade. As duas primeiras caixas da composteira servem para deposição dos resíduos orgânicos. Na caixa do topo, deve-se adicionar os restos de comida, matérias secas e as minhocas. Quando a primeira caixa digestora ficar cheia, deve-se alternar a caixa cheia com a caixa do centro. À medida que os alimentos são absorvidos no processo de compostagem doméstica, as minhocas migram para a caixa superior em busca de mais comida. Conforme a decomposição da matéria orgânica ocorre, o chorume é produzido e armazenado na caixa inferior.

**Figura 1 – Exemplo da estrutura de caixas da vermicompostagem**



Fonte: Floresta (2021)

A umidade é um aspecto dos mais importantes, uma vez que o composto muito úmido pode propiciar a formação e retenção de gases e/ou dificultar a mobilidade das minhocas (ECYCLE, 2021). Por isso, intercala-se matéria seca e matéria orgânica nas caixas digestoras.

Ambos os produtos da vermicompostagem (humus de minhoca e chorume) são altamente ricos em matéria orgânica e são recomendados para adubação. O chorume trata-se do composto líquido, encontrado na caixa de armazenamento, rico em nutrientes e sais minerais. Para utilizá-lo como adubo recomenda-se diluí-lo em água, em uma proporção de uma parte de chorume para 10 (dez) partes de água (ECYCLE, 2021).

Por se tratar de um processo controlado e na presença de minhocas, alguns alimentos não são recomendados para a vermicompostagem, como indicado no Quadro 4.

**Quadro 4 – Recomendações de alimentos para a vermicompostagem**

Alimentos sem restrição	Alimentos que devem ser colocados com moderação	Não devem ser colocados na composteira
Frutas Verduras Legumes Grãos e sementes Borra de café Sachê de chá Casca de ovos	Frutas cítricas Alimentos cozidos Guardanapos e papel toalha Laticínios Flores e ervas	Carnes Limão Temperos fortes Óleos e gorduras Líquidos Fezes de animais domésticos Papéis (por exemplo: higiênico, jornais)

Fonte: Vicenzo (2021)

### 3.6.3 Biodigestão Anaeróbica

A digestão anaeróbia é um processo biológico natural que ocorre na ausência de oxigênio molecular, no qual populações bacterianas interagem estreitamente para promover a fermentação estável e autorregulada da matéria orgânica, da qual resultam, principalmente, os gases metano ( $\text{CH}_4$ ) e dióxido de carbono (VESPA, 2015). Como subproduto deste processo também se tem matéria orgânica estabilizada (presente na fração líquida).

Lima (2021) evidencia que dentro de um biodigestor, a concentração de metano pode atingir, aproximadamente, 60% da composição do biogás. O alto poder calorífico do gás metano o torna propício para geração de energia. Dessa maneira, o biodigestor tem a capacidade técnica de converter a matéria orgânica em energia elétrica.

Os principais componentes presentes em um projeto de um biodigestor são, resumidamente: Tanque de alimentação (recebimento do material orgânico); Pré-tratamento; Biodigestor; (tempo no interior do biodigestor varia de acordo com o resíduo, podendo variar de 30 a 90 dias, aproximadamente); Tanque de armazenamento da matéria orgânica estabilizada; Unidade de purificação do biogás; Conjunto motor gerador de energia elétrica (LIMA, 2021).

A degradação anaeróbia dos resíduos ocorre no interior dos biodigestores e é dividida nas quatro seguintes etapas: Hidrólise; Acidogênese; Acetogênese; Metanogênese. (LIMA, 2021)

O primeiro estágio envolve bactérias fermentativas não metanogênicas na formação de ácidos, das quais obtêm energia para o seu crescimento através da hidrólise dos polímeros, que compõem a matéria orgânica, fermentando os produtos desta hidrólise a ácidos orgânicos, alcoóis, gás carbônico, hidrogênio, amônia e sulfetos. O segundo estágio envolve várias espécies de bactérias metanogênicas na formação de metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), as quais obtêm energia para o seu crescimento catabolizando os produtos do primeiro estágio (MANFRON, 2014).

O processo de biodigestão anaeróbica requer equipamentos específicos e pessoas qualificadas para gerenciamento e controle dos parâmetros operacionais, que influenciam na eficiência do processo. Segundo Lima (2021) alguns dos parâmetros a serem analisados são: vazão de entrada do resíduo no sistema, carga

orgânica aplicada, pH, temperatura, relação C:N (carbono:nitrogênio), relação demanda química de oxigênio (DQO) e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), e alguns outros como a presença de micronutrientes. Além dos parâmetros listados, Manfrom (2014) aponta o tempo de retenção hidráulica (TR) como parâmetro, utilizado para expressar a velocidade do processo, definido como sendo o volume do biodigestor/vazão do resíduo.

Conforme Crespo (2013), as vantagens da digestão anaeróbia dos resíduos sólidos são: a redução do volume para a disposição final, produção de energia (pela queima do gás metano), alta taxa de destruição de agentes patogénicos (devido ao processo de digestão termófila), produção de um lodo estabilizado com características desejáveis e produção de um subproduto desejável (gás metano).

De acordo com Abreu (2017) e Vespa (2015) a biodigestão anaeróbica é um método que funciona bem no tratamento de resíduos líquidos, tratamento de esterco animal e tratamento de esgoto, podendo ser utilizadas para tratamento de resíduos sólidos urbanos.

### 3.6.4 Compostagem com Revolvimento de Leiras

A técnica de compostagem com revolvimento de leiras, consiste em uma das formas mais simples de compostagem, que ocorre ao ar livre e de forma natural.

A matéria orgânica e matéria seca são dispostas em leiras (montanhas) durante todo o processo e são periodicamente revolvidas para estimular a aeração da matéria. De acordo com Fernandes (1999), quando é feito o revolvimento, o composto entra em contato com a atmosfera rica em O<sub>2</sub>, o que permite suprir momentaneamente as necessidades de aeração do processo biológico.

Fernandes (1999) descreve os principais objetivos do revolvimento das leiras durante a compostagem, sendo eles:

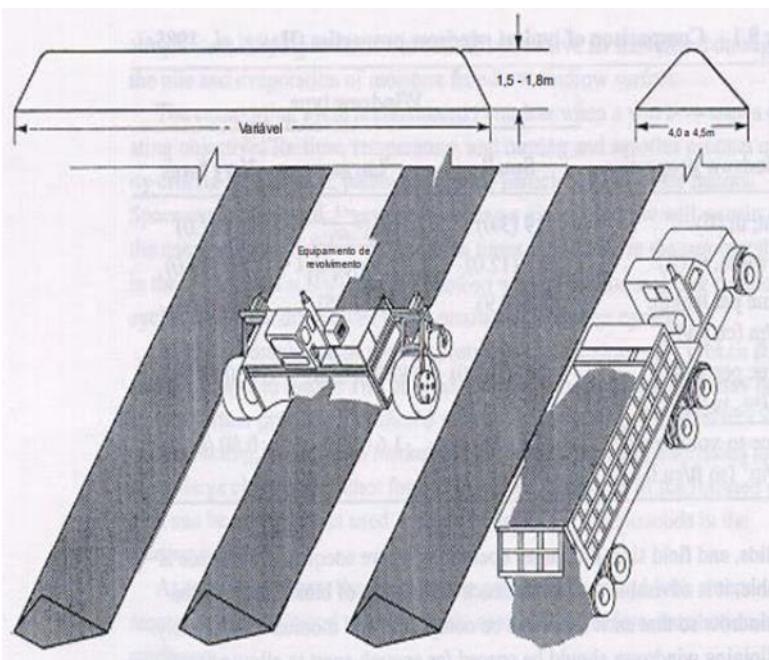
- Aerar a massa de resíduos em compostagem
- Aumentar a porosidade do meio, que sofre uma compactação natural devido ao peso próprio
- Homogeneizar a mistura

- Expor as camadas externas às temperaturas mais elevadas do interior da leira, melhorando a eficiência da desinfecção
- Em alguns casos, reduzir a granulometria dos resíduos
- Diminuir o teor de umidade do composto

Os revolvimentos podem ser de dois tipos: manuais ou mecanizados. A utilização da mecanização no processo permite otimizar a mão de obra, melhorar as condições de trabalho e revirar um volume maior de composto em determinado tempo e aumentar a frequência de aeração do processo (SALES et al., 2011).

Segundo Fernandes (1999), as leiras em formato triangular, com dimensões entre 1,50m a 1,80m de altura e 4,0m a 4,5m de base, são as mais comuns e apresentam melhores resultados. Outras variáveis devem ser levadas em consideração para o dimensionamento do pátio de compostagem, como: espaço entre as leiras para passagem de caminhões, pás e máquinas usadas no revolvimento e espaço para estocagem (FECCHIO; CAMARA, 2020). A Figura 2 ilustra um pátio de compostagem.

**Figura 2 - Representação de um pátio de compostagem com leiras**



Fonte: Fernandes (1999)

Segundo Inácio e Miller (2009), esse método é mais aplicável a grandes volumes de material vegetal (restos de poda, grama e folhas secas) do que na compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares.

### 3.6.5 Compostagem Termofílica em Leiras Estáticas com Aeração Passiva

A compostagem termofílica em leiras estáticas com aeração passiva consiste na compostagem em que a aeração ocorre de maneira natural. Abreu (2017) destaca que este método se difere de outros pela ausência de equipamentos para a aeração forçada ou de revolvimento do material para aeração. O nome da técnica é dado a partir das características do processo, explicado pelo Quadro 5.

**Quadro 5 – Explicação dos termos da técnica de compostagem**

Termo	Significado
Compostagem termofílica	Processo de decomposição microbiológica, dependente de oxigênio e com geração de calor, se desenvolvendo acima de 45°C (atingindo picos que podem ultrapassar 70°C).
Leiras estáticas	Montes formados por resíduos e outros materiais. Não exigem revolvimentos ou tombamentos durante sua operação.
Aeração passive	Aeração se dá por convecção natural, onde o ar quente escapa pelo topo da leira, e o ar frio é sugado pela base permeável da leira.

Fonte: Adaptado (ABREU, 2017)

A montagem das leiras estáticas com aeração passiva é feita de forma manual e divididas em camadas, sendo a primeira camada de matéria seca para garantir maior aeração na pilha. Na sequência é depositado o material orgânico a ser compostado, e a última camada de grama (FECCHIO; CAMARA, 2020).

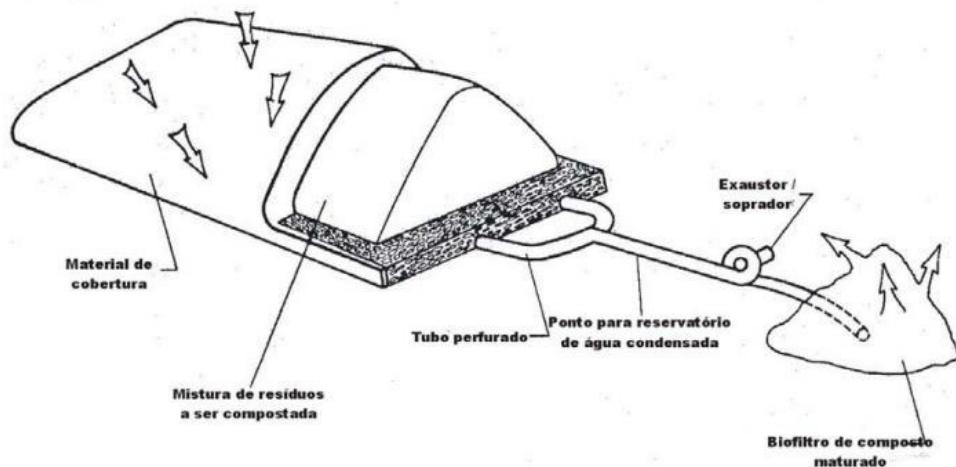
De acordo com Florianópolis (2020) deve-se instalar um sistema de drenagem embaixo da leira para a coleta do composto líquido. As camadas de matéria orgânica devem ser intercaladas com material estruturante seco (serragem e folhas) até atingir altura de 1,3m, quando deve ser fechado com material seco.

A técnica de compostagem em leiras com aeração passiva também é conhecida como “Método UFSC” de compostagem de resíduos orgânicos. O método é um trabalho de pesquisa do professor Paul Richard Momsen Miller, do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Catarina. Consiste na adaptação do método de compostagem termofílica em leiras estáticas com aeração passiva à realidade brasileira, de forma a otimizar o processo de transformação da matéria orgânica em fertilizante natural (MARCELINO, 2017).

### 3.6.6 Compostagem Termofílica em Leiras Estáticas com Aeração Forçada

O processo de compostagem em leiras estáticas com aeração forçada segue a mesma estrutura da compostagem com aeração passiva, com o adicional de equipamentos específicos para a insuflação ou aspiração de ar no interior das leiras (FECCHIO; CAMARA, 2020), como representado pela Figura 3.

**Figura 3 – Esquema do sistema de compostagem com leiras estáticas aeradas**



Fonte: Fernandes (1999)

Neste sistema, uma vez que a mistura de resíduos é colocada sobre as tubulações de aeração, ela permanece estática até o final da fase de bioestabilização. Os sopradores devem funcionar durante toda a fase termófila, fase de maior demanda de oxigênio. Após a fase termófila o composto pode ser transportado para outro local, onde será realizada a maturação. Nesta fase as

necessidades de oxigenação são baixas e o composto pode ficar em leiras sem aeração, sendo revolvido periodicamente (FERNANDES, 1999).

Devido ao alto fluxo de oxigênio no interior da leira tem-se o maior controle de odores e o processo de decomposição ocorre em menor tempo. A demanda por áreas de pátio para aplicação da técnica é menor devido ao reviramento da leira não ser necessário. Essa técnica requer a introdução de água e demanda custos com energia elétrica para a manutenção do sistema de aeração. Com esses tópicos, essa técnica de compostagem se torna interessante para ser aplicada em áreas urbanas e periurbanas (SILVA, 2008).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MÉTODO DE PESQUISA

Para a execução do presente trabalho foi realizado um estudo de caso, com o público-alvo sendo os moradores do município de Campinas. O estudo de caso teve como objetivo entender o posicionamento da amostra sobre a questão da compostagem.

De acordo com Yin (1994), o estudo de caso contribui, de forma inigualável, para a compreensão que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos. Para o autor este método de pesquisa é uma estratégia de pesquisa abrangente, pois engloba a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta de dados e à análise de dados. O principal objetivo de um estudo de caso é tentar esclarecer o motivo pelo qual um conjunto de decisões foram tomadas, implementadas e quais os resultados gerados (KETOKIVI e CHOI, 2014).

Segundo VOSS (2010), os estudos de casos podem ser classificados de acordo com o seu conteúdo ou objetivo final (exploratórios, explanatórios e descritivos) ou pela quantidade de casos. Pesquisas exploratórias visam compreender um fenômeno ainda pouco estudado ou aspectos específicos de uma teoria ampla. Pesquisas explicativas, visam identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, explicando suas causas. E, finalmente, a descritiva, caracteriza determinada população ou fenômeno (GIL, 1994).

Entre as principais classificações metodológicas, que podem ser utilizadas nas pesquisas, destacam-se: classificação quanto aos objetivos, quanto a abordagem do problema, quanto às estratégias de pesquisa, quanto às técnicas de coleta de dados, quanto a natureza do problema, quanto a natureza das variáveis, e quanto ao ambiente de pesquisa (BERND; ANZILAGO, 2016). Os tipos de pesquisas, correspondentes às principais classificações e o tipo de pesquisa escolhida para este trabalho, podem ser observadas no Quadro 6.

**Quadro 6 – Classificações e tipos de pesquisas**

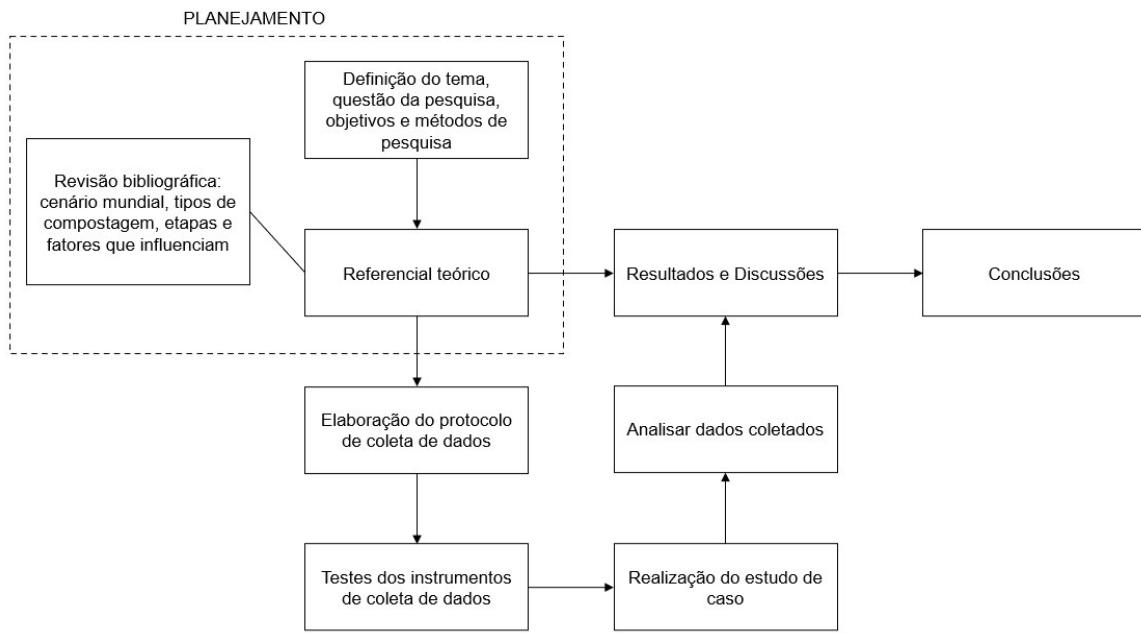
<b>Classificação das pesquisas</b>	<b>Tipos de Pesquisa</b>	<b>Classificação desta pesquisa</b>
Quanto aos objetivos	Exploratória Descritiva Descritivo-explicativo Exploratório-descritivo	Descritiva
Quanto ao método de abordagem	Dedutivo Indutivo Hipotético-dedutivo Dialético	Indutiva
Quanto ao procedimento de pesquisa	Experimento Pesquisa bibliográfica Pesquisa documental Levantamento Estudo de Caso Estudo de Campo Pesquisa ação Pesquisa participante Ex-post-facto	Estudo de caso
Quanto aos instrumentos de coleta de dados adotados	Observação Observação Participante Entrevista Questionário Documental	Questionário
Quanto a natureza do problema e a interação na sociedade	Básica (pura, fundamental, teórica) Aplicada ou empírica	Aplicada
Quanto à forma da abordagem das variáveis pesquisadas no tratamento dos dados	Quantitativa Qualitativa Mista	Mista

Fonte: Adaptado (BERND; ANZILAGO, 2016)

## 4.2 ETAPAS DA PESQUISA

De acordo com Yin (1994), as fases da pesquisa para o início do estudo de caso são: definição do problema, delineamento da pesquisa, coleta de dados, análise de dados e composição e apresentação dos resultados. Sendo assim, o fluxograma metodológico deste trabalho é composto por estas etapas, demonstradas no fluxograma na Figura 4.

**Figura 4 - Fluxograma de atividades**



Fonte: Autor

Para dar início ao projeto, foi necessário estabelecer e definir elementos importantes para a realização, como: tema, objetivos e o método de pesquisa. Em seguida foi realizado um aprofundamento do tema escolhido por meio da fundamentação teórica, elencando os principais temas a serem abordados no trabalho. A revisão bibliográfica do tema foi escrita com base em artigos científicos, livros e sites do tema.

Com as etapas finalizadas, iniciou-se a estruturação do questionário para a coleta de dados. Anteriormente ao início da pesquisa foi estabelecido que o foco seria a compostagem em pequena escala, que pode ser realizada pela população dentro da sua residência. A escolha do enfoque se deu pela maior facilidade de adquirir os dados a serem analisados e conhecimento prático da aluna sobre este tipo de compostagem. A partir da escolha pôde-se dar continuidade ao trabalho.

A pesquisa para o estudo de caso foi realizada através da plataforma Google Forms, com moradores do município de Campinas, durante o período de 10 dias. Em conjunto com a orientadora, as perguntas elaboradas, abordaram informações básicas (como idade, gênero e escolaridade) e questionaram o conhecimento da população sobre compostagem e seu interesse em apreender e aderir ao tratamento de resíduo. As perguntas do formulário podem ser encontradas no Apêndice A.

A pesquisa foi divulgada para pessoas conhecidas da cidade e publicada em grupos diversos para maior diversificação dos dados. Os requisitos utilizados para preenchimento do questionário foram:

- Maior de 18 anos;
- Residente de Campinas e região

Após o tempo estipulado para aplicação do questionário foram obtidas 143 respostas. A análise de dados foi elaborada somente com base nessas informações.

## 5 ESTUDO DE CASO

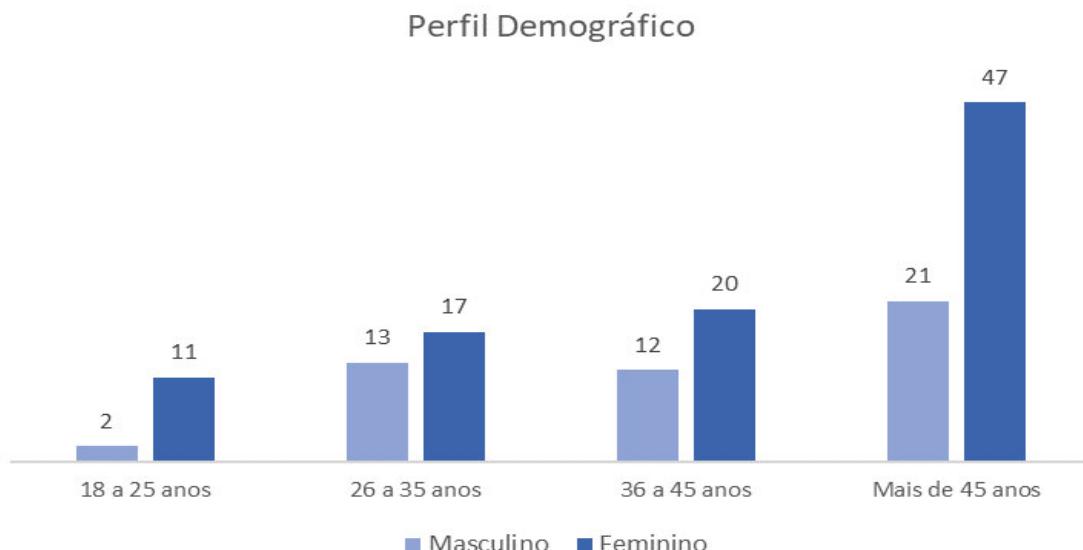
Como uma forma de entender o posicionamento da população sobre o tratamento de resíduos orgânicos do município de Campinas, foi elaborado um formulário sobre a aceitabilidade da população sobre a compostagem doméstica, responsável por gerar cerca de 1000 toneladas por dia em Campinas (CAMPINAS, 2007c).

Com este enfoque na pesquisa, foi possível eliminar variantes externas à compostagem, como: relacionamento com poder público, burocracias na coleta de informações, viabilidade na coleta dos materiais orgânicos na escala municipal, alcance da coleta de lixo comum e coleta seletiva na cidade.

### 5.1 APRESENTAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS PELO FORMULÁRIO

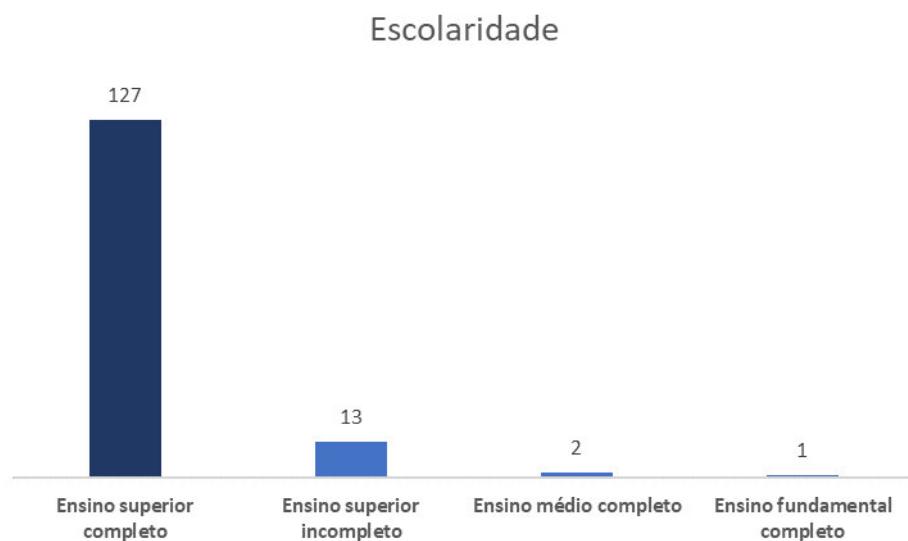
Com a finalização do período de preenchimento do formulário, obteve-se 143 respostas. A fim de facilitar a análise dos dados, foi necessário revisar as respostas para algumas questões que tinham como opção adicionar comentários. Assim, em especial para as questões 8, 12 e 14 do formulário (que abordaram: como ele conheceu a compostagem, os benefícios e motivos que o entrevistado(a) não teria uma composteira) foi necessário um agrupamento de respostas semelhantes.

Das 143 respostas obtidas 66,43% (95) das pessoas pesquisadas eram do gênero feminino, e 33,57% (48) do gênero masculino. A faixa etária mais abrangente da pesquisa foi de pessoas acima de 45 anos de idade (68 respostas), seguido de pessoas de 36 a 45 anos (32 respostas), 26 a 35 anos (30 respostas) e por fim 18 a 25 anos (13 respostas). O Gráfico 2 apresenta o perfil demográfico (gênero e idade) das pessoas que responderam ao questionário.

**Gráfico 2 - Perfil demográfico do questionário, informações de idade e gênero**

Fonte: Autor

Quanto à escolaridade, a maior parte dos participantes possuem ensino superior completo, 88%. O restante das respostas foram: 9,09% ensino superior incompleto, 1,4% ensino médio completo e 0,7% ensino fundamental completo. Os valores foram registrados no Gráfico 3.

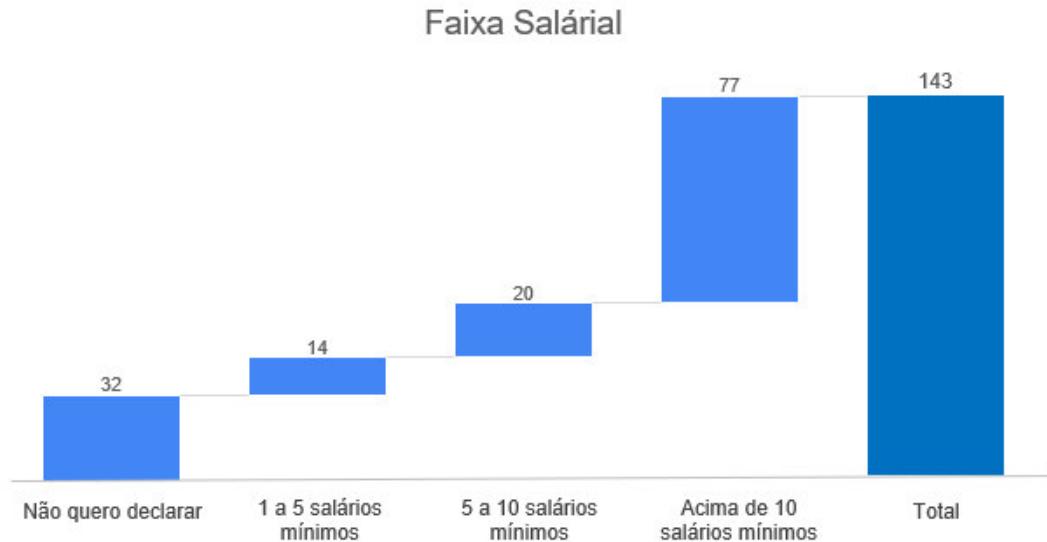
**Gráfico 3 - Perfil demográfico do questionário, informação de escolaridade**

Fonte: Autor

Em relação a faixa salarial, 32 pessoas preferiram não declarar sua renda (22,38%), 77 pessoas afirmaram ter uma renda superior a 10 salários-mínimos

(53,85%), em seguida 20 pessoas recebem de 5 a 10 salários-mínimos (13,99%) e 14 pessoas recebem de 1 a 5 salários-mínimos (9,79%). Os dados estão disponíveis também no Gráfico 4.

**Gráfico 4 - Perfil demográfico do questionário, informação da faixa salarial**



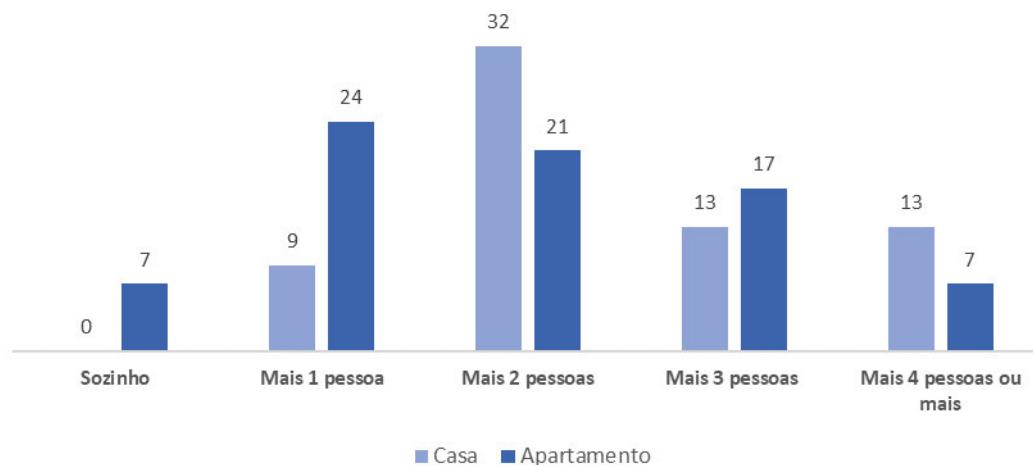
Fonte: Autor

Das respostas coletadas para a questão do tipo de residência, 53,15% das pessoas (76 respostas) declararam que moram em um apartamento, 46,15% (66 respostas) moram em casa e apenas 1 pessoa declarou morar em uma chácara. Para análise dos dados, considerou-se que 67 pessoas declararam morar em casa (46,85%).

Na sequência, quando questionados sobre quantas pessoas moram na residência, a maioria (37,06% das pessoas) retornou que moram com mais 2 pessoas; seguidos por 23,08% que moram com mais 1 pessoa; 20,985% que moram com mais 3 pessoas; 13,99% que moram com 4 ou mais pessoas e por último 4,90% das pessoas responderam que moram sozinhos. O Gráfico 5 revela a relação do tipo de residência da amostra e quantas pessoas residem juntos.

**Gráfico 5 - Relação do tipo de residência com o número de moradores**

Relação: residência e número de moradores



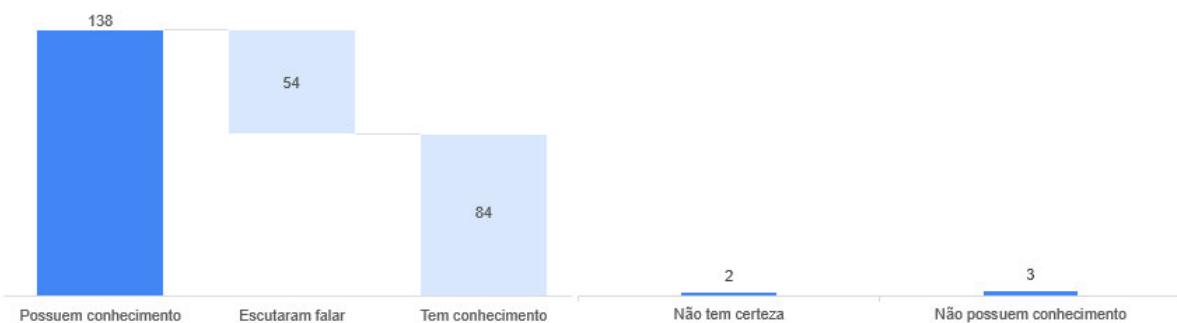
Fonte: Autor

Iniciando os questionamentos sobre tratamento de resíduos 83,92% das respostas foram positivas para coleta seletiva no bairro, contra 16,08% das pessoas informaram que não possuem coleta.

No quesito de compostagem, quando perguntadas se sabiam o que era este tratamento 138 pessoas das 143 respostas informaram que sabem o que é a compostagem (separadas por 54 pessoas que já escutaram falar e 84 pessoas que tem conhecimento). Na questão, 2 pessoas informaram que não tem certeza, e outras 3 pessoas retornaram que não conhecem, mas possuem interesse em aprender. Valores foram registrados no Gráfico 6.

**Gráfico 6 - Fonte do conhecimento sobre a compostagem**

Possuem conhecimento sobre compostagem



Fonte: Autor

A oitava pergunta do formulário: “Caso você já tenha contato com a compostagem, como obteve esse conhecimento?”, gerou respostas diversas por ser uma pergunta aberta, com pessoas compartilhando suas experiências. Para conseguir analisar de forma crítica, elas foram classificadas e representam as porcentagens abaixo:

- Conheço pessoas que fazem compostagem: 61 respostas (42,66%)
- Aulas/educação ambiental: 40 respostas (27,97%)
- Não tenho conhecimento sobre compostagem: 22 respostas (15,38%)
- Plataformas digitais/Redes Sociais: 13 respostas (9,09%)
- Reportagem/Televisão: 4 respostas (2,80%)
- Redes sociais: 2 respostas (1,40%)
- Livros e revistas especializadas: 1 respostas (0,85%)

Nos questionamentos subsequentes somente 13,29% fazem compostagem na sua residência (19 respostas), em contrapartida dos 86,71% (124 respostas) que não a realizam. Valores são apresentados no Gráfico 7.

**Gráfico 7 - Número de pessoas que realizam compostagem na amostra**



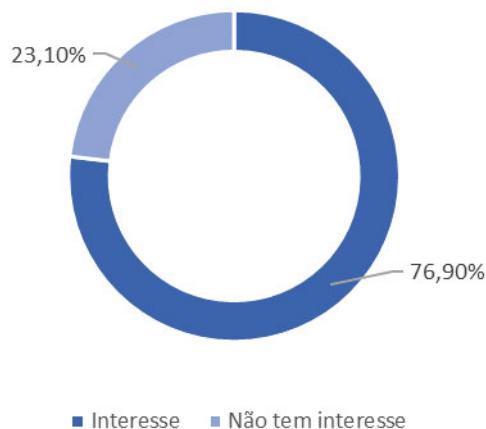
Fonte: Autor

Temos que 76,22% não possuem conhecimentos que de acordo com a lei 12.305/2010, que institui o Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, o lixo orgânico deveria ser destinado para a compostagem.

Quando questionados sobre o interesse em aprender a ter uma composteira na sua casa, 110 pessoas responderam que têm interesse (76,92%) e 33 pessoas responderam que não possuem (23,08%). Valores são apresentados no Gráfico 8.

**Gráfico 8 - Interesse da amostra em ter uma composteira**

Interesse em realizar compostagem



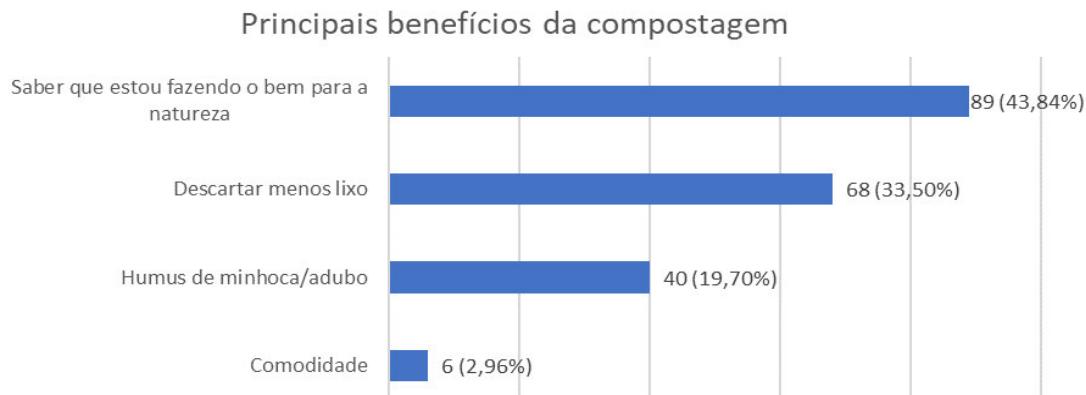
Fonte: Autor

As perguntas seguintes foram destinadas de acordo com o interesse das pessoas em ter uma composteira. Nas perguntas que se seguem, foi questionado aos entrevistados sobre o interesse em terceirizar o tratamento de resíduos: contratar uma empresa para recolher os seus resíduos orgânicos para ser compostado em outro local e se pagariam como uma “mensalidade”. Este questionamento teve como base a empresa Guaráipu (residente em Campinas), citada anteriormente, que possui planos de assinatura para realizar a compostagem.

Para as pessoas que responderam que possuem interesse na compostagem, foram realizadas as perguntas e obtidas as seguintes respostas:

- Para você, quais seriam os benefícios de ter uma composteira? Para a primeira pergunta, as pessoas poderiam indicar mais de um benefício para a compostagem e foram obtidas as respostas indicadas no Gráfico 9.

**Gráfico 9 - Respostas sobre o benefício da compostagem, de acordo com as pessoas que possuem interesse na compostagem**



Fonte: Autor

- Você preferiria fazer a compostagem na sua casa ou pagar uma “mensalidade” para ter o seu lixo orgânico recolhido e ser compostado em outro local? Para esta pergunta, 52,73% das respostas (58) indicaram que as pessoas gostaram de fazer a compostagem em casa. Outros 47,27% (52) preferem a opção de delegar este serviço. Os valores são representados no Gráfico 10.

**Gráfico 10 - Respostas sobre a preferência entre compostar ou terceirizar o serviço, de acordo com as pessoas que possuem interesse na técnica**



Fonte: Autor

Para as pessoas que responderam que não possuem interesse na compostagem, foram realizadas as perguntas e obtidas as seguintes respostas:

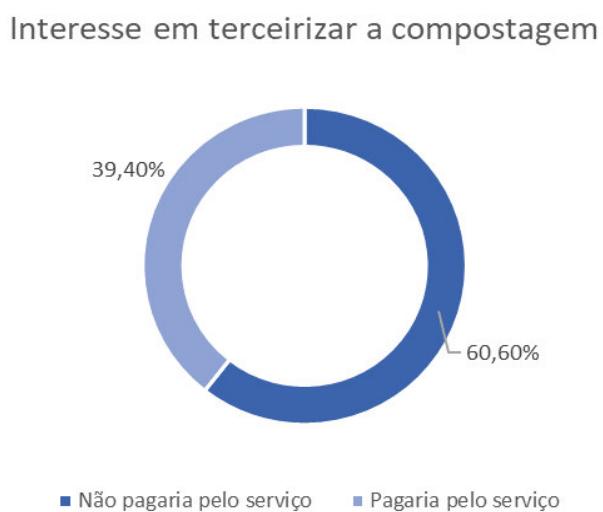
- Por quais motivos você não teria uma composteira? As pessoas poderiam indicar mais de um motivo. As respostas geradas foram reclassificadas para melhor análise e estão indicadas no Gráfico 11.

**Gráfico 11 - Respostas sobre o motivo de não se ter uma composteira**



- Estaria disposto a pagar uma “mensalidade” para ter o seu lixo orgânico recolhido e ser compostado em outro local? Para esta pergunta, 60,61% das respostas (20) indicaram que não possuem interesse em contratar o serviço de compostagem através das “mensalidades”, e 39,39% das respostas (13) pagariam pelo serviço. Os valores são representados no Gráfico 12.

**Gráfico 12 - Respostas sobre a intenção em terceirizar o serviço, de acordo com as pessoas que não possuem interesse na compostagem**



Fonte: Autor

## 5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

As perguntas para o formulário foram elaboradas pensando no objetivo final deste trabalho: estudar a viabilidade da compostagem como tratamento de resíduos domésticos. Assim, as perguntas são classificadas em dois grupos: perguntas demográficas e perguntas sobre o tema. As perguntas demográficas visam entender as características do público; e as perguntas sobre compostagem abordam questões mais específicas do tema. No Quadro 8 foi elencado a motivação das perguntas.

**Quadro 7 – Motivação das perguntas no questionário sobre compostagem**

Perguntas	Motivação da pergunta
<b>Gênero</b>	Pergunta demográfica
<b>Idade</b>	Pergunta demográfica
<b>Escolaridade</b>	Pergunta demográfica
<b>Faixa salarial</b>	Pergunta demográfica
<b>Qual tipo de residência você mora?</b>	Pergunta demográfica e identificar a percepção das pessoas sobre a limitação do espaço físico quanto a ter uma composteira
<b>Quantas pessoas moram na sua casa além de você?</b>	Pergunta demográfica
<b>No bairro onde você mora tem coleta seletiva?</b>	Pergunta demográfica
<b>Você sabe o que é a compostagem?</b>	Identificar a noção das pessoas sobre o tema, e possíveis lacunas de conhecimento
<b>Caso você já tenha contato com a compostagem, como obteve esse conhecimento?</b>	Identificar a divulgação do tema
<b>Você faz compostagem na sua residência?</b>	Identificar quantas pessoas já realizam compostagem
<b>Você sabia que por lei (lei 12.305/2010 institui o Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS) o lixo orgânico deveria ser destinado a compostagem ao invés dos aterros sanitários?</b>	Identificar o conhecimento das pessoas sobre a legislação e se isso é uma motivação para realizar a compostagem
<b>Sabendo que 50% do lixo doméstico descartado é orgânico e poderia ter um destino melhor do que os aterros sanitários, você teria interesse em aprender e ter uma composteira na sua casa?</b>	Identificar se os entrevistados possuem interesse na compostagem quando informadas
<b>Para você quais seriam os benefícios de ter uma composteira?</b>	Identificar a possível motivação daqueles que se interessaram pelo assunto
<b>Você preferiria fazer a compostagem na sua casa ou pagar uma “mensalidade” para ter o seu lixo orgânico recolhido e ser compostado em outro local?</b>	Identificar se o público optaria por pagar pelo serviço de compostagem

<b>Por quais motivos você não teria uma composteira?</b>	Identificar os motivos que as pessoas julgam não se tornarem aptas para ter uma composteira na residência
<b>Estaria disposto a pagar uma “mensalidade” para ter o seu lixo orgânico recolhido e ser compostado em outro local?</b>	Identificar se as pessoas estariam dispostas a pagar a mensalidade, de acordo com o motivo da questão anterior

Fonte: Autor

Com o questionário finalizado, foi possível identificar a partir das perguntas demográficas iniciais quem é o público central da pesquisa. A Tabela 1 indica os cinco principais grupos que a pesquisa atingiu. De acordo com esta informação, 16,78% das respostas vieram do gênero feminino, acima de 45 anos, com ensino superior completo e com uma faixa salarial acima de 10 salários-mínimos. O Apêndice B apresenta a análise do grupo social de todas as respostas.

**Tabela 1 - Principais grupos atingidos pela pesquisa**

Gênero	Idade	Escolaridade	Faixa salarial	Número de respostas	% referente
Feminino	Mais de 45 anos	Ensino superior completo	Acima de 10	24	16,78%
Masculino	Mais de 45 anos	Ensino superior completo	Acima de 10	15	10,49%
Feminino	Mais de 45 anos	Ensino superior completo	Não quero declarar	12	8,39%
Feminino	36 a 45 anos	Ensino superior completo	Acima de 10	11	7,69%
Feminino	26 a 35 anos	Ensino superior completo	Acima de 10	9	6,29%

Fonte: Autor

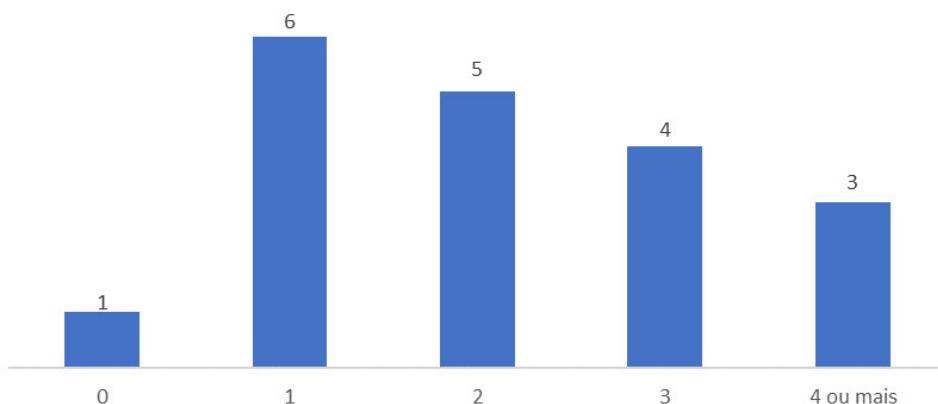
### 5.2.1 Pessoas que realizam compostagem

A amostra das pessoas que realiza compostagem é de 13,29% do total (19 pessoas), majoritariamente feminino e acima de 45 anos (42,11%).

No quesito de residentes, tem-se 31,58% das pessoas que moram com alguém, seguidos de 26,32% das pessoas que moram com outras 2 pessoas, como mostra o Gráfico 13.

**Gráfico 13 - Número de residentes das pessoas que realizam compostagem**

Quantas pessoas moram na casa (além de você)?

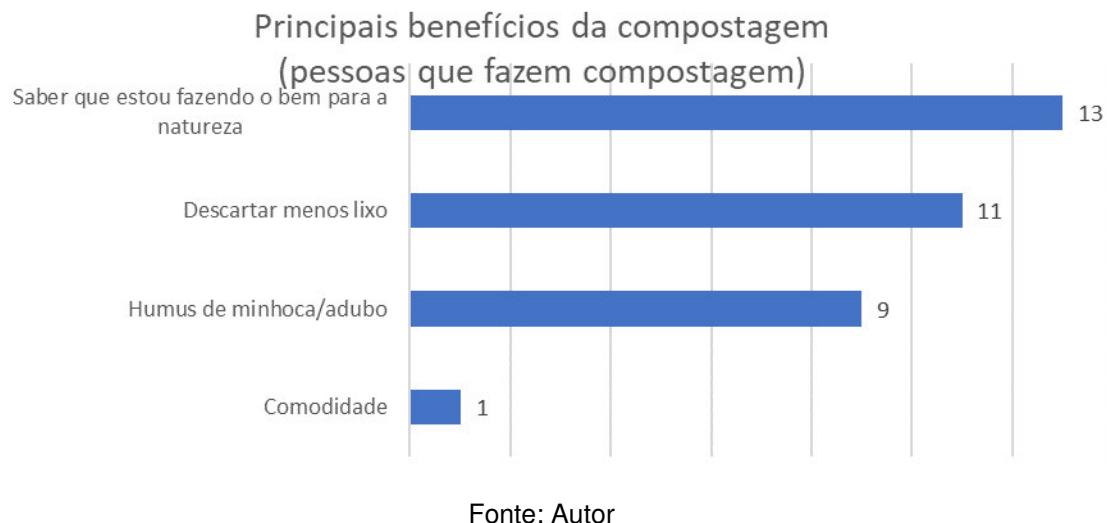


Fonte: Autor

Majoritariamente das pessoas que possuem uma composteira, declararam que moram em apartamentos: 12 pessoas, em contrapartida das 7 que moram em casas. Este dado é um indício de que espaços que não possuem ambientes abertos também estão de acordo com os requisitos para se ter uma composteira, tornando possível adaptar sua rotina para realizar a degradação da matéria orgânica.

Tem-se que da amostra de pessoas que realizam a compostagem, somente 36,84% sabia que de acordo com a lei 12.305/2010 (que institui o Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS) o lixo orgânico deveria ser destinado a centros de compostagem. Este fato nos convida a analisar os motivos destas pessoas quanto à compostagem, uma vez que podemos inferir que a prática não faz parte da obrigação legal.

Os benefícios da compostagem apresentados pelas 19 pessoas são listados no Gráfico 14. Nota-se que os dois principais benefícios votados têm como conceito o bem-estar coletivo. “Saber que estou fazendo o bem para a natureza” e “Descartar menos lixo” são visões que podem ser atribuídas à consciência ambiental coletiva.

**Gráfico 14 - Principais benefícios da compostagem para pessoas que realizam compostagem**

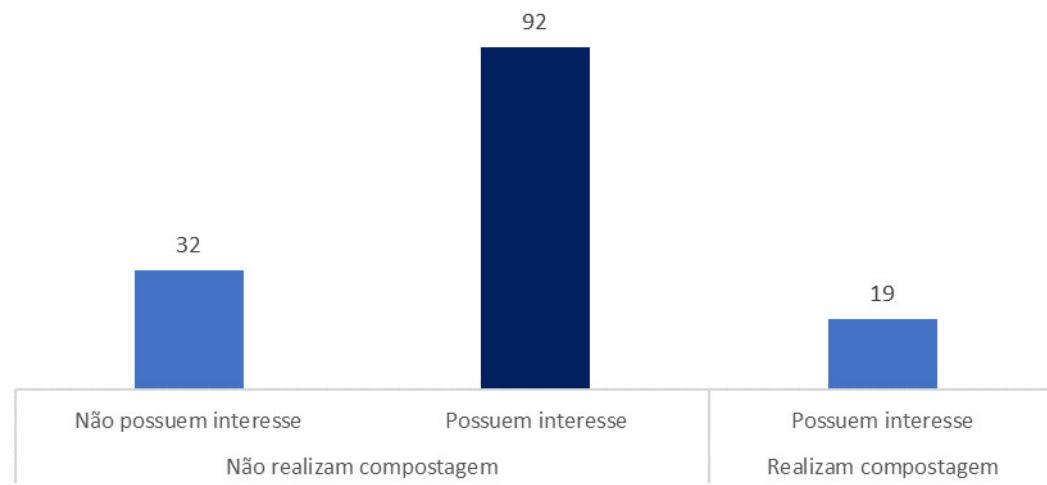
### 5.2.2 Pessoas que possuem interesse em ter uma composteira

O perfil da amostra que se apresentou interessado na compostagem segue a tendência geral da pesquisa: homens e mulheres acima de 45 anos, com ensino superior completo e com renda acima de 10 salários-mínimos.

Ao analisar as pessoas que ainda não realizam compostagem, mas possuem interesse, temos um grupo de 92 pessoas, como representado pelo Gráfico 15.

**Gráfico 15 - Pessoas que não realizam compostagem, mas possuem interesse**

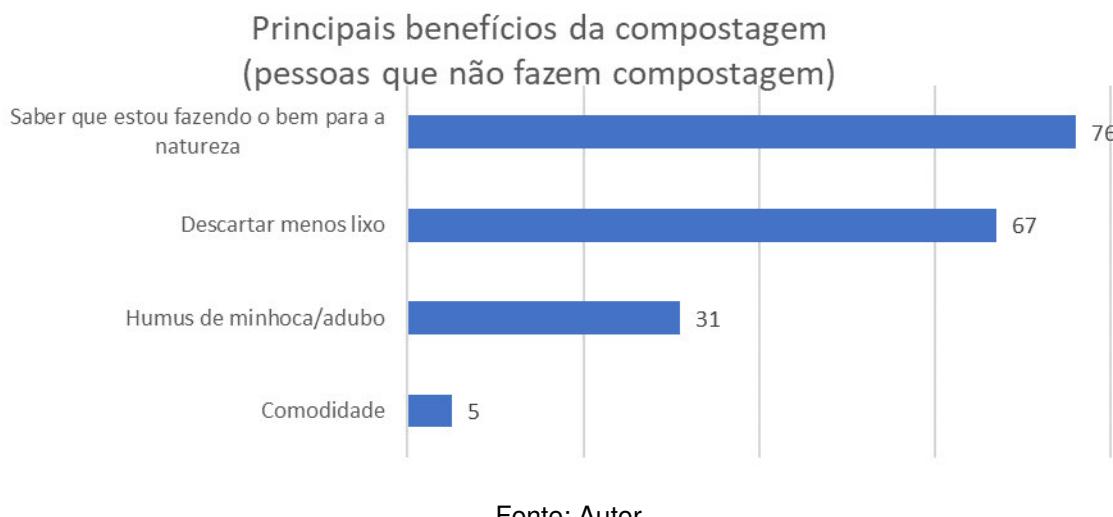
Relação de pessoas interessadas na compostagem



Fonte: Autor

Assim como as pessoas que realizam a compostagem, os benefícios mais citados pelas pessoas que possuem interesse em começar a técnica são: “Saber que estou fazendo o bem para a natureza” e “Descartar menos lixo”, que seguem os valores do Gráfico 16.

**Gráfico 16 - Principais benefícios da compostagem para pessoas que não realizam compostagem**



Para que o tratamento de resíduos por compostagem seja realizado de forma correta, é necessário o interesse das pessoas em aprender sobre a técnica, os fatores básicos que influenciam no processo de degradação e atenção durante o processo. Estes três pontos principais são imprescindíveis para um tratamento eficiente a longo prazo.

Levando isso em consideração, podemos afirmar que todas as pessoas que têm interesse na compostagem e estão dispostas a dedicar um tempo para aprender a técnica, são aptas a terem uma composteira doméstica de pequeno porte.

Aplicando esta ideia nos dados da pesquisa, a Tabela 2 traz os números de pessoas que não realizam a compostagem, mas se apresentam aptas para dar início ao tratamento de resíduos: indivíduos que possuem conhecimento e interesse, indicadas na tabela com a cor verde.

**Tabela 2 - Pessoas que não realizam compostagem, mas que são aptas**

Você sabe o que é a compostagem?	Você teria interesse em aprender e ter uma composteira na sua casa?	Número de respostas	%
<b>Sim, já escutei falar, mas não tenho conhecimentos</b>	Não	13	10,92%
	Sim	<b>38</b>	31,93%
<b>Sim, tenho conhecimento sobre o assunto</b>	Não	16	13,45%
	Sim	<b>52</b>	43,70%
<b>Total Geral</b>		<b>119</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autor

Desta forma, considerando somente as pessoas que sabem o que é compostagem, temos 90 pessoas da amostra que são passíveis de aderir a compostagem.

A pesquisa indica que, este é um assunto com grande potencial de crescimento. Como vimos, o espaço físico não é um fator limitante para a compostagem doméstica, e o número de pessoas interessadas em ter uma composteira é elevado. Difundir este assunto é de extrema importância no cenário de descarte de lixo mundial. Os números da pesquisa revelam a falta de divulgação e apoio público para estes serviços. A consciência ambiental deve ser mais explorada para que pessoas se sintam convidadas a aprender sobre os meios de compostagem.

### 5.2.3 Pessoas que não possuem interesse em ter uma composteira

O perfil demográfico das pessoas que não se interessam pelo assunto é demonstrado na Tabela 3. Destas pessoas 53,13% possuem mais de 45 anos; e 18 pessoas (56,25%) de idades variadas tem remuneração maior do que 10 salários-mínimos.

**Tabela 3 - Perfil demográfico das pessoas que não possuem interesse em ter uma composteira**

Idade	Faixa salarial	Número de respostas	%
<b>18 a 25 anos</b>	1 a 5	1	3,13%
<b>18 a 25 anos Total</b>		<b>1</b>	<b>3,13%</b>
<b>26 a 35 anos</b>	Acima de 10	2	6,25%
	Não quero declarar	1	3,13%
<b>26 a 35 anos Total</b>		<b>3</b>	<b>9,38%</b>
<b>36 a 45 anos</b>	Acima de 10	8	25,00%
	Não quero declarar	3	9,38%
<b>36 a 45 anos Total</b>		<b>11</b>	<b>34,38%</b>
<b>Mais de 45 anos</b>	5 a 10	1	3,13%

	Acima de 10	8	25,00%
	Não quero declarar	8	25,00%
<b>Mais de 45 anos Total</b>		<b>17</b>	<b>53,13%</b>
<b>Total Geral</b>		<b>32</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autor

Ao analisar as respostas daqueles que não possuem interesse em ter uma composteira, nota-se que a maior objeção é em relação ao espaço físico. Porém quando analisado o número de pessoas que fazem compostagem na amostra, temos que 63,16% moram em apartamento (Tabela 4). Este dado pode nos indicar que o espaço físico não é um motivo que desqualifica a possibilidade de praticar a compostagem em apartamentos.

**Tabela 4 – Porcentagem de pessoas em cada tipo de residência, de acordo com a realização da compostagem**

Faz compostagem?	Tipo de residência	Contagem	%
<b>Não</b>	Apartamento	64	51,61%
	Casa	60	48,39%
<b>Não Total</b>		<b>124</b>	<b>86,71%</b>
<b>Sim</b>	Apartamento	12	63,16%
	Casa	7	36,84%
<b>Sim Total</b>		<b>19</b>	<b>13,29%</b>
<b>Total Geral</b>		<b>143</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autor

Podemos assumir que ambas as pessoas, que moram em apartamento e casa, estão aptas para aderir a compostagem. Indicando que espaço físico não é um fator limitante.

O mal cheiro é o segundo motivo mais votado daqueles que não teriam uma composteira. Sobre este quesito, vale lembrar que uma composteira saudável, e que apresenta proporção C:N adequadas e aeração periódicas não apresenta odores. Este fato é comprovado pelos autores Sena et al. (2019), Valente et al. (2008), Guermandi (2015), Fernandes e Silva (1999), Sales et al. (2011), Maia de Souza (2020), dentre outros.

O grande número de votos nos tópicos de espaço físico e mal cheiro (cerca de 73,33% dos votos) indica a falta de conhecimento das pessoas questionadas no assunto de compostagem. Esse conhecimento pode ser adquirido facilmente na internet, no formato de texto e vídeos. Com isso temos que caso estas pessoas estejam dispostas a aprender a técnica da compostagem, mais pessoas estariam aptas.

Quando analisamos o grupo de 33 pessoas que não possuem interesse em realizar a compostagem, nota-se que 60,61% destas pessoas também não estariam dispostas a pagar um plano de assinaturas pelo serviço de compostagem.

No campo dos comentários, que estava disponível no final do questionário, foi possível justificar as escolhas. Alguns dos comentários reforçaram a importância da compostagem no tratamento de resíduos, mas acreditavam que a iniciativa deveria ser do poder público, para que a maior da população possa ser atingida. Comentários ainda reforçaram que já pagamos impostos que deveriam ser direcionados para a destinação correta dos resíduos e rejeitos.

#### 5.2.4 Análise das pessoas que pagariam pelo plano de mensalidade

O total de 64 pessoas (44,75%) indicou que teria interesse em aderir um plano de assinaturas e pagar mensalidades para ter o seu resíduo orgânico recolhido e composto. O Gráfico 17 detalha a resposta destas pessoas quando questionadas se teriam uma composteira em casa.

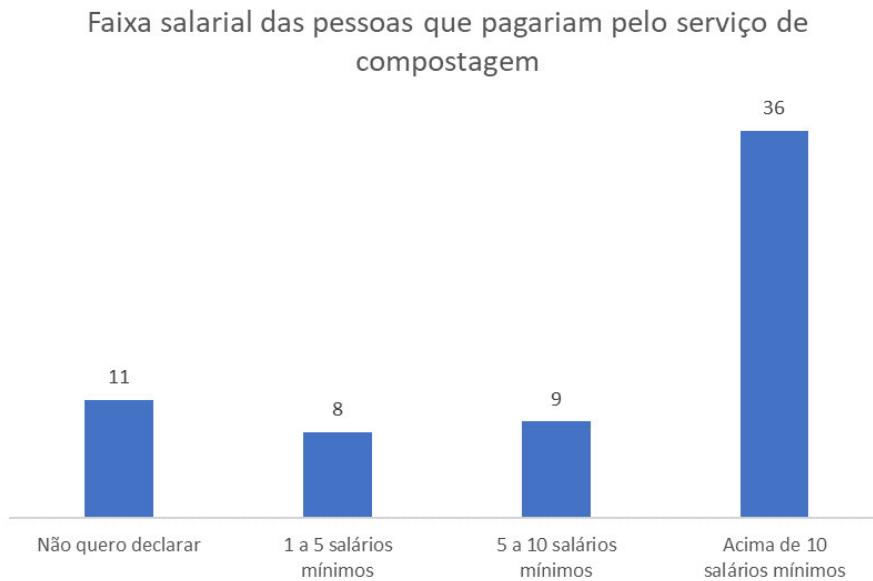
**Gráfico 17 - Pessoas que pagariam pelo serviço da compostagem**

Pessoas que pagariam pelo serviço da compostagem



Fonte: Autor

De acordo com o Gráfico 18, podemos identificar que a maioria (56,25%) das pessoas desta categoria declarou ter uma faixa salarial acima de 10 salários-mínimos, faixa considerada classe social média alta.

**Gráfico 18 - Faixa salarial das pessoas que pagariam pelo serviço de compostagem**

Fonte: Autor

Diferente do esperado, o estudo retornou uma grande aceitação das pessoas quanto ao plano de assinatura para coleta e tratamento dos resíduos orgânicos. Este resultado, demonstra a tendência da amostra, a escolha de praticidade, optando por delegar o tratamento de resíduos a outras pessoas ou empresas. Podemos assim identificar uma possível área de crescimento no mercado, onde temos pessoas abertas a este tipo de serviço.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo alcançou o seu objetivo de analisar a viabilidade da compostagem doméstica como tratamento de resíduos no município de Campinas.

Por meio do mapeamento foi possível identificar possíveis lacunas de conhecimento da população sobre conceitos básicos da compostagem doméstica de pequeno porte, como: espaço físico necessário e o odor do composto. Através dos dados também foi possível identificar um grande volume de pessoas que são favoráveis à compostagem e aptas para iniciar o tratamento, atingindo o objetivo do trabalho: comprovar a viabilidade da compostagem como tratamento de resíduos orgânicos.

Ao contrário do esperado, quando questionado os benefícios da compostagem as opções mais votadas foram “Saber que estou fazendo o bem para a natureza” e “Descartar menos lixo”. Com este dado, podemos inferir que o interesse na compostagem parte da consciência ambiental coletiva, ao contrário do benefício “Humus de minhoca/adubo” que é visto como um benefício individual.

Dentre as dificuldades encontradas durante o estudo de caso tem-se: criação do questionário que aborde questões fundamentais e que não contenha informações técnicas da compostagem, para assim atingir pessoas de núcleos sociais diversos (sem possuir viés com a estudante).

O presente trabalho limitou-se ao estudo do processo de compostagem doméstico de pequeno porte em Campinas, sem o auxílio do poder público.

Assim podemos ressaltar que as contribuições científicas do trabalho são referentes ao enriquecimento sobre o processo de compostagem. As contribuições aplicadas ajudarão na disseminação de conhecimentos sobre a compostagem, visto que a pesquisa pode ser utilizada como guia para a prática da compostagem.

Para análises futuras seria interessante fazer um estudo com uma amostra que melhor represente a população brasileira, buscando a visão de pessoas com escolaridade e faixa salarial que não foram aprofundadas neste trabalho. Também seria interessante aprofundar o tema com as pessoas da amostra inicial, oferecendo uma segunda etapa para o processo: acompanhar os interessados no processo de aprendizado da compostagem, auxiliando-os nas pequenas dúvidas e assistir os resultados obtidos por um período.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004. Resíduos sólidos – Classificação-NBR 10.004. Rio de Janeiro.

ABRELPE- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020.** 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 02 out. 2021.

ABREU, M.J. Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos, Manual de Orientação. Brasília, DF 2017.

**AMBIPAR. Conheça os 5 Principais Objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:** entenda como a política nacional de resíduos sólidos (pnrs) fomentou o desenvolvimento ambiental. Entenda como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) fomentou o desenvolvimento ambiental. 2020. Disponível em: <https://ambipar.com/noticias/conheca-os-5-principais-objetivos-da-politica-nacional-de-residuos-solidos/>. Acesso em: 13 out. 2021.

BERND, D. C.; ANZILAGO, M. Um estudo sobre a classificação metodológica empregada nas pesquisas do Congresso Brasileiro de Custos de 1994 a 2014 na linha de pesquisa Ensino/Educação em Custos.2016. Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC, [S. I.], Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4213>. Acesso em: 16 abr. 2022.

BESEN, Gina Rizpah et al. 10 anos da Política de Resíduos Sólidos: caminhos e agendas para um futuro sustentável. São Paulo, p. 1-238, 25 maio 2021. Universidade de São Paulo. Instituto de Energia e Ambiente. ISBN: 978-65-88109-07-6. <http://dx.doi.org/10.11606/9786588109076>. Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/614>. Acesso em: 20 out. 2021.

BOZZANO, João Francisco Schittenhelm. Inventário do ciclo de vida de resíduos industriais classe II-A submetidos ao processo de compostagem por revolvimento de leiras. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

BRANSKI, Regina Meyer; FRANCO, Raul Arellano Caldeira; LIMA JUNIOR, Orlando Fontes. Metodologia de estudo de casos aplicada à logística. In: *XXIV ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte*. 2010. p. 2023-10.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 3 de agosto de 2010.

BRITO, Manuel de. Prefeito apresenta Usina Verde ao secretário estatal Itamar Borges. **Prefeitura Municipal de Campinas**. 2021. Disponível em: <https://novo.campinas.sp.gov.br/noticia/40965>. Acesso em: 02 out. 2021.

Budziak, Cristiane R., Maia, Claudia M. B. F. e Mangrich, Antonio S. Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos da indústria madeireira. Química Nova [online]. 2004, v. 27, n. 3 [Acessado 3 Novembro 2021], pp. 399-403. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000300007>>. Epub 13 Jul 2004. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000300007>.

CAMPINAS, Prefeitura de. Coordenadoria de Tratamento de Resíduos. 2021a. Disponível em: <https://www.campinas.sp.gov.br/governo/servicos-publicos/dlu/coordenadoria-tr.php>. Acesso em: 12 out. 2021.

CAMPINAS, Prefeitura de. Departamento de Limpeza Urbana, 2021b. Departamento de Limpeza Urbana. Disponível em: <<https://www.campinas.sp.gov.br/governo/servicos-publicos/dlu/quantitativos.php>>. Acesso em: 20 out. 2021.

CAMPINAS. Lei nº11.445, de 05 de janeiro de 2007c. PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PGIRS - MUNÍCIPIO DE CAMPINAS **Diário Oficial [da] Prefeitura de Campinas**, Campinas, 28 ago. 2012. Disponível em: <<https://smastr16.blob.core.windows.net/cpla/2017/05/campinas.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

CRESPO, Elisabete de Jesus Morais. Digestão Anaeróbia de resíduos agroalimentares: Reutilização das frações líquidas e sólidas (state-of-art). 2013. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

DAL BOSCO, Tatiane Cristina; GONÇALVES, Flávia; ANDRADE, Francine Conceição de; TAIATELE JUNIOR, Ivan; SILVA, Jaqueline dos Santos; SBIZZARO, Mariana; "**Contextualização teórica: compostagem e vermicompostagem**", p. 19 -44. In: Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas. São Paulo: Blucher, 2017. ISBN: 9788580392371, DOI 10.5151/9788580392371-01

DAZZI, Juliana Glicerio et al. Comparative evaluation of performance and usability of small-scale household composting with different geometric models. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)**, v. 56, n. 1, p. 180-191, 2021.

ECYCLE, Equipe. **Compostagem doméstica: como fazer e benefícios.** 2021. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/compostagem-domestica/>. Acesso em: 30 out. 2021.

FECCHIO, Lucas Stivanin; CAMARA, Priscila. Iniciativas de compostagem no município de São Carlos-SP - Panorama entre o presente e o futuro. 2020. 99 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS), Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2020.

FERNANDES, Fernando; SILVA, Sandra Mércia Cesário Pereira da. **MANUAL PRÁTICO PARA A COMPOSTAGEM DE BIOSSÓLIDOS.** Rio de Janeiro: Prosab, 1999.

FLORESTA, Morada da. **COMPOSTEIRA CONVENCIONAL 45L (KIT P4).** 2021. Disponível em: <https://loja.moradadafloresta.eco.br/humi/outras-composteiras/composteira-convencional-45l-kit-p4>. Acesso em: 14 out. 2021.

FLORIANÓPOLIS, Prefeitura de. Compostagem Comunitária: um guia completo sobre valorização e gestão de resíduo. Florianópolis: Prefeitura de Florianópolis, 2020. 20 p.

GIL, A. C. (1994) Como elaborar projetos de pesquisas. São Paulo: Editora Atlas

GRANADO, Viviane Fernandes. Contribuições da Compostagem Doméstica para a concretização da Política Nacional de Resíduos Sólidos brasileira. 2019. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

GUARÁIPU. Guaráipu, 2021. Quem somos. Disponível em: <https://guaraipu.com.br/#/quem-somos>. Acesso em: 30 out. 2021

GUERMANDI, Júlia Inforzato. Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos fertilizantes orgânicos produzidos pelas técnicas de compostagem e vermicompostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos coletada em estabelecimentos alimentícios de São Carlos/SP. 2015. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015. doi:10.11606/D.18.2015.tde-16122015-142245. Acesso em: 2021-10-27.

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

IPEA. **Brasil coleta 183,5 mil toneladas de resíduos sólidos/ dia:** coleta de lixo urbana é superior a 98% das casas, mas na área rural o índice é de 33%. 2012. Disponível em:

[https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13932](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=13932). Acesso em: 30 set. 2021.

KETOKIVI, Mikko; CHOI, Thomas. Renaissance of case research as a scientific method. *Journal of Operations Management*, v. 32, n. 5, p. 232-240, 2014.

KIEHL, E. J. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba, E. J. Kiehl, 1998.

LIMA, Diego Roberto Souza. **Biodigestores veja como funcionam, suas aplicações e todos os benefícios que essas maravilhas nos proporcionam.** 2021. Disponível em: <https://oakenergia.com.br/blog/biodigestores/>. Acesso em: 30 out. 2021.

MAIA DE SOUZA, Lorena Patrícia et al. Compostagem: uma proposta ambiental para diminuição do lixo doméstico. **Em Extensao**, v. 19, n. 2, 2020.

MALAFIAIA, Guilherme et al. Vermicompostagem de lodo de curtume em associação com esterco bovino utilizando Eisenia fetida. *Engenharia Sanitária e Ambiental* [online]. 2015, v. 20, n. 04 [Acessado 31 Outubro 2021], pp. 709-716. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020040134645>>. Epub Oct-Dec 2015. ISSN 1809-4457.

MANFRON, Melânia Palermo. BIODIGESTÃO ANAERÓBICA: UMA ALTERNATIVA PARA USINAS DE LATICÍNIOS. *Ciência Rural* [online]. 1991, v. 21, n. 1 [Acessado 29 Outubro 2021], pp. 145-152. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84781991000100015>>. Epub 26 Set 2014. ISSN 1678-4596. <https://doi.org/10.1590/S0103-84781991000100015>.

MARCELINO, Dianes. Conheça o método UFSC de compostagem de resíduos orgânicos. 2017. Natureza e Conservação. Disponível em: <https://www.naturezaeconservacao.eco.br/2017/07/conheca-o-metodo-ufsc-de-compostagem-de.html>. Acesso em: 12 out. 2021.

MELLO, Daniel. **Geração de resíduos domiciliares e urbanos cresce na pandemia:** Abrelpe destaca que reciclagem não aumenta na mesma proporção. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-08/geracao-de-residuos-domiciliares-e-urbanos-cresce-na-pandemia>. Acesso em: 02 out. 2021.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de et al. **COMPOSTAGEM.** 2008. 19 f. Tese (Doutorado) - Curso de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Quieroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

PITSCH, Eduardo Ferreira. **A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA UFSC E SUA ADEQUAÇÃO FRENTE ÀS NOVAS REGRAS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUO SÓLIDO (lei 12.305/2010)**. 2011. 128 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

REBOLLIDO, R.; Martínez, J.; Aguilera, Y.; Melchor, K.; Koerner, I.; Stegmann, R. Microbial populations during composting process of organic fraction of municipal solid waste. *Applied Ecology and Environmental Research*. v.6, p.61-67, 2008.

SALES, Eduardo Ferreira *et al.* **COMPOSTAGEM ORGÂNICA: UMA TECNOLOGIA AO ALCANCE DOS AGRICULTORES**. 197. Documento 197. Vitória: Dcm/Incaper, 2011. 38 p. (ISSN 1519-2059).

SENA, L. M.; DE ARRUDA, J. F.; COSTA, F. R. DA S.; ALMEIDA, F. B. B. DE; BRITO, P. O. B. DE; GONDIM, F. A. Composting and vermicomposting as an alternative for treatment and disposal of organic waste. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 14, n. 2, p. 266 - 272, 1 Apr. 2019.

SILVA, C. A. Uso de Resíduos Orgânicos na agricultura. In: SANTOS, G. A.; DA SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2<sup>a</sup> ed. Porto Alegre, 597-621, 2008

SIQUEIRA, Thais Menina Oliveira de e ASSAD, Maria Leonor Ribeiro Casimiro Lopes. **COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DE SÃO PAULO (BRASIL). Ambiente & Sociedade [online]**. 2015, v. 18, n. 4 [Acessado 27 Outubro 2021], pp. 243-264. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1243V1842015>>. ISSN 1809-4422. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1243V1842015>.

**SÓLIDOS, Portal Resíduos. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** 2021. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/plano-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos-pgis/>. Acesso em: 20 out. 2021.

VALENTE, B. S. *et al.* Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, [S.L.], v. 58, n. 224, p. 59-85, 17 set. 2008. Cordoba University Press (UCOPress). <http://dx.doi.org/10.21071/az.v58i224.5074>.

VESPA, Izabel Cristina Galbiatti. Características minerais e energéticas do lixo urbano em processos de compostagem e biodigestão anaeróbica. 2005. x, 56 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90575>>.

VICENZO, Giacomo. **Sua composteira está com mau cheiro? Saiba o que você está fazendo errado!** 2021. Colaboração para Ecoa, de São Paulo (SP). Disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoas/ultimas-noticias/2021/06/08/sua-composteira-esta-com-mau-cheiro-veja-os-alimentos-que-deve-evitar.htm>. Acesso em: 30 out. 2021.

VOSS, Chris. Case research in operations management. In: Researching operations management. Routledge, 2010. p. 176-209.

YIN, Robert K. **Case study research: design and methods**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc, 1994.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SOBRE COMPOSTAGEM NA GESTÃO DO LIXO URBANO DOMÉSTICO NA CIDADE DE CAMPINAS

1. Gênero
    - a. Feminino
    - b. Masculino
    - c. Não Binário
  2. Idade
    - a. 18 a 25 anos
    - b. 25 a 35 anos
    - c. 35 a 45 anos
    - d. Mais de 45 anos
  3. Escolaridade
    - a. Ensino fundamental completo
    - b. Ensino médio completo
    - c. Ensino superior incompleto
    - d. Ensino superior completo
  4. Faixa salarial (considerando salário-mínimo R\$1200,00)
    - a. Não quero declarar
    - b. 1 a 5 salários-mínimos
    - c. 5 a 10 salários-mínimos
    - d. Acima de 10 salários-mínimos
  5. Qual tipo de residência você mora?
    - a. Apartamento
    - b. Casa
    - c. Outro
  6. Quantas pessoas moram na sua casa além de você?
    - a. 0
    - b. 1
    - c. 2
    - d. 3
    - e. 4 ou mais
  7. No bairro onde você mora tem coleta seletiva?
    - a. Sim
    - b. Não
  8. Você sabe o que é a compostagem?
    - a. Sim, tenho conhecimento sobre o assunto
    - b. Sim, já escutei falar, mas não tenho conhecimentos
    - c. Nunca escutei falar, mas gostaria de aprender
    - d. Nunca escutei falar e não tenho interesse em aprender
    - e. Não tenho certeza
  9. Caso você já tenha contato com a compostagem, como obteve esse conhecimento?
    - a. Não tenho conhecimento sobre compostagem
    - b. Aulas/educação ambiental
    - c. Redes sociais
    - d. Conheço pessoas que fazem compostagem
    - e. Outros
  10. Você tem faz compostagem na sua residência?
    - a. Sim
    - b. Não
  11. Você sabia que por lei (lei 12.305/2010 institui o Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS) o lixo orgânico deveria ser destinado a compostagem ao invés dos aterros sanitários?
    - a. Sim
    - b. Não
  12. Sabendo que 50% do lixo descartado é orgânico e poderia ter um destino melhor do que os aterros sanitários, você teria interesse em aprender e ter uma composteira na sua casa?
    - a. Sim
    - b. Não
- Caso a resposta da questão 11, tenha sido "Sim", a pessoa é direcionada para as perguntas:
13. Para você quais seriam os benefícios de ter uma composteira? (Pode marcar mais de 1)
    - a. Humus de minhoca/adubo
    - b. Saber que estou fazendo o bem para a natureza
    - c. Comodidade
    - d. Descartar menos lixo
  14. Você preferiria fazer a compostagem na sua casa ou pagar uma "mensalidade" para ter o seu lixo orgânico recolhido e ser compostado em outro local?
    - a. Prefiro fazer em casa
    - b. Prefiro pagar a mensalidade
- Caso a resposta da questão 11, tenha sido "Não", a pessoa é direcionada para as perguntas:
15. Por quais motivos você não teria uma composteira? (Pode marcar mais de 1)
    - a. Mal cheiro
    - b. Espaço físico
    - c. Não saber como cuidar
    - d. Nojo
  16. Estaria disposto a pagar uma "mensalidade" para ter o seu lixo orgânico recolhido e ser compostado em outro local?
    - a. Sim
    - b. Não
  17. Comentários (campo opcional)

## APÊNDICE B – PERFIL DEMOGRÁFICO ATINGIDO PELO QUESTIONÁRIO

Gênero	Idade	Escolaridade	Faixa salarial	Número de respostas	%
Feminino	Mais de 45 anos	Ensino superior completo	Acima de 10	24	16,78%
Masculino	Mais de 45 anos	Ensino superior completo	Acima de 10	15	10,49%
Feminino	Mais de 45 anos	Ensino superior completo	Não quero declarar	12	8,39%
Feminino	36 a 45 anos	Ensino superior completo	Acima de 10	11	7,69%
Feminino	26 a 35 anos	Ensino superior completo	Acima de 10	9	6,29%
Feminino	Mais de 45 anos	Ensino superior completo	5 a 10	8	5,59%
Masculino	36 a 45 anos	Ensino superior completo	Acima de 10	8	5,59%
Masculino	26 a 35 anos	Ensino superior completo	Acima de 10	5	3,50%
Feminino	18 a 25 anos	Ensino superior completo	5 a 10	4	2,80%
Feminino	36 a 45 anos	Ensino superior completo	Não quero declarar	4	2,80%
Masculino	36 a 45 anos	Ensino superior completo	Não quero declarar	4	2,80%
Feminino	18 a 25 anos	Ensino superior completo	1 a 5	3	2,10%
Feminino	26 a 35 anos	Ensino superior completo	5 a 10	3	2,10%
Feminino	36 a 45 anos	Ensino superior completo	5 a 10	3	2,10%
Masculino	26 a 35 anos	Ensino superior completo	1 a 5	3	2,10%
Masculino	26 a 35 anos	Ensino superior completo	Não quero declarar	3	2,10%
Masculino	Mais de 45 anos	Ensino superior completo	Não quero declarar	3	2,10%
Feminino	18 a 25 anos	Ensino superior incompleto	1 a 5	2	1,40%
Feminino	26 a 35 anos	Ensino superior completo	1 a 5	2	1,40%
Feminino	Mais de 45 anos	Ensino superior incompleto	Acima de 10	2	1,40%
Masculino	Mais de 45 anos	Ensino superior incompleto	Acima de 10	2	1,40%
Feminino	18 a 25 anos	Ensino superior incompleto	5 a 10	1	0,70%
Feminino	18 a 25 anos	Ensino superior incompleto	Não quero declarar	1	0,70%
Feminino	26 a 35 anos	Ensino fundamental completo	1 a 5	1	0,70%
Feminino	26 a 35 anos	Ensino superior completo	Não quero declarar	1	0,70%
Feminino	26 a 35 anos	Ensino superior incompleto	1 a 5	1	0,70%
Feminino	36 a 45 anos	Ensino superior incompleto	Acima de 10	1	0,70%
Feminino	36 a 45 anos	Ensino superior incompleto	Não quero declarar	1	0,70%
Feminino	Mais de 45 anos	Ensino médio completo	Não quero declarar	1	0,70%
Masculino	18 a 25 anos	Ensino superior completo	1 a 5	1	0,70%
Masculino	18 a 25 anos	Ensino superior incompleto	1 a 5	1	0,70%
Masculino	26 a 35 anos	Ensino superior completo	5 a 10	1	0,70%
Masculino	26 a 35 anos	Ensino superior incompleto	Não quero declarar	1	0,70%
Masculino	Mais de 45 anos	Ensino médio completo	Não quero declarar	1	0,70%
<b>Total Geral</b>				<b>143</b>	<b>100,00%</b>