



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS**

**CAMPUS MARECHAL DEODORO**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**RAQUEL CAVALCANTE LINS**

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DE  
FEIRA LIVRE COMPOSTADO EM COMPOSTEIRA CASEIRA – IFAL**

**MARECHAL DEODORO, AL**

**2023**

RAQUEL CAVALCANTE LINS

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DE  
FEIRA LIVRE COMPOSTADO EM COMPOSTEIRA CASEIRA – IFAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Alagoas, Campus Marechal Deodoro, como requisito parcial para a obtenção de grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dário Luiz Nicácio Silva

**MARECHAL DEODORO, AL**

**2023**



**Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação  
Instituto Federal de Alagoas  
Campus Marechal Deodoro  
Biblioteca Dorival Apratto**

---

L759a

Lins, Raquel Cavalcante.

Avaliação do comportamento térmico de resíduos orgânicos de feira livre compostado em composteira caseira – IFAL / Raquel Cavalcante Lins. – 2023.

51 f. : il., color.

1,19 megabytes (PDF)

Inclui bibliografia e figuras.

Apêndices: p. 47-50

Anexo: p. 51

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior Tecnológico em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2023.

Orientador: Prof. Me. Dário Luiz Nicácio Silva

1. Resíduos orgânicos. 2. Compostagem 3. Temperatura.  
4. Baixo custo. I. Título. II. Silva, Dário Luiz Nicácio.

CDD: 631.875

---

**Maria Jôse Nascimento Leite Machado  
Bibliotecária – CRB 4/2125**

# FOLHA DE APROVAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL


FOLHA DE APROVAÇÃO

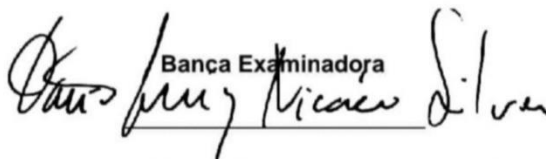
RAQUEL CAVALCANTE LINS

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DE  
FEIRA LIVRE COMPOSTADO EM COMPOSTEIRA CASEIRA – IFAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como requisito parcial para obtenção do título de  
Tecnólogo em Gestão Ambiental, pelo Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de  
Alagoas, Campus Marechal Deodoro.

Aprovado em: 17 de maio de 2023.

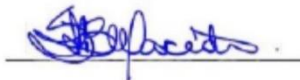
 Documento assinado digitalmente  
DÁRIO LUIZ NICÁCIO SILVA  
Data: 2023.05.17 11:04:59 AM  
URL: https://sistemas.ifal.edu.br


  
Banca Examinadora

(Prof.Msc. Dário Luiz Nicácio Silva, Instituto Federal de Alagoas).

 Documento assinado digitalmente  
JOSÉ APARECIDO DA SILVA GAMA  
Data: 2023.05.17 11:05:49 AM  
URL: https://sistemas.ifal.edu.br

(Prof.Msc. José Aparecido da Silva Gama, Instituto Federal de Alagoas).



 Documento assinado digitalmente  
SHEILA KARINE BARBOSA DE MACÊDO DIAS  
Data: 2023.05.17 11:06:00 AM  
URL: https://sistemas.ifal.edu.br

(Prof.Msc. Sheyla Karine Barbosa de Macêdo Dias Instituto Federal de Alagoas).

**Dedico este trabalho a todos, que permaneceram e que precisaram partir.**

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço aos meus pais, Juceli Lins dos Santos (Mãe) e Marciel Cavalcante Dos Santos (Pai), por me ajudarem de todas as formas possíveis, me apoiando incondicionalmente até o fim dessa jornada.

Agradeço aos meus professores, pelo apoio e oportunidade de crescimento. Agradeço em especial ao professor Dário Luiz Nicácio Silva por acreditar em mim e pela dedicação acadêmica.

Agradeço em especial ao professor André Suêlto Tavares Lima pelas imensas contribuições de troca de saberes e pela dedicação.

Agradeço aos colegas de curso: Ana Karine de Oliveira Silva, Laura Assis Ribeiro Ramos, Thiago dos Santos pela oportunidade de aprendizado, durante a execução do projeto de extensão intitulado "COMPOSTEIRA DIDÁTICA: UMA FORMA MAIS SUSTENTÁVEL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DA FEIRINHA DE MARECHAL DEODORO – AL".

Uma semente sabe esperar.  
A maioria das sementes espera pelo menos  
um ano antes de começar a crescer [...].  
Pelo que exatamente cada uma delas está  
esperando, apenas a própria sabe.

(HOPE, 2017)

## RESUMO

A compostagem de resíduos vegetais, é considerada uma alternativa de baixo custo, quando comparada à disposição dos resíduos orgânicos em aterros sanitários ou em locais inapropriados. Todavia, existe carência, por pesquisas que possam viabilizar o processo de compostagem, diante da grande variedade de resíduos orgânicos produzidos, assim como, a sensibilização da sociedade em separar e destinar corretamente os resíduos sólidos. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da temperatura entre dois tratamentos, contendo resíduos orgânicos (frutas e hortaliças) e serragem curtida, em concentrações diferentes de material rico em carbono (serragem curtida), até a fase mesofílica de resfriamento, utilizando duas composições de materiais orgânicos diferentes, em duas composteiras caseiras para cada composição. Os resultados obtidos do comportamento térmico das composteiras caseiras, indicaram resultados similares, do início ao fim da compostagem, com faixas de temperaturas que não ultrapassaram 50°C, onde as composteiras 1AGM e 2AGM, permaneceram em temperaturas de 27 a 34°C e as composteiras 3AM e 4AM com faixas similares de 28 a 33°C, o que pode estar associado a interferência de fatores externos (vento e chuva) e o volume de material orgânico compostado.

**Palavras-chave:** Resíduos orgânicos. Compostagem. Temperatura. Baixo custo.

## **ABSTRACT**

The composting of vegetable waste is considered a low cost alternative when compared to the disposal of organic waste in landfills or in inappropriate sites. However, there is a lack of research that can make the composting process feasible, given the great variety of organic waste produced, as well as the awareness of society in separating and correctly disposing of solid waste. In this sense, the present work aimed to evaluate the behavior of temperature between two treatments, containing organic waste (fruits and vegetables) and tanned sawdust, in different concentrations of material rich in carbon (tanned sawdust), until the mesophilic phase of cooling, using two compositions of different organic materials, in two home composting tanks for each composition. The results obtained from the thermal behavior of home composting, indicated similar results, from the beginning to the end of the composting, with temperature ranges that did not exceed 50°C, where the composters 1AGM and 2AGM, remained at temperatures of 27 to 34°C and the composters 3AM and 4AM with similar ranges of 28 to 33°C, which may be associated with the interference of external factors (wind and rain) and the volume of organic material composted.

**Keywords:** Organic waste. Composting. Temperature. Low cost.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1 Quadro – Parâmetros monitorados durante o processo de compostagem.....	35
1 Tabela – Custo de confecção por unidade de composteiras caseira.....	32
1 Figura – Gravimetria dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil.....	19
2 Figura – Métodos de leiras em diferentes períodos climáticos.....	23
3 Figura – Método de compostagem reator.....	24
4 Figura – Resíduos orgânicos ricos em carbono e nitrogênio.....	25
5 Figura – Adaptação de Dal Bosco (2017) faixas de temperatura durante a compostagem, adaptado de Kiehl (1985) .....	28
6 Figura – Área georreferenciada do local utilizado para a compostagem.....	31
7 Figura – Processo de montagem e identificação por sequências.....	32
8 Figura – Resíduos orgânicos expostos para averiguação.....	34

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Monitoramento da temperatura no período matutino até a fase mesofílica.....	36
Gráfico 2 – Monitoramento da temperatura no período vespertino até a fase mesofílica.....	37
Gráfico 3 – Monitoramento da temperatura no período matutino até a fase termofílica.....	38
Gráfico 4 – Monitoramento da temperatura no período vespertino até a fase termofílica.....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CEASA	Central de Abastecimento de Alagoas
CH <sub>4</sub>	Metano
CM	Centímetro
C/N	Relação carbono nitrogênio
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GEE	Gases de Efeito Estufa
M.O	Matéria Orgânica
NBR	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ONGs	Organizações Não Governamentais
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PVC	Policloreto de Vinila
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	14
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	17
3.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	17
3.1.1	Resíduos Orgânico e a Legislação Brasileira	21
3.2	COMPOSTAGEM	21
3.2.1	Métodos de Compostagem	22
3.2.2	Fatores Que Influenciam e Afetam a Compostagem	24
3.3	RELAÇÃO CARBONO E NITROGÊNIO C/N	25
3.4	GRANULOMETRIA	25
3.5	INTERAÇÃO DOS MICRORGANISMOS	26
3.6	UMIDADE	27
3.7	TEMPERATURA	27
3.8	AERAÇÃO	28
3.9	MATURAÇÃO	30
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	32
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	31
4.2	ETAPAS DO TRABALHO	32
4.4	MONITORAMENTO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM	35
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	36
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	41
	<b>REFERÊNCIAS</b>	43
	APÊNDICE A	47
	APÊNDICE B	48
	APÊNDICE C	49
	APÊNDICE D	50
	ANEXO A	51

## 1 INTRODUÇÃO

Os resíduos são restos de materiais, produzidos durante uma atividade, podendo sua produção ocorrer em pequenas ou grandes quantidades. Na natureza essa produção ocorre de modo exponencial, contínuo, sem interrupção. A estabilização destes excedentes é realizada por microrganismos, que promovem a redução dos excedentes vegetais e animais.

Enquanto a natureza possui suas próprias ferramentas para a redução e reciclagem de seus excedentes, o homem desenvolveu seus próprios métodos, que consiste em afastar os resíduos o mais longe possível da vista, sendo os métodos mais utilizados atualmente aterros sanitários, no qual os resíduos são dispostos de forma ambientalmente adequada e lixões, onde os resíduos sólidos são amontoados e queimados. O que resultou na contaminação e poluição de vários ecossistemas da Terra, com substâncias e partículas de difícil remediação.

Diante disso, ONGs, comunidade científica, acadêmica e social exerceram grandes cotas de contribuições, evidenciando a necessidade de encarar os resíduos sólidos, como uma responsabilidade coletiva. No Brasil não foi diferente, após longos anos de descaso com os resíduos sólidos, a problemática ganhou notoriedade, através da Lei 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecendo responsabilidades e obrigações acerca do destino e tratamento dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Todavia, a reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos, ainda é uma realidade distante, visto que nem todos os resíduos recebem a mesma visibilidade e valor monetário. Os resíduos orgânicos são os mais gerados, chegando a ultrapassar os resíduos secos recicláveis, sendo os menos visionados na reciclagem.

A compostagem surge como uma ferramenta alternativa, que visa estabilizar e reduzir os resíduos orgânicos, através da atividade metabólica desenvolvida pelos microrganismos, que é desencadeada pelo equilíbrio entre fatores como temperatura, umidade, aeração, relação carbono e nitrogênio C/N e granulometria.

Dentre todos os fatores a temperatura é o fator mais instável, mesmo alcançando o equilíbrio entre os demais fatores, ainda assim, não é uma garantia de sucesso no processo de compostagem, pois as diferentes faixas de temperaturas são consequência da atividade metabólica dos microrgânicos. Sendo necessário realizar uma escolha prudente, entre o material orgânico utilizado na compostagem e o tamanho das partículas, permitindo um início da compostagem equilibrada.

Durante a compostagem, predominam diferentes microrganismos em diferentes faixas de temperaturas, os microrganismos mesófilos se desenvolvem em temperaturas amenas, com uma predominância que dura aproximadamente 5 dias. Já os microrganismos termofílicos, são resistentes a temperaturas elevadas de até 55° C, tendo em ambos os microrganismos a presença de fungos, actinomicetos e bactérias em diferentes proporções. Sendo assim, o equilíbrio térmico e fator preponderante para o sucesso da compostagem

Diante disso, este trabalho teve como objetivo, avaliar o comportamento da temperatura, entre duas composições com concentrações diferentes de material rico em carbono (serragem curtida), até a fase mesofílica de resfriamento, utilizando quatro composteiras caseiras, confeccionadas a partir de materiais alternativos, sendo duas para cada composição de material orgânico.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o comportamento térmico, entre dois tratamentos com concentrações diferentes de material rico em carbono, nos períodos matutinos e vespertino.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Aferir a temperatura até a fase mesofílica de resfriamento.
- Comparar as faixas de temperatura em diferentes quantidades de material rico em carbono.
- Avaliar o comportamento térmico em composteiras caseiras.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos sempre estiveram presentes no cotidiano da humanidade, tendo como origem as diversas atividades antrópicas, realizadas para suprir a subsistência humana e animal. O crescimento populacional, desencadeou uma alta produção de resíduos sólidos, tendo como consequência a geração maior e descarte inadequado, fator este que contribuiu significativamente para a proliferação de animais, vetores de doenças (PEREIRA, 2019).

Com intuito de evitar a disseminação de doenças e poluição visual, foram adotadas medidas paliativas para a destinação final dos resíduos sólidos, sendo assim, transportados para locais mais afastados dos centros urbanos (PEREIRA, 2019). No Brasil, estes locais são conhecidos popularmente como lixão, constituído como um espaço a céu aberto (BIDONE & POVINELLI, 1999), onde os resíduos são amontoados e queimados sem nenhum tipo de tratamento ambientalmente adequado.

A exposição prolongada a fatores externos, como temperatura, umidade e radiação solar, degradam lentamente os resíduos sólidos, liberando gás metano (CH<sub>4</sub>), um dos gases responsáveis pelo efeito estufa (QUEIROZ, 2010). Essa combinação de substâncias orgânicas e inorgânicas, produz um líquido escuro com odor fétido, conhecido como chorume (BORBA & SILVA, 2021), capaz de contaminar solo, lençol freático, rios e poços artesianos.

Após duas longas décadas de discussões e descaso com os resíduos sólidos, foi implementada em 2 de agosto de 2010, a Lei n.º 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sendo considerada um dos principais marcos da gestão dos resíduos sólidos no Brasil. Atuando, como instrumento de planejamento e gestão dos resíduos sólidos, por meio de diretrizes, estabelecendo metas para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Propondo a responsabilidade compartilhada aos geradores individuais ou coletivos, que atuem de forma indireta ou indireta no ciclo de vida dos produtos, tendo em vista o papel desempenhado na cadeia de produção (BRASIL, 2010).

Onde foram adotadas, definições e classificações padrões para cada tipo de resíduo sólido conforme sua origem, característica e composição (ECOS, 2023), com objetivo de facilitar o acondicionamento e uma destinação final ambientalmente adequada.

Segundo a NBR 10004:2004 os resíduos sólidos são...

[...] Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de variação. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamentos 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 esgoto ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente viáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, p. 1, 2004).

A PNRS proporcionou um senso de responsabilidade e valorização dos resíduos, permitindo enxergar oportunidades em materiais que antes seriam descartados. Materiais como vidro, alumínio, ferro, papel, papelão e plásticos, passaram a ter visibilidade e incentivos para a reciclagem, contribuindo na geração de renda nas cooperativas de todo o país (ZAGO et al., 2019).

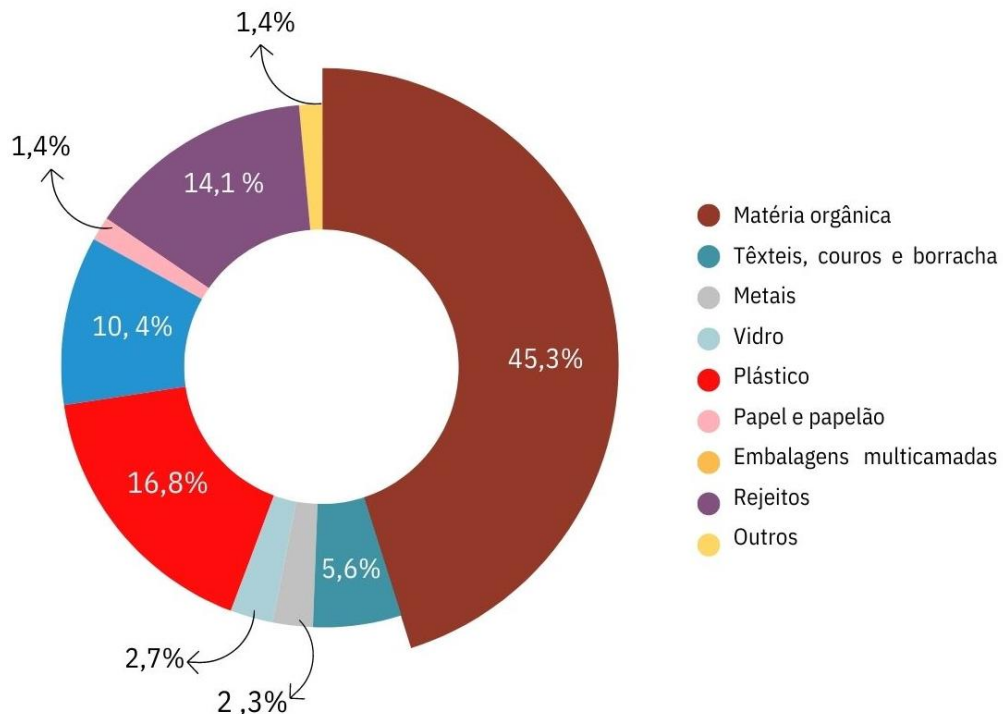
Conforme a ABRELPE (p. 38, 2021), resíduos como papel, plástico, vidro, alumínio e outros materiais, foram os mais reciclados a partir de mil toneladas no ano de 2019. Mesmo com tantos avanços no Gerenciamento dos Resíduos Sólidos (GRS), nem todos os resíduos recebem o devido valor, sendo a escolha dos resíduos reciclados influenciada pela oferta e demanda do mercado.

Ainda, sim, diversos estudos apontam uma geração maior dos resíduos orgânicos, quando comparado a fração de resíduos secos recicláveis, o que pode estar relacionado um fluxo constante de consumo de alimentos e a produção de matéria prima. Ocorrendo essa geração em grandes proporções em atividades antrópicas relacionadas a produção de bens, sendo predominante na fase inicial de produção, manipulação, pós-colheitas e armazenamento (FAO, 2013)

Segundo ABRELPE (2020), a geração de resíduos sólidos que mais se destaca e a dos centros urbanos, com uma geração de 45,3% constituída de resto de alimento, verduras, frutas e manutenção de logradouros. Dados estes que pode ser

constatado na figura 1, onde a geração de resíduos orgânicos, ultrapassa a geração dos demais resíduos sólidos.

**FIGURA 1:** Gravimetria dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil



Fonte: ABRELPE, 2020

Onde apenas 1% recebe uma destinação ambientalmente adequada (ASSEMAE, 2019). Sendo assim, milhões de toneladas de resíduos orgânicos são descartadas diariamente de forma inadequada, inviabilizando não só a reciclagem dos resíduos orgânicos e de outros resíduos secos recicláveis, enquadrado os resíduos sólidos secos e orgânicos com potencial de reciclagem como rejeitos sem valor no mercado.

A disposição inadequada dos resíduos orgânicos, ainda é uma das principais formas de poluição e contaminação do meio ambiente. A mistura de resíduos inorgânicos e orgânico exposta a fatores externos e internos como umidade e altas temperaturas, dobram ainda mais seu potencial contaminador. O setor de resíduos de sólidos é responsável pela emissão de 4% da geração nacional de gases (GEE), o que corresponde a 96,1 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (SEEG8, 2019).

Desta forma, foi estabelecido pela PNRS, tecnologias ambientalmente adequadas, para redução e estabilização dos resíduos orgânicos, utilizando tecnologias que possam agregar valor e minimizar os impactos decorrentes da geração e descarte. “[...] a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final” (Brasil, 2010).

No Brasil grande parte dos resíduos coletados ainda recebem como destinação final aterros sanitários, que possuem como diferencial um controle maior dos fatores e processos, gerando um menor impacto ao meio ambiente, tratando do início ao fim gases e chorume. Sendo destinados aos aterros sanitários 46,4 milhões de toneladas resíduos sólidos no ano de 2022 (ABRELPE, 2022).

Os aterros controlados e um processo de baixo custo para reduzir a exposição visual dos resíduos sólidos, onde os resíduos sólidos são cobertos com terra ou argila. Já nos lixões, os resíduos sólidos ficam amontoados a céu aberto, sem nenhum tipo de cobertura. (BIDONE & POVINELLI, 1999). Não havendo em ambas as destinações o tratamento dos gases e líquidos (chorume) gerados durante o processo. Segundo ABRELPE (2022), foram destinados de forma inadequada 29,7 milhões de toneladas.

A incineração é um dos métodos, mais indicados para locais com pouca disponibilidade de áreas e resíduos com potencial energético, sendo também indicado para resíduos da saúde, permitindo a redução do volume e risco de contaminação, através da destruição térmica, com temperaturas elevadas que ultrapassam mais de 900°C, onde os gases gerados são filtrados durante o processo. Sendo a incineração térmica, utilizada para fins de geração de energia, aproveitando parte da energia térmica liberada para a geração de energia elétrica (BORBA et al., 2021).

O processo de compostagem, se mostra a ferramenta mais eficiente e adequada, para reciclagem dos resíduos orgânicos. Este processo exotérmico permite a redução e estabilização dos resíduos orgânicos (BIDONE & POVINELLI, 1995). Sendo utilizada para estabilizar uma vasta gama de materiais orgânicos de pequenas e grandes escalas, dando aos resíduos orgânicos um uso mais nobre na produção de composto e fertilizantes (INÁCIO & MILLER, 2009).

No entanto, para que o processo de reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos ocorra, a separação na fonte e coleta seletivas são grandes aliadas no gerenciamento dos resíduos sólidos (ZAGO et al., 2019). Portanto, a separação na fonte, ainda é um dos grandes desafios a serem enfrentados no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, pois requer a cooperação coletiva e participativa.

### **3.1.1 Resíduos Orgânico e a Legislação Brasileira**

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei 12.350/2010) aborda no art. 36, inciso V, a necessidade de implementação de métodos para a redução e estabilização dos resíduos orgânicos pelos titulares dos serviços. Métodos estes, que resultem na estabilização e redução dos resíduos orgânicos a curto e longo prazo, não oferecendo riscos ao meio ambiente e a saúde pública.

“[...] implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido” (BRASIL, 2010). A reciclagem dos resíduos orgânicos, depende exclusivamente da conscientização de cada indivíduo, e implementação de coleta seletiva eficiente. O processo de compostagem, permite a valorização dos resíduos orgânicos que antes seriam descartados, evitando assim o status de rejeitos e a disposição ociosa de resíduos orgânicos que são destinados a aterros controlado, sanitário e lixões.

A Resolução CONAMA no 375 de 29 de agosto de 2006, estabelece critérios e procedimentos para a utilização de lodos originados por estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados (CONAMA, 2006). tendo em vista a utilização na agricultura, evitando, riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

## **3.2 COMPOSTAGEM**

A natureza está em constante transformação, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma, como já dizia o químico Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) em suas observações ao princípio da conservação de massa. Milhões de microrganismos degradam e estabilizam uma vasta gama de excedentes produzidos nos

ecossistemas, utilizando a combinação de fatores e tempo, convertendo materiais vegetais e animais em substâncias assimiláveis para os produtores (plantas).

Esse processo foi observado, reproduzido e documentado pelas primeiras civilizações, que amontoavam perto de suas áreas de cultivo, materiais vegetais e esterco de animais ricos em matéria orgânica e nutrientes. Gomes, ressalta em sua obra literária, as descobertas agrícolas realizadas pelas primeiras civilizações, que recorreram ao excremento humano, como fertilizantes, fato este documentado pelo químico e inventor alemão Justus Von Liebig (GOMES 1976 APUD PONS 2008).

Mas, foi só entre os anos de 1925 e 1930 em Indore, na Índia, que o processo de compostagem ganhou notoriedade, onde foram conduzidos os primeiros estudos acerca da compostagem e os efeitos do composto orgânico na agricultura (EHLERS, 1994). Onde foi possível determinar métodos mais eficientes, assim como a quantidade ideal de cada material orgânico para realizar o processo de compostagem.

### **3.2.1 Métodos de Compostagem**

A compostagem pode ser realizada utilizando diversos métodos, controlados mediante técnicas mecânicas ou alternativas. Onde a escolha do método é definido por meio de fatores como: local, quantidade de resíduos orgânicos gerados, disponibilidade financeira, manutenção e implantação do método de compostagem (KIEHL, 1985).

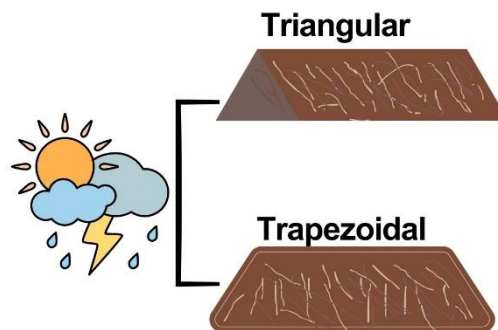
Tendo em vista, reproduzir condições ideais, para que ocorra o equilíbrio entre fatores (externos e internos) e microrganismos (KIEHL, 1985). A disponibilidade de áreas adequadas para realizar a compostagem em grandes escalas é essencial, sendo indicadas zonas, mas afastadas dos centros urbanos (BIDONI & POVINELLI, 1999), com pátios de compostagem impermeáveis com drenagem do chorume.

A compostagem em leiras é um dos métodos mais utilizados para estabilização dos resíduos orgânicos, pois se trata de um método simples e de baixo custo. Todavia, deve ser realizada em local impermeabilizado, com piso pavimentado ou sobre o solo, utilizando uma lona (DAL BOSCO, 2017).

O método leira, consiste no amontoamento de materiais secos ricos em carbono e materiais úmido ricos em nitrogênio, com granulometrias de 5 cm e camadas entre 15 e 20 cm (NUNES, 2009). Até atingir as seguintes dimensões entre 2,5 a 3,5m e altura mínima de 1,5 a 1,8m (KIEHL, 1985).

As leiras podem ser montadas em dois formatos, triangular e trapezoidal, a escolha do formato da leira se dá mediante as estações climáticas. O formato triangular é recomendado para a compostagem realizada em períodos chuvosos, pois proporciona o escoamento da água (DAL BOSCO, 2017). A leira trapezoidal, apresenta uma área superficial maior de escoamento, permitindo maior entrada de água, (KIEHL, 1985; NUNES, 2009), sendo indicado para períodos mais secos.

**FIGURA 2:** Métodos de leiras em diferentes períodos climáticos



Fonte: Autor, 2023

Os reatores são estruturas fechadas, que utilizam enormes cilindros para realizar a compostagem de resíduos orgânicos, gerados nos centros urbanos, indústrias e agroindústrias. Permitindo maior controle de parâmetros e fatores externos, que possam afetar o tempo de compostagem (BIDONE & POVINELLI, 1999), garantindo uma padronização maior da granulometria e qualidade do composto orgânico.

**FIGURA 3:** Método de compostagem reator



Fonte: Rondon, 2023

No entanto, este processo envolve investimentos altíssimos, (INÁCIO & MILLER, 2009), atrelado a necessidade de um volume maior de resíduos orgânicos e com frequência, inviabilizando a compostagem para resíduos gerados em pequenas quantidades.

A composteira caseira é um dos métodos mais simples e versáteis, sendo indicada para resíduos orgânicos como resto de comida, frutas e legumes. Segundo Dal Bosco (2017), a composteira caseira é uma ferramenta, bastante utilizada para resíduos gerados em pequena quantidade, como os resíduos domésticos.

Podendo ser confeccionada a partir de materiais alternativos, encontrados facilmente como baldes, caixas de madeira e tambores (KIEHL, 1985), desde que o resultado final da confecção permita condições necessárias para a compostagem, permitindo o controle da temperatura e aeração, garantindo também a coleta do chorume gerado no processo.

### **3.2.2 Fatores Que Influenciam e Afetam a Compostagem**

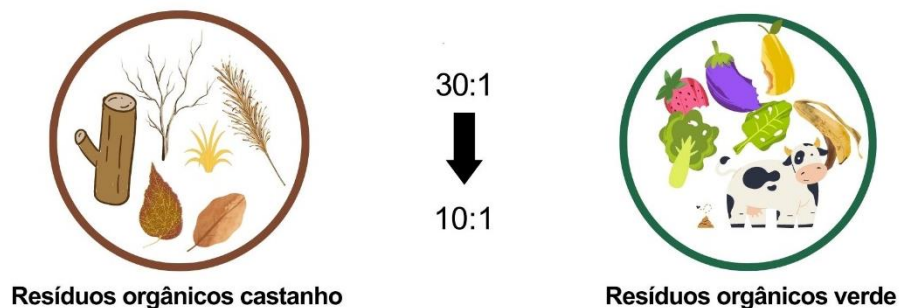
A compostagem é uma técnica bastante suscetível a variações externas e internas, o que pode ocasionar uma redução da qualidade do processo e produto final, quando não conduzida de forma adequada. Todavia, os microrganismos dependem exclusivamente da harmonia entre os fatores como temperatura, umidade, aeração, pH, relação C/N e granulometria (BIDONE, 2001 APUD VALENTE et al., 2009).

### 3.3 RELAÇÃO CARBONO E NITROGÊNIO C/N

O carbono e nitrogênio são nutrientes essenciais para o desenvolvimento da atividade microbiana, influenciando na predominância de diferentes microrganismos. Assim como, na duração do processo e mineralização de resíduo orgânico (COTTA et al., 2015). Recomenda-se uma C/N equilibrada, pois a degradação do carbono orgânico só será possível na presença do nitrogênio (MASSUKADO, 2008).

Para realizar uma compostagem equilibrada, a escolha dos materiais orgânicos é de suma importância, pois cada material possui uma relação C/N distinta. Sendo recomendado a utilização de material castanho, seco com pouco teor de líquido, rico em carbono e material verde, fresco e úmido, rico em nitrogênio (MASSUKADO, 2008; SANTOS, 2021).

**FIGURA 4:** Resíduos orgânicos ricos em carbono e nitrogênio



Fonte: Autor, 2023

Segundo Kiehl (1985), o processo de compostagem conduzidos com relação C/N de 30 a 35, garante uma retenção de 99,5% de nitrogênio no composto. Já Philippi Jr et al., (2014), recomenda uma relação C/N próximo de 30:1, trinta partes de carbono para uma de nitrogênio. Sofrendo variações no final do processo de compostagem, decaindo para uma relação C/N em torno de 10:1 (BARREIRA, 2005).

### 3.4 GRANULOMETRIA

A granulometria corresponde ao tamanho das partículas do material orgânico compostado, partículas menores expõem mais o material a degradação dos

microrganismos, o oposto das partículas maiores. Todavia recomenda-se uma granulometria em torno de 1 a 5 cm (BIDONE & POVINELLI, 1999).

Para haver equilíbrio entre umidade e temperatura, recomenda-se uma homogeneização entre partículas de tamanhos variados, desde que não ultrapasse 5 cm (KIEHL, 1985). Tendo como objetivo evitar que as partículas menores se agrupem, compactando o material compostado. Ocasionalmente a liberação de fortes odores e prolongando ainda mais o tempo de compostagem (BIDONE & POVINELLI, 1999).

### **3.5 INTERAÇÃO DOS MICRORGANISMOS**

A Compostagem é um processo exotérmico de transformação e estabilização da matéria orgânica, realizado por milhões de microrganismos classificados como bactérias, fungos e actinomicetos (KIEHL, 1985), ocorrendo durante o processo a predominância desses microrganismos em diferentes faixas de temperatura.

A classe dos microrganismos mesófilos são os primeiros a predominar, em temperaturas amenas que variam de 30-45°C (DAL BOSCO, 2017). Apesar do curto período de predominância, os microrganismos mesofílicos são responsáveis pela degradação de componentes solúveis (açúcares e amido) de fácil degradação.

Elevando a temperatura gradativamente, permitindo um ambiente ideal para a proliferação dos microrganismos termofílicos, resistentes a temperaturas elevadas. Ocorrendo dentro deste grupo, uma sucessão de predomínio, começando pelas bactérias, em seguida os fungos e por último os actinomicetos (KIEHL, 1985).

Após atingir o pico de desenvolvimento, os microrganismos termofílicos tendem gradativamente a reduzir sua população conforme a diminuição da temperatura (BIDONE & POVINELLI, 1999). O material compostado volta a ser colonizado novamente pelo grupo mesofílico, com dominância de fungos e actinomicetos em temperatura ambiente, ocorrendo por último a maturação do material, onde todas as substâncias se encontram estabilizadas.

### **3.6 UMIDADE**

A umidade é um dos fatores fundamentais para a qualidade da compostagem, pois permite o transporte de nutrientes dissolvidos, importantes para a atividade metabólica e fisiológica dos microrganismos presentes na biomassa compostada (KIEHL, 1985). Sendo assim, recomenda-se valores entre 40 a 60% de umidade (PHILIPPI JR et al., 2014). Evitando no processo de compostagem, umidade abaixo de 40%, pois reduz a atividade metabólica (KIEHL, 1985).

O excesso de umidade na massa, preenche os micros e macrosporos, impedindo a entrada de ar (DAL BOSCO, 2017), visto que a matéria orgânica apresenta caráter hidrofílico. A saturação dos macros e micrósporos promove o processo em condições anaeróbio, afetando propriedades físicas e químicas do composto.

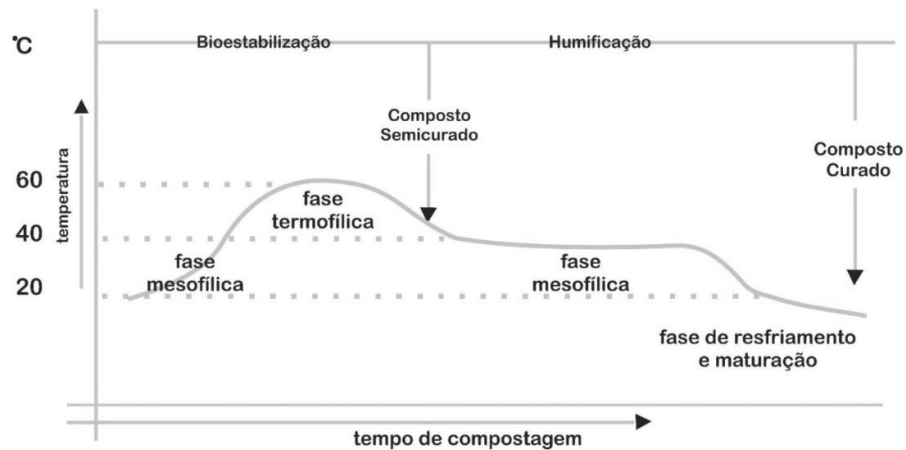
Para corrigir o excesso de umidade, pode-se realizar o revolvimento da massa, com intuito de permitir a oxigenação (NUNES, 2009). O ajuste da umidade também pode ser realizado com adição de material seco, já a falta de umidade através da irrigação com água ou o próprio líquido, sendo indicado realizar durante o processo de revolvimento (MASSUKADO, 2008).

A umidade pode ser utilizada como indicativo de decomposição da matéria orgânica, utilizando o "teste da mão". Este teste consiste em pegar uma pequena porção de composto do interior do material e apertar com a mão com bastante força (NUNES, 2009), quando a água passar entre os dedos sem escorrer em abundância a compostagem estará completa.

### **3.7 TEMPERATURA**

A temperatura é considerada um dos principais fatores que influenciam na qualidade da compostagem. Conforme o processo de compostagem ocorre, a matéria orgânica fica exposta ao ataque de milhões de microrganismos, com sucessões que variam segundo a faixa de temperatura como pode ser observado na figura 1. Resultando em atividade metabólica e na liberação de umidade, gás carbônico e oxigênio (PHILIPPI JR et al., 2014).

**FIGURA 5:** Adaptação de Dal Bosco (2017) faixas de temperatura durante a compostagem, adaptado de Kiehl (1985)



Fonte: Kiehl, 1985 apud Dal Bosco (2017)

Esses microrganismos podem ser divididos em dois grupos distintos, mesófilos predominantes em temperatura ambiente, com uma duração que pode variar entre 2 a 3 dias. Valores acima de 45°C no interior da massa compostada, proporcionam a supressão do grupo mesofilo, permitindo a sucessão do grupo termofílicos (TIQUIA, 2005 APUD COTTA et al., 2015), sendo a fase mesofílica a mais longa com uma duração de aproximadamente dois meses.

Todavia, para se obter equilíbrio na temperatura do material compostado, o monitoramento e ajustes dos fatores umidade e aeração são indispensáveis (KIEHL, 1985), pois a falta ou excesso em ambos, reduz a atividade metabólica e conseqüentemente retarda o processo de compostagem, o que resultaria num composto orgânico de baixa qualidade.

### 3.8 AERAÇÃO

A decomposição da matéria orgânica pode ser realizada através dos métodos aeróbios (na presença de ar) ou anaeróbios (sem a presença de ar). Sendo o método aeróbios o mais indicado, devido à rápida decomposição, causada pela abundância de ar na massa compostada (KIEHL, 1985; COTTA et al., 2015). Diferentemente do

processo de compostagem anaeróbica, que resulta na liberação de gases (GEE) como metano e óxido nitroso (VALENTE et al., 2009), resultando num processo de compostagem lento.

A aeração é considerada, um dos principais fatores responsáveis por manter a harmonia do processo de compostagem (PEIXOTO 1988 APUD VALENTE, 2009). Sendo considerada essencial na redução de altas temperatura durante o processo de compostagem (COTTA et al., 2015), assim como, no tempo de oxidação da matéria orgânica, na diminuição do peso da massa e excesso de umidade.

Segundo Kiehl (p. 246, 1985), recomenda-se realizar a aeração do material compostado, deslocando as camadas externas para a parte interna da massa, até todas as partes se homogeneizarem, evitando a má distribuição de materiais.

Não há uma recomendação exata na quantidade de revolvimentos ideais para um processo bem-sucedido, devido à dificuldade em determinar o nível de oxigênio (KIEHL, 1985), pois as diferentes fases que ocorrem durante o processo de compostagem, possuem diferentes variações de oxigênio, dificultando a exatidão das aferições.

O revolvimento deve ser um processo bastante controlado, tendo em vista evitar realizá-lo desnecessariamente, pois o revolvimento excessivo ocasiona a perda de calor (LAU et al., 1988 APUD VALENTE, 2009), tendo como consequência redução da atividade dos microrganismos.

Diante disto, diversos autores recomendam, observar fatores como umidade e temperatura, antes de realizar o revolvimento para saber o momento adequado. Sendo o revolvimento indicado para situações extremas, como temperatura acima de 70°C, umidade acima de 55-60% ou aparecimento de moscas e maus odores (MASSUKADO, 2008), fatores como temperatura e período de compostagem não deve ser negligenciado tendo em vista que o sucesso de todos os fatores resulta diretamente na qualidade do processo de compostagem.

### 3.9 MATURAÇÃO

A atividade metabólica dos microrganismos, combinados a fatores como: temperatura, aeração e umidade, ocorre em fases sequenciais de acordo com a temperatura com sucessão de diferentes microrganismos (KIEHL, 1985), permitindo condições ideais para a degradação dos materiais orgânicos. Reduzindo o volume do resíduo orgânico em até 60% do seu volume inicial (HAMERSCHMIDT & OLIVEIRA, 2014)

A maturação é o estágio final da compostagem, onde materiais no estado orgânico são convertidos e estabilizados em substâncias assimiláveis. Ocorrendo a mineralização da M.O em temperatura ambiente com um menor consumo de oxigênio e baixa atividade microbiana (DAL BOSCO et al., 2017).

Obtendo ao final do processo de compostagem, um produto rico em nutrientes e matéria orgânica que pode ser utilizado na manutenção do solo com alto poder tampão. “Com o uso do composto orgânico, pode-se reciclar uma gama de macronutrientes e micronutrientes que em princípio foram extraídos pelas colheitas agrícolas” (INÁCIO & MILLER, p. 15, 2009). O composto orgânico é resultado de toda a atividade metabólica desenvolvida pelos microrganismos. Podendo ser utilizado para melhorar as propriedades física, química, físico-química e biológica do solo (KIEHL, 1985).

No entanto, Silva (2008) salienta que para alcançar esses benefícios, deve-se realizar uma aplicação intensiva, com intuito de prolongar os efeitos da matéria orgânica no solo. Já Oliveira et al., (p. 16, 2004) defende que a aplicação de pequenas quantidades a longos intervalos, seja mais eficiente que a aplicação de grandes quantidades nos solos de cultivos intensivos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O trabalho foi desenvolvido na cidade de Maceió- Alagoas, sendo o ponto de coleta dos resíduos vegetais localizado na CEASA (Central de Abastecimento), responsável por distribuir e vender frutas, verduras, legumes e alimentos com horários de funcionamento das 23:00 às 14:00.

Localizado no bairro Santos Dumont, Satuba - AL, entre as ruas Othon Pereira, 184 e a Av. José Magalhães, 35-33 nas coordenadas geográficas Latitude 192796.24°m, Longitude 8944611.55°m e Altitude 107,9250897°m.

O local onde ocorreu a confecção da composteira e o preparo dos materiais (resíduos frutas e hortaliças), está localizado numa pequena propriedade rural no município de Maceió – AL, no bairro de Ipioca, na principal da AL 101, Av. Gunther Frans Oliveira, georreferenciado na figura 6, nas coordenadas geográficas Latitude - 9,5271662°m, Longitude -35,6047327°m e Altitude 6,6569366°m.

**FIGURA 6:** Área georreferenciada do local utilizado para a compostagem



Fonte: Google Earth Pro, 2023

## 4.2 ETAPAS DO TRABALHO

Foram confeccionadas quatro composteiras caseiras, seguindo o método (EMBRAPA, 2014), onde foram utilizados materiais alternativos, encontrados no cotidiano ou adquiridos por um certo valor, como mostra a tabela 1.

**Tabela – 1** Custos de confecção para uma única composteira caseira

<b>Material Utilizado</b>	<b>Valor</b>
3 baldes de gordura vegetal	R\$12,00
1 torneira de jardim $\frac{3}{4}$	R\$6,00
1 flange de PVC de $\frac{1}{2}$ '	R\$19,00
1 joelho (conexão) de PVC de $\frac{1}{2}$ '	R\$2,50
10 parafuso máquina cabeça redonda com porca $\frac{1}{4}$	R\$8,00
*1 cola de silicone (para a vedação)	R\$8,00
<b>Total</b>	<b>R\$55,50</b>

\*Este material pode ser opcional.

**Fonte:** Autor, 2023

O interior dos baldes foi higienizado com água e sabão para remover a gordura vegetal e descaracterizado, utilizando buchas de aço e álcool 70°, ocorrendo em seguida processo de montagem como mostra a figura 7.

**FIGURA 7:** Processo de montagem identificado por sequências



Fonte: Autor, 2023

Ainda na figura 7, podem ser destacados os seguintes elementos:

**Balde (1):** foi instalada uma torneira de jardinagem  $\frac{3}{4}$  na parte externa na lateral do balde, a 3cm da base. Na tampa deste mesmo balde foram feitos vários furos de 6mm, obedecendo um distanciamento de 2cm entre si, evitando ultrapassar o delineamento circular em volta da tampa.

**Balde (2 e 3):** a base destes baldes foram removidas, seguindo o círculo que se forma dentro do balde, utilizando a marcação das bordas internas.

**Balde (2):** para remover parte da tampa do balde 2, pode ser utilizado o balde 3 para fazer a marcação, com a base que foi removida dele, para isto o balde deve ser posto em cima da tampa e segurado com firmeza com uma das mãos e outra deve ser inserida na parte interna para realizar a marcação.

As etapas de montagem da composteiras caseira, podem ser divididas em duas etapas distintas.

1. **ACOPLAMENTO:** Na abertura feita no **(balde 1)**, foi instalada uma torneira de jardineiro  $\frac{3}{4}$ , e no **(balde 3)**, foi instalado um flange de PVC  $\frac{1}{2}$ , sendo acoplada no flange, uma estrutura de cano conectadas por uma conexão de  $\frac{1}{2}$ .

2. **FIXAÇÃO:** A fixação dos parafusos foi a etapa, onde as três partes da composteira caseira, foram unidas por dez parafusos de porca. Onde a tampa do **(balde 1)**, foi rosqueada a 5 parafusos de rosca na base do fundo removida no **(balde 2)**. No qual o mesmo processo foi aplicado para unir a tampa do **(balde 2)**, com base do fundo removido do **(balde 3)**, utilizando mais 5 parafusos de porca com rosca, ocorrendo no final a vedação externa e interna das partes fixadas com a cola de vedação.

#### **4.3 PREPARO DAS COMPOSIÇÕES E HOMOGENEIZAÇÃO DOS RESÍDUOS**

Os resíduos foram coletados, conforme os dias de maior movimento na CEASA, nas quintas-feiras, sextas-feiras e nos sábados das 05:00 às 07:00 horas da manhã em pontos diversos, sendo em seguida acondicionados em baldes de 15 litros, para evitar o escoamento de líquidos durante o transporte.

Após realizar a coleta nesses três dias consecutivos, os resíduos orgânicos foram postos ao ar livre em superfície impermeabilizada, como mostra a figura 4, para verificar a presença de resíduos inorgânicos como plástico, metais, vidros dentre outros. Sendo em seguida pesado e cortado com o auxílio de uma faca, em tamanhos entre 1 e 5 cm.

**FIGURA 8:** Resíduos orgânicos expostos para averiguação



Fonte: Autor, 2023

Para realizar a compostagem, foram utilizadas 4 composteiras caseiras, composta com três recipientes, sendo os espaços 3 e 2 destinados para realizar a degradação dos resíduos orgânicos e o espaço 1 para o escoamento do chorume, como mostra o esquema do Anexo A.

Cada composteira, tem capacidade para degradar aproximadamente 30 kg de resíduos orgânicos e armazenar 10L de chorume. Sendo assim foram utilizadas as seguintes composições AGM (20kg de resíduos vegetais e 15 kg de serragem curtida) e AM (20 kg de resíduos vegetais 17 kg e serragem curtida), sendo utilizados duas composteiras para cada composição, identificadas por 1AGM, 2AGM, 3AM e 4AM.

#### 4.4 MONITORAMENTO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

As composteiras caseiras, foram instaladas em um local com cobertura bem arejado. Sendo postas sobre caixotes de paletes de madeira para facilitar o escoamento do chorume, onde será acondicionado em garrafas PET de 2L e utilizado como fertilizante líquido. Para realizar o monitoramento do comportamento térmico, serão utilizados os parâmetros relacionados no quadro 1.

**QUADRO 1:** Parâmetros monitorados durante processo de compostagem

Parâmetros monitorados	Método	Local
Temperatura <sub>1</sub>	Termômetro digital tipo espeto	In loco
Umidade <sub>2</sub>	(Nunes, 2009)	
Aeração <sub>3</sub>	Revolvimento manual	
<p>Nota 1: A temperatura foi monitorada em três pontos nas composteiras em dias alternados, assim como a temperatura ambiente, nos períodos matutino e vespertino.</p> <p>Nota 2: Monitorada pelo teste da mão.</p> <p>Nota 3: O revolvimento foi manual, com auxílio de um bastão de alumínio.</p>		

Fonte: Autor, 2023

Foi utilizado um termômetro digital, tipo espeto da marca Incoterm®, escala de -50 a 300°C, como mostra o Apêndice A, para realizar o monitoramento em três pontos diferentes no composto, em diferentes profundidades, a partir de 5 cm por um minuto.

Já a umidade foi monitorada seguindo o método de (Nunes, 2009), que consiste em pegar um pouco do composto em uma das mãos e apertar, de modo a verificar líquido escoando entre os dedos, como mostra o Apêndice B, caso verta bastante líquidos, recomenda-se corrigir a umidade com revolvimentos, para isso foi utilizado um bastão de alumínio conforme Apêndice C, a adição de material seco ou irrigação moderadas com jatos finos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

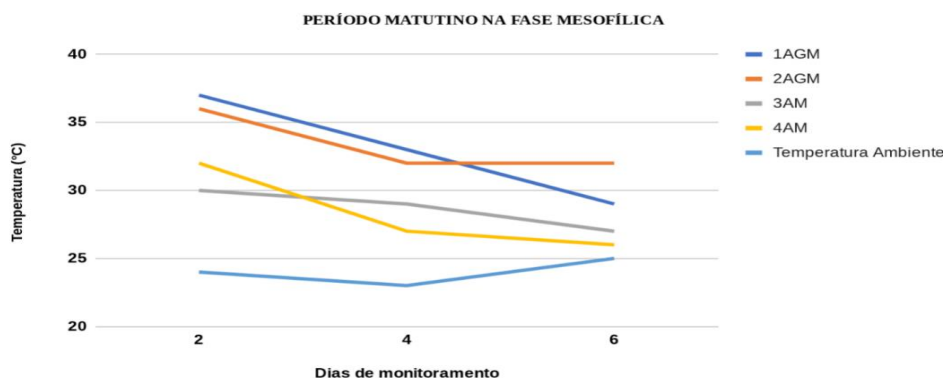
Para realizar a compostagem dos resíduos orgânicos, foi utilizado o método de compostagem caseira, onde foram confeccionadas quatro composteiras caseiras, utilizando materiais alternativos, através do método desenvolvido por (EMBRAPA, 2014). A composteira caseira é uma ferramenta ideal, para estabilizar e reduzir pequenas quantidades de resíduos.

Segundo Dal Bosco (2017), a utilização do método composteira caseira é mais eficiente para resíduos orgânicos gerados em menor escala, como os ambientes residencias que geram uma diversidade de resíduos em menor escala.

Para monitorar o processo de compostagem foi utilizado um termômetro tipo espeto. A temperatura e um dos parâmetros bases, para a qualidade no processo de compostagem, mantendo o equilíbrio de fatores como umidade e aeração (BIDONE & POVINELLI, 1999), sendo assim, a temperatura foi monitorada em dias alternativos com intervalo de um dia.

O início da compostagem, ocorreu em faixas de temperatura ambiente, como é de se esperar em processos de compostagem aeróbia, predominando na fase mesofílica temperaturas amenas de 25 a 40 °C (KIEHL, 1985). Onde as composteiras 1AGM e 2AGM (20 kg de resíduos vegetais e 15 kg de serragem curtida), se destacaram nos primeiros dias no período matutino, com faixas médias de 33 a 34°C.

**GRÁFICO 1:** Monitoramento da temperatura no período matutino até a fase mesofílica

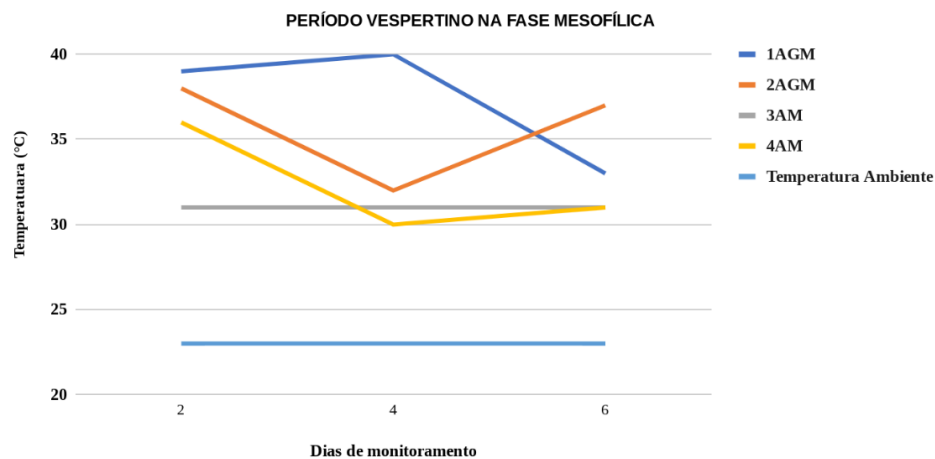


Fonte: Autor, 2023

Assim como as composteiras 3AM e 4AM (20 kg de resíduos vegetais e 17 kg de serragem curtida) que também se assimilaram com temperatura média 28 °C, como demonstrado o gráfico 1, monitoramento nos períodos matutinos na fase mesofílica.

Ainda na fase mesofílica, no período vespertino nota-se uma elevação gradual da temperatura, indicando a intensificação da atividade dos microrganismos. Fica evidente no gráfico 2 esta mudança nas faixas de temperatura, onde as composteiras 1AGM e 2AGM se destacam nos intervalos 2 e 4 dias de compostagem, com temperatura entre 39 e 40 °C. Ocorrendo com a elevação da temperatura, o predomínio dos microrganismos termofílicos (DAL BOSCO, 2017).

**GRÁFICO 2:** Monitoramento da temperatura no período vespertino até a fase mesofílica



Fonte: Autor, 2023

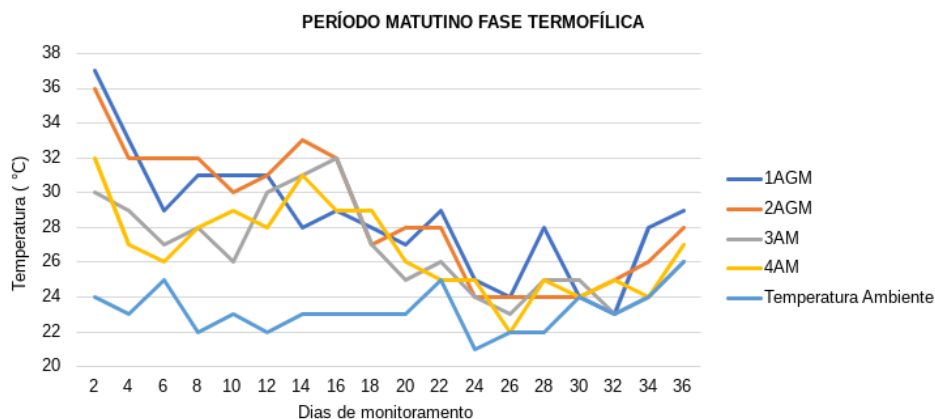
A composteira 3AM permaneceu em temperaturas similares de 31 °C em ambos os dias monitorados, diferente da composteira 4AM que elevou temperatura gradativamente, no dia 2 de compostagem para 35°C, com uma redução térmica de 31°C no final da fase mesofílica, como mostra o gráfico 2 do período vespertino.

Após 6 dias de compostagem, foi observado predominância de fungos e actinomicetos, nas partes externas, acima do material compostado, como pode ser observado no Apêndice D, a predominância em diferentes composições. De acordo com Kiehl (1985), os fungos e actinomicetos desenvolve-se em faixas de temperaturas

de 45 a 60°C na fase termofílica, tendo como preferência de predominância as partes externas do material e acima do material em decomposição.

Ainda segundo o mesmo autor, após 5 a 10 dias de compostagem, o material compostado, deve atingir faixas de temperatura em torno de 50°C, indicando o início da fase termofílica (KIEHL, 1985). Durante o processo de compostagem, a temperatura permaneceu em faixas similares, a temperatura ambiente no período matutino, como pode ser observado no gráfico 3, não havendo elevação gradual nas faixas de temperatura.

**GRÁFICO 3:** Monitoramento da temperatura no período matutino fase termofílica



Fonte: Autor 2023

No período de monitoramento aos 36 dias, as faixas de temperatura se mantiveram em faixas amenas, havendo pequenas elevações de temperatura no intervalo de 8 dias nas composteiras 1AGM e 2AGM (20 kg de resíduos vegetais e 15 kg de serragem curtida), com faixas de temperaturas similares de 31° a 32° C, mantendo-se em temperaturas similares até o dia 12, onde nos dias 14 e 16 a composteira 2AMG apresentou temperatura de 33° C, como pode ser constado no gráfico 3.

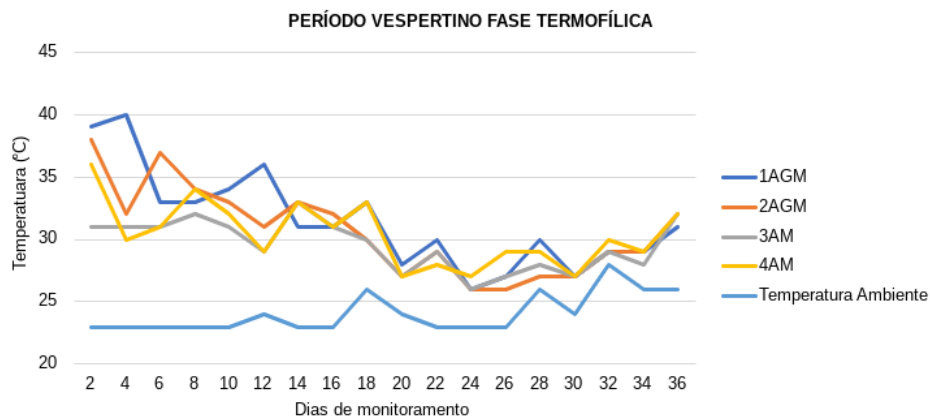
Ainda no gráfico 3, pode-se observar uma faixa de temperaturas similares no dia 12 na composteira 3AM de 30°C e dia 14 e 16, em ambas as composteiras 3AM e

4AM (20 kg de resíduos vegetais e 17 kg de serragem curtida), com faixas de temperatura que variam de 32° a 33 °C.

Segundo Kiehl (1985), a fase termofílica é imprescindível para estabilizar as substâncias e também para garantir a higienização do produto final (composto orgânico), pois a elevação da temperatura acima de 55°C, permite a eliminação de sementes e organismos patogênicos.

No período vespertino fase termofílica, houve uma elevação gradual nas faixas de temperatura, com destaque nas composteira 1AGM nos dias (10 e 12), 2AGM nos dias (8, 10 e 14), 3AM nos dias (8, 14 e 36) e 4AM dias (8 e 36), como pode ser constatado no gráfico 4.

**GRÁFICO 4:** Monitoramento da temperatura no período vespertino até a fase termofílica



Fonte: Autor, 2023

Resultado semelhante ocorreu no trabalho de (MARAGNO et al., 2007), onde as minis composteiras utilizadas no processo de compostagem, permaneceram em temperaturas semelhantes do início ao fim. Não atingindo temperaturas acima de 55°C, o que está relacionado, a influência exercida pela temperatura externa, na temperatura interna, em processos de compostagem realizados no inverno.

Não ocorrendo alterações significativas na relação térmica durante a fase termofílica, tomando como pressuposto o fato de a compostagem ter sido realizada

em período chuvoso. Kiehl (1985), ressalta que o processo de compostagem conduzidos com pequenos volumes de resíduos orgânicos, reduz significativamente o acúmulo térmico e a umidade na massa compostado.

## 6 CONCLUSÃO

A composteira caseira mostrou-se bastante versátil e acessível, podendo ser confeccionada utilizando diversos materiais alternativos, estimulando também não só o reaproveitamento dos resíduos orgânicos, mas de outros resíduos secos recicláveis que seriam descartados. O que a torna bastante acessível, quando comparada às composteiras comerciais.

Por essa razão, a composteira caseira pode ser considerada uma ferramenta multidisciplinar, pois além de ressignificar os resíduos orgânicos, desempenha o papel importante no aprendizado e na formação do sujeito ecológico, através da acessibilidade a biotecnologias sociais integrativas.

O processo de compostagem, realizado em composteira caseira, possui grande potencial para estabilizar resíduos orgânicos gerados em pequenos volumes, possibilitando um resgate do material que a princípio seria descartado, sendo uma ferramenta essencial para o âmbito residencial, responsável pela metade da geração dos resíduos orgânicos destinados a destinações finais obsoletas.

Diminuindo custos em tratamentos e destinações ociosas que visam a desvalorização dos resíduos sólidos. Permitindo uma melhor qualidade de vida e redução significativa dos impactos ambientais, decorrentes da produção e descarte dos resíduos orgânicos. A transformação de resíduos orgânicos em composto orgânico é o destino mais nobre, que se pode dar aos resíduos orgânicos, permitindo a recuperação de matéria orgânica, macro e micronutrientes.

Os resultados obtidos, são considerados satisfatórios, tendo em vista a dificuldade em controlar a redução da temperatura, ocasionada pela interferência de fatores externos como chuva e vento. A fase inicial de compostagem apresentou taxas de temperatura iniciais baixas, do início ao fim do monitoramento da compostagem, visto que quantidades pequenas de material orgânico, quando compostado tendem a dissipar o calor do material compostado.

No entanto, seu comportamento térmico a torna instável, uma vez que as faixas de temperatura não atingem níveis ideais para um processo aeróbico, devido

ao volume da massa compostado necessário para atingir fermentação, o que não é interessante quando o objetivo é compostar uma grande quantidade de resíduos orgânicos. Sendo assim, para manter o equilíbrio térmico em composteiras caseira é necessário realizar uma adição gradativa de resíduos orgânicos, mantendo este procedimento, até atingir a capacidade da composteira ou faixas de temperatura ideais.

Conclui-se, então, que a compostagem atrelada a coleta seletiva, são ferramentas imprescindíveis para a redução e estabilização dos resíduos orgânicos, enviados aos aterros sanitários ou descartados irregularmente, sendo necessário investimentos massivos em práticas inclusivas e estímulo ao acesso a biotecnologias alternativas para sanar problemáticas ambientais.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 10004: Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, ABNT, p. 1, 2004.

ABRELPE. **PANORAMA dos resíduos no Brasil**, p. 40 e 48, 2020). Disponível em: < <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/> >. Acessado em: 17 de janeiro de 2023.

ABRELPE. **PANORAMA dos resíduos no Brasil**, p. 16 - 38, 2021. Disponível em: < <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/> >. Acessado em: 17 de janeiro de 2023.

ABRELPE. **PANORAMA dos resíduos no Brasil**, 2022. Disponível em <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/>>. Acessado em: 1 de junho de 2023.

ASSEMAE. **Apenas 1% do lixo orgânico é reaproveitado no Brasil**. Semae, 2019. Disponível em:< <https://assemae.org.br/noticias/item/4494-apenas-1-do-lixo-organico-e-reaproveitado-no-brasil>>. Acesso em: 28 de abril de 2022

BARREIRA, Luciana Pranzetti. **Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BIDONE, F.R.A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EDUSP, p. 56,1999.

BORBA, Laila Machado; DO NASCIMENTO SILVA, Aída Cristina. **O descarte incorreto de resíduos sólidos e sua influência na saúde pública**. CONSELHO EDITORIAL, p. 8, 2021

BRASIL (2010) Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, Art. 1º, Cap. 2, Art. 3 XIV, XV, Art. 7º II, Seção II, Art. 30 e Art. 36 V. Disponível: < [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm) > Acesso em: 20 de dezembro.

CONAMA **Conselho Nacional do Meio Ambiente – Resolução Nº 375, de 29 de agosto de 2006**, Seção I, art. 1º Disponível em: <

<https://tratamentodeagua.com.br/artigo/conselho-nacional-do-meio-ambiente-resolucao-no-375-de-29-de-agosto-de>

COTTA, Jussara Aparecida de Oliveira et al. **Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20, n. 1, p. 66, 67-68, 2015.

DAL BOSCO, Tatiane Cristina. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, p, 24, 28, 26, 30, 34-33, 2017.

ECOS, **Consultores**, 2023. Disponível em: <

<https://www.eosconsultores.com.br/classificacao-de-residuos-solidos/>>. Acesso em 13 de janeiro de 2023.

EHLERS, Eduardo. A agricultura alternativa: uma visão histórica. Estudos Econômicos (São Paulo), v. 24, n. Especial, p. 236-235, 1994.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), **folder composteira, Como montara a Composteira Caseira, Amapá**, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1033373/como-montar-uma-composteira-caseira>> Acessado em 17 de agosto de 2021.

FAO, (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), **O desperdício alimentar tem consequências ao nível do clima, da água, da terra e da biodiversidade** -novo estudo da FAO. 2013. Disponível em:

<<http://www.fao.org/news/story/pt/item/204029/icode/>> Acessado em 16 julho de 2021.

HAMERSCHMIDT, Iniberto; OLIVEIRA, S. Alimentação saudável e sustentabilidade ambiental nas escolas do Paraná. Curitiba: Instituto Emater, p. 178, 2014.

INÁCIO, C.T.; MILLER, P.R.M. **Compostagem: Ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 15- 62, 2009. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/870737/compostagem-ciencia-e-pratica-para-a-gestao-de-residuos-organicos>>. Acessado em: 17 de janeiro de 2023.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, p. 231, 232, 242, 235, 443, 244, 246, 247,235, 248, 252, 259 e 268. 1985.

KIEHL, E.J. **Manual da Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. 4ª ed. Piracicaba, 173p. 2004.

MARAGNO, Eliane Spricigo; TROMBIN, Daiane Fabris; VIANA, Ednilson. **O uso da serragem no processo de minicompostagem**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 12, p: 358, 2007.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. p. 08, 10,12, 13, 33, 2008.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade. Circular técnico – Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju**, n.59, p.2 e 5. dez. 2009.

OLIVEIRA, Francisco Nelsieudes Sombra; LIMA, Hermínio José Moreira; CAJAZEIRA, João Paulo. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical**, p.11 e 16, 2004.

PERECIN, Marly Therezinha Germano. **Os passos do saber: a Escola Agrícola Prática Luiz de Queiroz: o esforço para implantar o ensino técnico de segundo grau na agricultura**, 1891-1911. Edusp, 2004.

PEREIRA, Eduardo Vinícius. **Resíduos sólidos**. Editora Senac São Paulo, Cap. 1, 2019. Disponível em: < [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=U\\_W2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=classifica%C3%A7%C3%A3o+de+residuos+solidos&ots=z0MPWTBu--&sig=Ut4VfUGe4kpFeNkYr2YOjcn-](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=U_W2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=classifica%C3%A7%C3%A3o+de+residuos+solidos&ots=z0MPWTBu--&sig=Ut4VfUGe4kpFeNkYr2YOjcn-)>

Vs0#v=onepage&q=classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20 resíduos%20solid &f=false >. Acesso em: 13 de janeiro de 2022.

PHILIPPI JR, Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. **Curso de gestão ambiental. In: Curso de gestão ambiental, 2014.**

PONS, Miguel Angel. **História da agricultura.** 2ed.Caxias do Sul Ed. Maneco, p: 45 – 46 e 292, 2008.

QUEIROZ, Tais. **Lixo orgânico – quais problemas ambientais ele causa?** Recicloteca, 2010. Disponível em: < <https://www.recicloteca.org.br/videos/lixo-organico-qual-o-problema/> >. Acesso em: 20 de abril de 2023.

SANTOS, João Vitor da Costa. **A compostagem como alternativa para a gestão dos resíduos orgânicos da UFERSA–Campus Angicos.** p. 10, 2021.

SEEG 8 **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil 1970-2019,** p.07

SILVA, Erasmo César Ferreira. **Produção de composto orgânico. Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Cafeicultura (Graduação)-Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho,** p. 20, 28 e 29, 2008.

VALENTE, Beatriz Simões et al. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos.** Arquivos de zootecnia, v. 58, n. 224, p. 59, 60, 65, 66, 67, 68 e 85, 2009.

ZAGO, Valéria Cristina Palmeira; BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, p. 220 - 222, 2019.

**APÊNDICE A – Foto 1****FIGURA 1** – Termômetro digital utilizado para aferir a temperatura

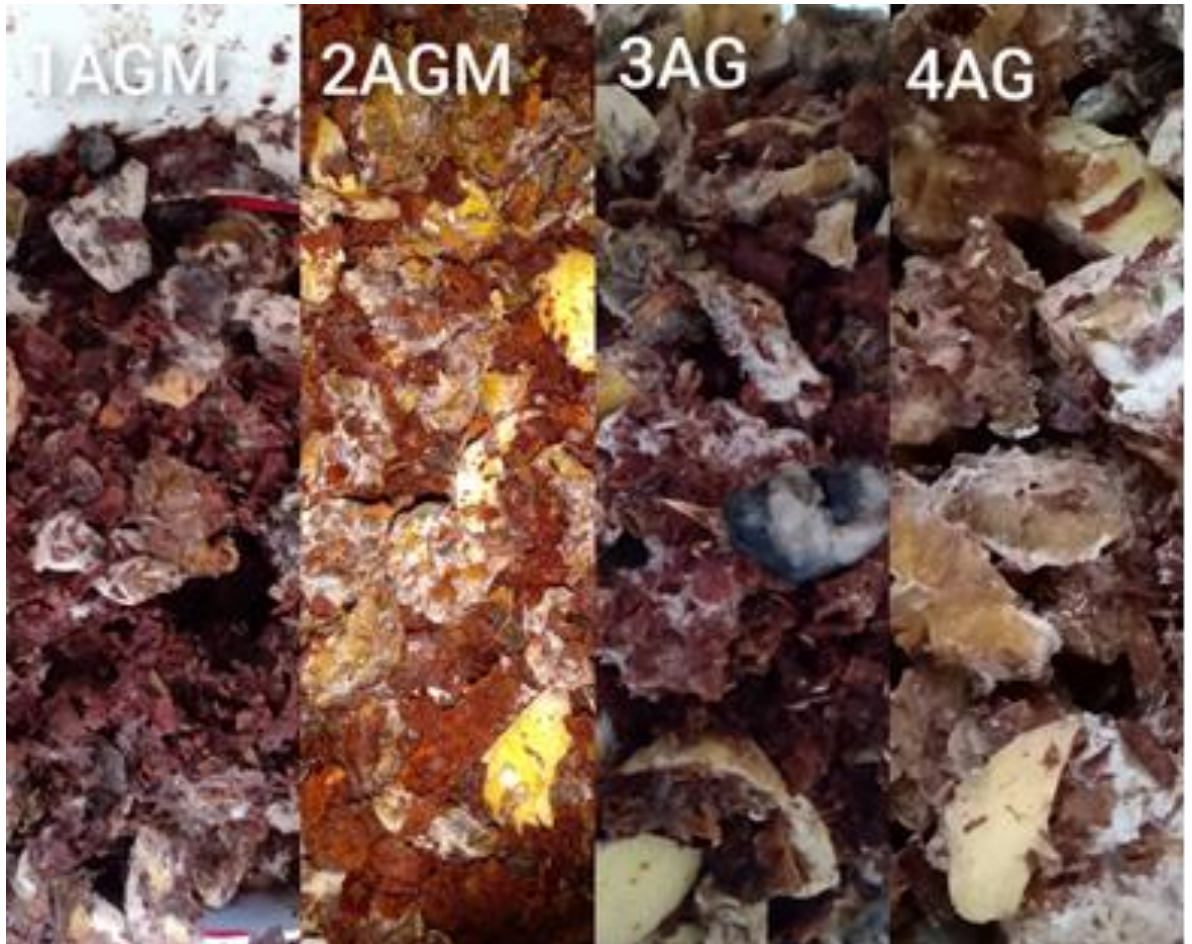
Fonte: Elaborada pelo autor

**APÊNDICE B – Foto 2**

**FIGURA 2** – Monitoramento da umidade através do método de (NUNES, 2009)



Fonte: Elaborado pelo autor

**APÊNDICE C – Foto 3****FIGURA 3** – Degradação do material orgânico em diferentes composições

Fonte: Elaborado pelo autor

**APÊNDICE D – Foto 4**

**FIGURA 4** – Aeração do material compostado realizado com bastão de alumínio



Fonte: Elaborado pelo autor

## ANEXO A – Modo de utilização de cada parte da composteira caseira

Figura – Composteira caseira etapas de utilização na compostagem



Fonte: EMBRAPA, 2014