



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

MÉRCIA BESSA NÓBREGA

**INTERFERÊNCIA DO NEEM (*Azadirachta indica*) SOBRE OS
MICRORGANISMOS DA COMPOSTAGEM**

MOSSORÓ

2024

MÉRCIA BESSA NÓBREGA

**INTERFERÊNCIA DO NEEM (*Azadirachta indica*) SOBRE OS
MICRORGANISMOS DA COMPOSTAGEM**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em AGRONOMIA.

Orientador: Prof. Dr. André Moreira de Oliveira

Co-orientador(a): Profa. Dra. Márcia Michelle de Q. Ambrósio

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

N754i Nóbrega, Mércia Bessa .
Interferência do neem (Azadirachta indica)
sobre os microrganismos da compostagem / Mércia
Bessa Nóbrega. - 2024.
56 f. : il.

Orientador: André Moreira de Oliveira.
Coorientador: Márcia Mihelle de Queiroz
Ambrósio.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2024.

1. atividade microbiana. . 2. matéria orgânica
com neem. . 3. fertilidade do solo. . I. Oliveira,
André Moreira de , orient. II. Ambrósio, Márcia
Mihelle de Queiroz , co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MÉRCIA BESSA NÓBREGA

**INTERFERÊNCIA DO NEEM (*Azadirachta indica*) SOBRE OS
MICRORGANISMOS DA COMPOSTAGEM**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em AGRONOMIA.

Defendida em: 20 / 03 / 2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ANDRE MOREIRA DE OLIVEIRA**
Data: 29/03/2025 12:06:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. André Moreira de Oliveira (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **JOAO LIBERALINO FILHO**
Data: 29/03/2025 16:25:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me João Liberalino Filho (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 **JOSE ESPINOLA SOBRINHO**
Data: 31/03/2025 11:24:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Espínola Sobrinho (UFERSA)
Membro Examinador

*Ao meu pai, Marcelo Nóbrega, meus avós
José Nunes da Nóbrega e Maria Antunes
Nogueira Bessa (Estela), por suas
riquíssimas lições de amor e de vida; Tia
Estela e Pe. Flávio Jerônimo do
Nascimento, por terem acreditado, apoiado
e enxergado o que eu ainda não conseguia
ver.
(In memoriam)*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, supremo autor da criação, por todo amparo, direcionamento e proteção.

Agradeço a minha família pelo apoio, força e incentivo. A minha mãe, Conceição Bessa, aos meus filhos Matheus Bessa, Helder Bessa, Rebeca Carvalho e Naiane Carvalho, por não terem me deixado desistir dos meus projetos e planos, compreendendo a minha ausência durante a graduação e por serem a minha motivação em seguir sempre adiante. Ao meu companheiro, Ediovah Alencar, por ter colocado, diversas vezes, as minhas prioridades diante das dele, tornando possível minha chegada até aqui. Aos meus irmãos: Marcela Bessa, Márcia Bessa, Márcio José Bessa, Angélica Nóbrega e Williams da Silva (Lucas), por dividirem comigo essa existência e nossas vitórias.

Agradeço aos meus professores que, com dedicação, contribuíram para minha formação, doando o tesouro do conhecimento, em especial ao professor e grande amigo, João Liberalino Filho, fonte de inspiração, que me mostrou o caminho da Agronomia e da arte.

Agradeço ao meu orientador, André Moreira, por ter aceitado o desafio de me acompanhar nesse projeto.

Agradeço a Banca Examinadora composta pelos professores João Liberalino, José Espínola Sobrinho e Antonio Roberto Brígido Moura, que contribuíram na execução no projeto e por ajudarem a enriquecer esse trabalho.

Agradeço aos meus Amigos Marcelo Augusto Costa Lima, Maria Juliana Oliveira Silva, Aline Alves da Silva, Lídia Sabrina Tertulino Bezerra, José Venízio Alves de Sousa, Ana Clara Carvalho, que me acompanharam nos dias difíceis e nos dias felizes, oferecendo, não apenas o ombro, mas também as mãos, dividindo a caminhada ao longo do curso e que hoje também fazem parte da minha família.

Agradeço aos colaboradores, senhores Josevam Gomes Marinho (Seu Nanan) e Josimar Gomes Marinho, por me ajudarem com dedicação, presteza e atenção em vários momentos do curso.

Agradeço a todos que participaram desse trabalho de pesquisa, doando seu tempo e conhecimento, em nome da ciência. Professores: Vander Mendonça, Márcia Michelle de Q. Ambrósio, Saulo Tasso Araújo, Selma Rogéria Carvalho do Nascimento, Daniel Valadão Silva, Jeane Cruz Portela, Rui Sales Júnior, Andréia Mitsa Paiva Negreiros, Jailma Suerda Silva de Lima, Elizângela Cabral dos Santos, Roberto Pequeno de Sousa ;

Discentes: Marcelo Augusto, Lídia Sabrina, Maria Juliana, José Venízio, Jadson Pimenta, Jemerson Willami Silva Ribeiro, Vanuza Maria Ávila Filha, Rebeca Monique da Silva Frutuoso, Maykon Luiz Fernandes Silva, Maria Matilde Bezerra Carvalho, Éder Rodrigues; Técnicas de laboratório: Louise Guimarães, Simone Carvalho, Ana Kaline Ferreira, Maria Valdete da Costa; Trabalhadores: Everton da Silva e Ivo.

“O futuro não é um lugar onde estamos indo, mas um lugar que estamos criando. O caminho para ele não é encontrado, mas construído e o ato de fazê-lo muda tanto o realizador quando o destino. ”

Antoine de Saint-Exupery

RESUMO

A compostagem é um método biológico de degradação da matéria orgânica, no qual resíduos de origem doméstica, urbana, industrial, florestal ou agrícola são submetidos à ação de microrganismos, resultando na mineralização e humificação da biomassa. Esse processo promove a transformação dos resíduos em um fertilizante rico em nutrientes, com propriedades físicas, químicas e biológicas benéficas ao solo. O objetivo do trabalho é avaliar a influência do *Neem* (*Azadirachta indica*) na atividade microbiana e no processo de compostagem, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, visando compreender seu impacto na decomposição da matéria orgânica. Foi realizada a produção de composto orgânico utilizando diferentes proporções de material vegetal, variando as quantidades de resíduos vegetais e de *neem*. O delineamento experimental consistiu em cinco tratamentos, com quatro repetições cada. Após um período de maturação de 68 dias, foram coletadas amostras do material compostado para análise laboratorial. Os parâmetros avaliados incluíram características químicas, físicas e biológicas. Dessa forma, os resultados confirmam a importância do monitoramento dos parâmetros físico-químicos no processo de compostagem, especialmente quando há a adição de novos componentes, como o *Neem*. A pesquisa contribui para o entendimento dos efeitos desse material sobre a compostagem e abre caminho para estudos futuros que avaliem sua aplicação em diferentes contextos agrícolas. Conclui-se, portanto, que o uso do *Neem* pode ser uma alternativa viável para o manejo de resíduos orgânicos, desde que sejam considerados seus efeitos na dinâmica dos nutrientes e na atividade microbiana do solo.

Palavras-chave: atividade microbiana. matéria orgânica com *neem*. fertilidade do solo.

ABSTRACT

Composting is a biological method of degrading organic matter, in which waste from domestic, urban, industrial, forestry or agricultural sources is subjected to the action of microorganisms, resulting in the mineralization and humification of the biomass. This process promotes the transformation of waste into a fertilizer rich in nutrients, with physical, chemical and biological properties that are beneficial to the soil. The objective of this study is to evaluate the influence of Neem (*Azadirachta indica*) on microbial activity and the composting process, through physical-chemical and microbiological analyses, aiming to understand its impact on the decomposition of organic matter. Organic compost was produced using different proportions of plant material, varying the amounts of plant waste and neem. The experimental design consisted of five treatments, with four replicates each. After a maturation period of 68 days, samples of the composted material were collected for laboratory analysis. The parameters evaluated included chemical, physical and biological characteristics. Thus, the results confirm the importance of monitoring physical and chemical parameters in the composting process, especially when new components such as Neem are added. The research contributes to the understanding of the effects of this material on composting and paves the way for future studies that evaluate its application in different agricultural contexts. It is therefore concluded that the use of Neem can be a viable alternative for the management of organic waste, as long as its effects on the dynamics of nutrients and microbial activity in the soil are considered.

Keywords: microbial activity. organic matter with neem. soil fertility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Fases da compostagem.....	25
Figura 2	– Matéria orgânica utilizada no preparo da compostagem.....	28
Figura 3	– Amostras do composto para análise laboratorial.....	29
Figura 4	– Instalação de sensores de temperatura.....	31
Figura 5	– Colocação dos termopares (sensores)	31
Figura 6	– Placas de Petri com meio de cultura.....	32
Figura 7	– Colônias de fungos das quatro repetições do tratamento T1.....	44
Figura 8	– Colônias de fungos das quatro repetições do tratamento T5.....	44
Figura 9	– Colônias de bactérias das quatro repetições do tratamento T1.....	44
Figura 10	– Colônias de bactérias das quatro repetições do tratamento T5.....	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Temperatura Média ao Longo do Período de Compostagem – T1.....	32
Gráfico 2	– Temperatura Média ao Longo do Período de Compostagem – T2.....	33
Gráfico 3	– Temperatura Média ao Longo do Período de Compostagem – T3.....	33
Gráfico 4	– Temperatura Média ao Longo do Período de Compostagem – T4.....	34
Gráfico 5	– Temperatura Média ao Longo do Período de Compostagem – T5.....	34
Gráfico 6	– Temperatura Máxima X Temperatura do Ar - T1.....	35
Gráfico 7	– Temperatura Máxima X Temperatura do Ar – T2.....	36
Gráfico 8	– Temperatura Máxima X Temperatura do Ar – T3.....	36
Gráfico 9	– Temperatura Máxima X Temperatura do Ar – T4.....	37
Gráfico 10	– Temperatura Máxima X Temperatura do Ar – T5.....	37
Gráfico 11	– Temperatura Mínima X Temperatura do Ar - T1.....	39
Gráfico 12	– Temperatura Mínima X Temperatura do Ar – T2.....	39
Gráfico 13	– Temperatura Mínima X Temperatura do Ar – T3.....	40
Gráfico 14	– Temperatura Mínima X Temperatura do Ar – T4.....	40
Gráfico 15	– Temperatura Mínima X Temperatura do Ar – T5.....	41
Gráfico 16	– Temperaturas Médias Diárias em Cada Tratamento.....	42
Gráfico 17	– Incidência de chuvas durante o período de compostagem.....	42
Gráfico 18	– Relação Carbono Nitrogênio entre os tratamentos.....	43
Gráfico 19	– Condutividade Elétrica (CE) e Potencial Hidrogeniônico (pH) dos Tratamentos.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Levantamento estatístico da quantificação de microrganismos.....	44
Tabela 2	– Médias de nutrientes presentes no composto orgânico.....	45
Tabela 3	– Médias de nutrientes presentes no composto orgânico.....	45
Tabela 4	– Médias de nutrientes presentes no composto orgânico.....	46
Tabela 5	– Dados Estatísticos de Condutividade Elétrica (CE) e Potencial Hidrogeniônico (pH)	48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO GERAL	16
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1. A planta	17
3.1.1. Potencial de uso da planta	18
3.2. Compostagem.....	22
3.2.1. Alguns dos principais fatores que influenciam no processo da compostagem.....	23
3.2.2. Benefícios da Compostagem.....	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
6. CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o conceito de sustentabilidade tem se tornado cada vez mais relevante nas sociedades atuais, especialmente em áreas urbanas, onde a geração e o descarte inadequado de detritos resultam na acumulação de grandes volumes de resíduos sólidos. Esse acúmulo ocorre predominantemente em aterros sanitários ou por meio do descarte irregular no meio ambiente, contribuindo para a degradação dos ecossistemas e a contaminação do solo e dos recursos hídricos.

Para Oliveira, Lima e Cajazeira (2004), uma das estratégias mais eficientes para o aproveitamento de resíduos orgânicos é a produção de composto orgânico por meio do processo de compostagem. A compostagem é um método biológico de degradação da matéria orgânica, no qual resíduos de origem doméstica, urbana, industrial, florestal ou agrícola que são submetidos à ação de microrganismos, resultando na mineralização e humificação da biomassa. Esse processo promove a transformação dos resíduos em um fertilizante rico em nutrientes, com propriedades físicas, químicas e biológicas benéficas ao solo.

Os autores ainda defendem que essa prática, amplamente adotada por pequenos agricultores, está alinhada aos princípios da sustentabilidade, pois possibilita o reaproveitamento de resíduos vegetais, como restos de podas, e contribui para a manutenção do equilíbrio da microbiota do solo. Além disso, o uso do composto orgânico melhora a estrutura do solo, regula o teor de umidade e proporciona uma liberação gradual e equilibrada de nitrogênio, diferindo dos sistemas convencionais de adubação, nos quais a disponibilidade desse nutriente ocorre de forma mais rápida e suscetível a perdas. (OLIVEIRA; LIMA; CAJAZEIRA, 2004).

A espécie *Azadirachta indica* A. Juss., objeto deste estudo, é uma árvore exótica de médio a grande porte, caracterizada por ter caule lenhoso e crescimento simpodial. Popularmente conhecida como amargosa, nim ou neem, pertence à família *Meliaceae* e possui distribuição natural na região sul da Ásia. Diferentes partes da planta, como folhas, frutos, sementes, casca e madeira, apresentam diversas aplicações em áreas como medicina, medicina veterinária, indústria cosmética, construção civil, produção de fertilizantes e no controle de pragas agrícolas. (ARAÚJO; RODRIGUEZ; PAES, 2000).

Em especial, a espécie tem sido amplamente estudada devido à sua eficácia no controle biológico de diversos insetos-praga que afetam culturas agrícolas e animais. No

entanto, mesmo que sua ação inseticida já seja conhecida cientificamente, ainda há lacunas no conhecimento sobre seus efeitos no manejo de doenças agrícolas causadas por fungos e bactérias. A utilização de extratos de *A. indica* na agricultura orgânica, por exemplo, requer estudos aprofundados para avaliar sua toxicidade e eficácia no controle desses fitopatógenos, garantindo sua viabilidade como alternativa sustentável. (ARAÚJO; RODRIGUEZ; PAES, 2000).

O modelo de produção agrícola denominado convencional baseia-se no uso de agroquímicos para adubação e controle de pragas e plantas espontâneas. No entanto, essa prática resulta na contaminação do meio ambiente, incluindo ar, solo, água e organismos vivos, devido à aplicação de substâncias tóxicas de difícil degradação.

A persistência residual desses compostos ao longo das décadas, aliada à exposição contínua, pode gerar impactos ambientais significativos, como a alteração da microbiota do solo e a contaminação do ambiente por meio do escoamento superficial e da lixiviação.

O consumo de alimentos contendo resíduos de agrotóxicos está associado a efeitos adversos à saúde, cuja gravidade depende da sensibilidade individual aos princípios ativos, da quantidade ingerida e do tempo de exposição a essas substâncias. Assim, torna-se essencial a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis e o monitoramento rigoroso da aplicação desses produtos para mitigar seus impactos ambientais e sobre a saúde pública.

A produção de alimentos orgânicos teve sua origem desde a transição do período Paleolítico para o Neolítico, onde o homem passa a se sedentarizar e produzir o seu próprio alimento. O termo “Agricultura Orgânica” começou a ser utilizado a partir do século XIX, por produtores que se opunham aos sistemas convencionais de produção agrícola. Essa oposição foi motivada, sobretudo, pelos impactos ambientais negativos associados às práticas intensivas da agricultura tradicional. Como resposta a esses desafios, emergiu uma corrente voltada para a promoção de uma alimentação mais saudável e a melhoria da qualidade de vida, baseada em métodos de cultivo sustentáveis e isentos de insumos sintéticos. (CASTRO NETO *et al.*, 2010)

Segundo Ferreira (2016), solos com baixa retenção de nutrientes tornam-se mais eficientes, pois minimizam as perdas por volatilização (especialmente de nitrogênio), fixação (de fósforo) e lixiviação (principalmente de potássio). Dessa forma, compreender os mecanismos que regulam a disponibilidade de nutrientes no solo é essencial para otimizar a fertilidade e a produtividade agrícola. O manejo adequado desses elementos, por meio de práticas sustentáveis, como a adubação orgânica e a rotação de culturas, pode reduzir impactos ambientais e garantir maior eficiência no uso dos recursos naturais.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência do *Neem* (*Azadirachta indica*) na atividade microbiana do processo de compostagem, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, visando compreender seu impacto na decomposição da matéria orgânica.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar e comparar a população microbiana presente nas amostras de compostagem com e sem a adição de *neem*.
- Analisar as variações nos parâmetros físico-químicos (pH, CE, temperatura, macro e micronutrientes) ao longo do processo de compostagem em diferentes tratamentos.
- Identificar possíveis efeitos inibitórios ou estimulantes do *neem* sobre a atividade microbiana durante a decomposição da matéria orgânica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. A planta

O *Neem*, é uma planta arbórea, de origem asiática também conhecida como Margosa ou Amargosa (*Azadirachta indica* A. Juss), syn *Antelara azadirachta*, *Melia azadirachta* L., pertence à família *Meliaceae*, a mesma da planta Santa Bárbara ou Cinamomo, Cedro ou Mogno. É natural de Burma ou Birmânia, nomes do que hoje, oficialmente, é a República da União de Mianmar, é o maior país do continente asiático. Ele está localizado na borda nordeste do sudeste da Ásia e faz fronteira com a Tailândia, Laos, China, Tibete, Índia e Bangladesh e das regiões áridas do subcontinente indiano. Atualmente está sendo cultivada nas Américas, Austrália e em países da África. Estudos apontam sua utilização há mais de 2000 anos na Índia.

A espécie apresenta bom desenvolvimento em regiões de clima tropical e subtropical. Assim como o mogno, essa árvore pode atingir entre 15 e 20 metros de altura, com tronco semi-reto a reto, de 30 a 80 cm de diâmetro. Sua madeira é relativamente dura, muito resistente, de coloração marrom-avermelhada, com fissuras e escamas características. A copa possui diâmetro variável entre 8 e 12 metros, podendo alcançar até 15 metros em indivíduos isolados. (VERKERK, 1993; MARTINEZ, 2003.)

A espécie apresenta grande atratividade devido à sua folhagem densa e perene, composta por folhas do tipo imparipenadas, alternadas, com folíolos de coloração verde intensa. A queda foliar ocorre apenas sob condições de seca extrema. O sistema radicular é profundo e adaptativo, com uma raiz pivotante principal, responsável pela sustentação da planta e pela extração de água e nutrientes de camadas profundas do solo. Além disso, possui raízes laterais auxiliares que contribuem para a absorção e fixação. Quando danificadas, as raízes possuem a capacidade de regeneração, emitindo brotações secundárias. (MOSSINI; KEMMELMEIER, 2004)

Por se tratar de uma planta muito versátil, seu cultivo atende as mais diversas finalidades. (São utilizadas na construção civil; como madeira de lei, medicina humana e animal, na fabricação de cosmético, móveis, no reflorestamento, adubo e paisagismo.) Tem

crescimento rápido quando as condições edafoclimáticas encontram-se favoráveis ao seu desenvolvimento.

3.1.1. Potencial de uso da planta

3.1.1.1. Uso medicinal

A humanidade é suscetível a uma ampla variedade de doenças, o que impulsiona a busca contínua por métodos alternativos para sua prevenção e tratamento. Nos últimos anos, esse desafio tem se intensificado, especialmente diante da necessidade de conter o crescimento populacional. No entanto, a desaceleração desse crescimento é comprometida por diversos fatores, como o alto custo de métodos contraceptivos para populações de baixa renda, a falta de acesso à informação e a influência de grupos religiosos que se posicionam contra essas práticas. (NEVES *et al.*, 2005)

Desde os tempos antigos, o uso do *neem* tem sido amplamente documentado na literatura. Diversas partes da planta, incluindo frutos, sementes, óleo, folhas, casca do caule e raízes, possuem propriedades antissépticas, antimicrobianas e são empregadas no tratamento de distúrbios urinários, diarreias e doenças do couro cabeludo. Além disso, o óleo e seus compostos isolados demonstram eficácia na inibição do crescimento de fungos em seres humanos e animais (SAXENA, 1993).

Existem registros do uso do *Neem* documentado na literatura Ayurvédica e em sua medicina, descrito como um sistema de cura milenar que visa o equilíbrio da mente, corpo e espírito e na harmonia entre os cinco elementos da natureza: éter, ar, fogo, água e terra, especialmente no Charak Samhita, texto em sânscrito que reúne conhecimentos sobre a medicina ayurvédica, um guia terapêutico que orienta sobre a importância de boas práticas de saúde. Existem relatos do tratamento e uso dessa planta na medicina Siddha, também baseada nos cinco elementos básicos: terra, fogo, água, céu e ar e na purificação, e no sistema UNANI de medicina tradicional indiana que se baseia no equilíbrio e na recuperação do corpo, cujos tratamentos são feitos com base na utilização de plantas, onde são usados: caule, raízes, folhas, frutos, sementes, extratos concentrados, óleos, tratando as mais diversas patologias, combatendo a ação microbiana, dermatites, dermatoses, problemas no trato urinário, ferimentos, diarreias, malária com ação antifúngica, anti-helmíntica, antisséptica, anti-inflamatória e repelente de insetos. Pesquisas recentes têm

indicado que derivados do *Neem* podem ser valiosos contraceptivos, experimentada, em ratos, como bloqueador da fertilidade.

A ação antimalárica do *neem* tem sido atribuída ao gedunine, um limonóide com propriedades antiparasitárias. Nesse contexto, formulações contendo extratos da planta, na forma de tabletes e injeções, têm sido utilizadas no tratamento da malária crônica. O extrato de neem, rico em azadiractina, também tem sido empregado na imunização contra o inseto *Rhodnius prolixus*, vetor do protozoário *Trypanosoma cruzi*, responsável pela transmissão da doença de Chagas, endêmica em diversas regiões da América Latina (NEVES *et al.*, 2005).

De acordo com Neves, Oliveira e Nogueira (2003), as folhas do *neem* apresentam aplicações terapêuticas contra erupções cutâneas e abscessos, enquanto o suco extraído dessas folhas é tradicionalmente utilizado no combate a vermes intestinais. Dada a ampla suscetibilidade humana a diversas doenças, a busca por métodos alternativos para a prevenção e o tratamento de enfermidades tem se intensificado, assim como as pesquisas voltadas para o controle populacional. No entanto, o acesso a métodos contraceptivos ainda é limitado em razão do alto custo, da falta de informação e da interferência sociocultural e religiosa, que muitas vezes restringe o uso dessas tecnologias.

3.1.1.2. Produção de inseticidas

A *Azadirachta indica* foi inicialmente empregado no controle de pragas domésticas e de armazéns. No entanto, na Índia, seu país de origem, seu uso esteve tradicionalmente restrito ao manejo de pragas na cultura do arroz. Desde a década de 1930, a pasta de *neem* tem sido aplicada nas lavouras de arroz e cana-de-açúcar, visando o controle de pragas como *Diatraea saccharalis* (broca-da-cana) e cupins. (NEVES *et al.*, 2005).

Estudos demonstraram que os compostos extraídos dessa planta afetam mais de 400 espécies de insetos pertencentes a diversas ordens, incluindo *Coleoptera*, *Diptera*, *Heteroptera*, *Homoptera*, *Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Orthoptera*, *Thysanoptera* e *Neuroptera*, além de alguns fungos patogênicos. (NEVES *et al.*, 2005).

O limonóide ou tetranortriterpenóide azadiractina é o mais estudado e eficaz, em toda a planta é possível encontrar essa substância, porém as partes em que há maior concentração, sendo mais fácil de encontrar, são nas folhas e sementes, caracterizando-se como o principal composto responsável pelo efeito inseticida. Sua obtenção se dá por

extração em água e solventes orgânicos como hidrocarbonetos, cetonas, éteres e álcoois (MOSSINI, KEMMELMEIER, 2005).

Os extratos de *neem* apresentam múltiplos efeitos sobre os insetos-alvo, incluindo distorção da metamorfose, inibição do crescimento, malformação, redução da fertilidade e aumento da mortalidade. Esses compostos são especialmente eficazes contra larvas de *Lepidoptera* e estágios imaturos de *Coleoptera*. (NEVES *et al.*, 2005).

Em condições controladas, observou-se que mudas de arroz pré-germinadas, cujas sementes foram tratadas com extrato de *neem* ou com a pasta da planta, apresentaram maior vigor e resistência ao ataque de cigarrinhas e cicadelídeos. Adicionalmente, verificou-se que os extratos das sementes de *neem* apresentam ação repelente contra *Schistocerca gregaria*, um dos principais gafanhotos responsáveis por surtos de desfolha em culturas agrícolas. Esses resultados reforçam o potencial do *neem* como uma alternativa sustentável no manejo de pragas agrícolas, minimizando o impacto ambiental associado ao uso de inseticidas sintéticos. (GIGLIOTI, 2010)

3.1.1.3. Produção de cosméticos

O óleo extraído de *Azadirachta indica* (*neem*) é amplamente utilizado na formulação de produtos cosméticos, como xampus, óleos capilares, tônicos capilares e óleos para unhas. Além disso, na Alemanha, o tanino presente na casca do caule é empregado na fabricação de sabonetes e pastas dentais (NEVES; OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2003).

Os compostos bioativos extraídos do *neem* apresentam alta seletividade, origem natural e baixa toxicidade, características que os tornam uma alternativa promissora a aditivos sintéticos e produtos farmacêuticos convencionais. Estudos demonstram que essa planta possui propriedades antifúngicas, antibacterianas e anti-inflamatórias, além de ser uma rica fonte de carboidratos e aminoácidos. Seu uso na medicina tradicional tem sido documentado há séculos devido aos seus efeitos benéficos à saúde, e pesquisas recentes confirmam sua eficácia na promoção da saúde intestinal e no fortalecimento do sistema imunológico (BATUBARA *et al.*, 2023; HAWISET *et al.*, 2023; SAXENA *et al.*, 2023).

Diante da crescente demanda por produtos naturais e seguros, a indústria de cosméticos e cuidados pessoais tem investido significativamente na garantia da qualidade e segurança de seus produtos antes da comercialização. Produtos que apresentam instabilidade sensorial, alterações nas propriedades físico-químicas ou falhas nos critérios

microbiológicos podem comprometer a saúde dos consumidores, além de impactar negativamente a reputação da empresa. Consequentemente, a não conformidade com os padrões técnicos estabelecidos pode resultar na perda de credibilidade e na redução da aceitação do mercado (ANVISA, 2004; COSTA et al., 2023; PAULA; TRIGUEIROS; MARQUES, 2022).

3.1.1.3. Produção de fertilizantes

O *neem* apresenta potencial como fertilizante, especialmente na eficiência do uso de fertilizantes nitrogenados. Sua torta ou extratos, devido à ação antimicrobiana, reduzem a volatilização da amônia ao inibir bactérias nitrificantes no solo, favorecendo a liberação gradual de nitrogênio. Estudos apontam seus efeitos no tratamento de nematoides do solo.

A pasta de *neem* tem sido utilizada como adubo em culturas como cana-de-açúcar e hortaliças, fornecendo nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e potássio, além de proteger contra nematoides e formigas. Folhas e galhos verdes são empregados diretamente em solos de cultivos intensivos, especialmente em arrozais antes do transplante das mudas.

A torta de *neem*, subproduto da prensagem das sementes, é um adubo orgânico promissor, com 56% do nitrogênio processado em 60 dias, superior aos 43% de sementes não prensadas. Quando misturada a uréia e sulfato de amônia, favorece a conversão de nitratos por até 70 dias. Estudos de campo demonstram que formulações com extrato acetônico de *neem* e ureia (100-200 kg/ha) aumentam a produção de arroz e seu teor proteico, enquanto, na cana-de-açúcar, doses de 125-250 kg/ha mostraram bons resultados. No algodoeiro, a incorporação de 20% da pasta ao solo otimizou a produtividade (NEVES; OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2003).

Dessa forma, o uso da pasta de *neem* como adubo orgânico representa uma alternativa sustentável e econômica, contribuindo para a redução dos custos de produção agrícola.

3.1.1.4. Outras formas de utilização

A produção de biomassa do *Azadirachta indica* pode variar entre 10 e 100 t/ha de matéria seca, dependendo de fatores como chuva, solo, espaçamento e genótipo. Aproximadamente 50% da biomassa é composta por folhas, enquanto madeira e frutos representam cerca de 25% cada. Com manejo adequado, a produtividade da madeira pode

alcançar 15 m³/ha aos quatro anos e 40 m³/ha aos dez anos. A madeira do *neem* é dura e resistente, sendo utilizada para construção, fabricação de móveis, implementos agrícolas e lenha de alto valor calorífico. (BITTENCOURT, 2006)

O *neem* desempenha papel estratégico no reflorestamento, principalmente em regiões áridas e degradadas, sendo amplamente utilizado na Índia, África e América Central. Durante períodos de seca intensa, como em Tamil Nādu (Índia, 1987), demonstrou alta resiliência em comparação a outras espécies. Seu cultivo como quebra-vento protege culturas agrícolas contra ventos fortes e baixa umidade, aumentando a produção de milho (Nigéria, +20%) e sisal (Quênia). Além disso, o *neem* tem sido utilizado na contenção da desertificação, como observado na região entre Somália e Mauritânia (NEVES; OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2003).

Embora seja uma espécie rústica e vigorosa, estudos indicam que seu cultivo pode ser agressivo pois trata-se de uma espécie de fácil dispersão e propagação, competindo com culturas agrícolas. No entanto, há possibilidades de consórcio com espécies como frutíferas, gergelim, algodão, amendoim e feijão, necessitando de pesquisas adicionais. Avanços em biotecnologia e cultura de tecidos poderão permitir a seleção de genótipos com características desejáveis para uso em sistemas agroflorestais, otimizando seu potencial produtivo e ecológico.

3.2. Compostagem

A compostagem é um processo biológico de decomposição da matéria orgânica, mediado por microrganismos saprófitas, que convertem resíduos vegetais (fontes de carbono) e restos de tratamentos culturais, como folhas, caules, galhos, cascas, frutos, resíduos alimentares e esterco, em um composto orgânico rico em nutrientes essenciais às plantas. Esse processo resulta em um material de alta qualidade, amplamente empregado como substrato e fonte de nutrientes em cultivos orgânicos e na agricultura familiar (OLIVEIRA; LIMA; CAJAZEIRA, 2004).

Para a adequada montagem da pilha de composto orgânico, é essencial manter uma estrutura otimizada para o desempenho eficiente do processo de decomposição. As pilhas são compostas por resíduos vegetais úmidos e secos (como palha, folhas e galhos), fragmentados em partículas de no máximo 5 cm, a fim de garantir a aeração e a decomposição homogênea. Esses materiais são intercalados com esterco, que atua como fonte de inóculo microbiano, acelerando o processo.

A redução do tamanho das partículas favorece a decomposição, uma vez que aumenta a superfície de contato para a ação dos microrganismos decompositores. Enquanto menor a partícula, mais rápido o processo ocorre. A atividade metabólica desses microrganismos promove uma reação exotérmica, resultando no aumento da temperatura da pilha, que pode atingir até 80°C, promovendo a estabilização da matéria orgânica e a eliminação de patógenos e sementes de plantas invasoras.

3.2.1. Alguns dos principais fatores que influenciam no processo da compostagem

3.2.1.1. Umidade

No processo de decomposição da matéria orgânica, a umidade é um fator essencial para a atividade microbiana, pois todos os processos metabólicos e reprodutivos dos microrganismos envolvidos na compostagem dependem da disponibilidade de água. A manutenção de níveis adequados de umidade favorece a degradação da matéria orgânica e a estabilidade do composto. Uma metodologia prática para avaliar o teor de umidade consiste na compressão manual do material: quando a umidade está em níveis ideais, o composto apresenta agregação adequada e sensação tátil de umidade, indicando condições favoráveis para a atividade biológica.

3.2.1.2. Aeração

A aeração desempenha um papel fundamental no processo de compostagem, pois garante a disponibilidade de oxigênio, essencial para a atividade dos microrganismos aeróbicos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Fatores como umidade, temperatura e granulometria influenciam diretamente a demanda de oxigênio, afetando a eficiência do processo e a qualidade do composto final (FUNASA, 2009).

De acordo com Sartori *et al.* (2018), o oxigênio desempenha um papel fundamental na atividade dos microrganismos responsáveis pela decomposição dos resíduos orgânicos, uma vez que esse processo consiste em uma oxidação biológica das moléculas ricas em carbono, resultando na liberação de energia. Essa energia é utilizada pelos microrganismos para suas atividades metabólicas, enquanto os nutrientes liberados durante a decomposição tornam-se disponíveis para a absorção pelas plantas, contribuindo para a fertilidade do solo e o ciclo de nutrientes no ecossistema. A aeração é promovida através do revolvimento da

pilha. Esse procedimento, pode-se evitar: mal odor, liberação de gases tóxicos, presença de moscas e desenvolvimento de suas larvas e insetos indesejáveis.

Essa prática também contribui para a manutenção da temperatura, permitindo que os microrganismos decompositores atuem de forma eficiente no processo de compostagem.

3.2.1.3. Temperatura

No contexto da compostagem, a temperatura é um fator essencial para o desenvolvimento adequado do processo, impactando diretamente a qualidade do composto produzido. A temperatura influencia a mineralização da matéria orgânica e a multiplicação das populações microbianas, que, por sua vez, afetam as reações exotérmicas responsáveis pela decomposição das cadeias de compostos orgânicos. Dessa forma, a regulação térmica é fundamental para garantir a estabilização do processo de compostagem, promovendo a degradação eficiente dos resíduos e a formação de um composto de alta qualidade (FALGETANO *et al.*, 2015).

O aquecimento da massa do composto e a duração desse aquecimento estão diretamente relacionados à geração de calor pela atividade dos microrganismos decompositores. No entanto, a manutenção da temperatura também depende da capacidade do sistema de reter o calor gerado. Compostagens realizadas em volumes maiores apresentam maior eficiência na retenção térmica em comparação às de menor escala. Além disso, sistemas com menor aeração ou conduzidos em recipientes que oferecem maior isolamento térmico tendem a conservar o calor por mais tempo, favorecendo a estabilidade do processo de decomposição e a eficiência da compostagem.

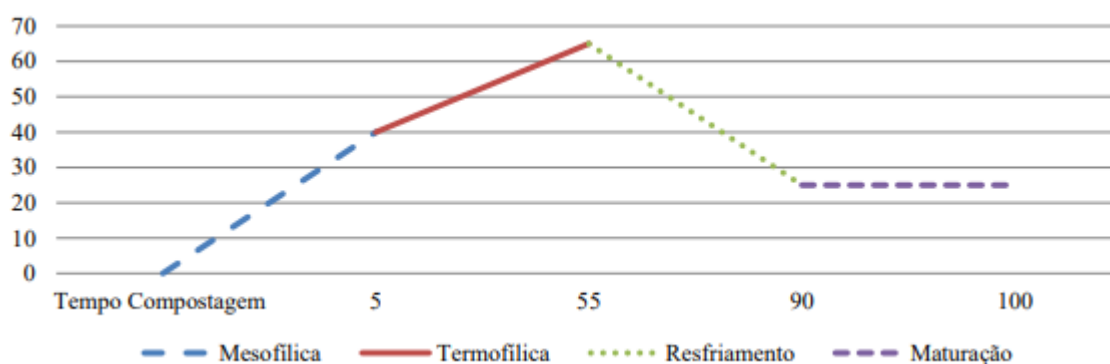
O processo de compostagem é dividido em quatro fases distintas, cada uma caracterizada por variações térmicas e pela atividade microbiológica envolvida na decomposição da matéria orgânica (PEREIRA NETO, 1996; FERREIRA, 2016):

- Fase 1 – Mesofílica: Nesta fase inicial, predominam temperaturas moderadas, em torno de 40°C. Esse estágio tem duração média de dois a cinco dias e é caracterizado pela atuação de microrganismos mesófilos, responsáveis pelo início da degradação da matéria orgânica.
- Fase 2 – Termofílica: A atividade microbiológica intensifica-se, promovendo a rápida degradação dos compostos orgânicos e elevando a temperatura acima de 40°C, podendo atingir valores superiores a 60°C. Essa fase pode ter duração

variável, desde alguns dias até meses, dependendo das condições ambientais e da composição do material compostado.

- Fase 3 – Criofílica: Caracteriza-se pela redução progressiva da temperatura, que retorna gradualmente aos níveis da temperatura ambiente. Essa transição ocorre à medida que a atividade microbiana diminui e os materiais decompostos tornam-se mais estáveis.
- Fase 4 – Estabilização: Corresponde à etapa final do processo de compostagem, na qual ocorre a degradação parcial do material orgânico, resultando na formação de um composto maturado, altamente estabilizado e humificado. Durante essa fase, a atividade microbiana é reduzida a níveis mínimos, e a temperatura se iguala à do ambiente. O material orgânico transforma-se em húmus, livre de toxicidade e pronto para aplicação no solo. O tempo necessário para a completa degradação pode chegar a dois meses, variando conforme a quantidade de matéria orgânica presente e as condições ambientais.

Figura 1 – Fases da compostagem



Fonte: FERREIRA, 2016

3.2.1.2. Relação C/N

A compostagem é um processo que envolve a criação de condições adequadas para a decomposição da matéria orgânica, dispondo os materiais em um local apropriado e garantindo o equilíbrio nutricional necessário para a atividade microbiana. Para uma compostagem eficiente, é fundamental que os materiais utilizados apresentem uma relação carbono/nitrogênio (C/N) equilibrada, idealmente em torno de 30:1. (OLIVEIRA; LIMA; CAJAZEIRA, 2004).

Para Oliveira; Lima; Cajazeira, 2004, isso significa que, para cada parte de nitrogênio presente no composto, geralmente na forma de esterco, devem existir aproximadamente 30 partes de carbono, frequentemente encontradas em materiais secos, como palhada. Esse balanço é essencial para promover a decomposição eficiente da matéria orgânica, evitando a liberação excessiva de gases e assegurando a qualidade final do composto.

Dessa forma, o monitoramento por meio de análises é fundamental para garantir o equilíbrio adequado da relação C/N no processo de compostagem. Uma relação C/N elevada pode retardar a decomposição, uma vez que os microrganismos não serão capazes de metabolizar todo o carbono disponível de maneira eficiente. Por outro lado, uma relação C/N muito baixa pode favorecer condições anaeróbicas, resultando no consumo rápido do oxigênio e na possível formação de compostos indesejáveis, comprometendo a qualidade do composto final (FERREIRA, 2016).

3.2.2. Benefícios da Compostagem

A compostagem é um processo fundamental para a sustentabilidade ambiental, pois reduz os resíduos orgânicos e melhora a qualidade do solo. Durante a decomposição dos materiais orgânicos, nutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio são liberados gradualmente, garantindo um suprimento contínuo para as plantas. Esse processo não apenas enriquece o solo, mas também favorece a retenção de água e reduz a compactação, criando um ambiente mais propício para o desenvolvimento das raízes. (PEREIRA; OSTI; SOUZA, 2024)

Além disso, a compostagem estimula a atividade de microrganismos benéficos, como bactérias e fungos, que desempenham um papel essencial na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes. Pereira, Osti e Souza (2024) confirmam que a presença desses organismos aumenta a fertilidade do solo e sua resistência a doenças e pragas, tornando-o mais saudável e produtivo. Assim, além de ser uma solução sustentável para o descarte de resíduos, a compostagem promove um equilíbrio ecológico favorável ao crescimento das plantas.

De acordo com Oliveira, Lima e Cajazeira (2014), a adição de matéria orgânica ao solo contribui para a disponibilização de macro e micronutrientes essenciais, promovendo uma nutrição equilibrada, ainda que em quantidades moderadas. Além disso, melhora a eficiência dos fertilizantes minerais ao aumentar a retenção de nutrientes, reduzindo sua

lixiviação para camadas mais profundas do solo e possibilitando uma absorção mais eficiente pelas plantas. A matéria orgânica desempenha um papel fundamental na solubilização de nutrientes em solos minerais, devido à ação dos ácidos húmicos provenientes da decomposição de resíduos vegetais e animais.

Ainda segundo os autores, outro benefício significativo da matéria orgânica é a melhoria da estrutura do solo, aumentando sua capacidade de retenção hídrica, promovendo uma adequada aeração e favorecendo o crescimento radicular. Além disso, estimula a atividade microbiana, fornecendo substrato para microrganismos benéficos que contribuem para a ciclagem de nutrientes e a saúde do solo. A matéria orgânica também eleva a capacidade de troca de cátions e melhora a capacidade tampão do solo, auxiliando na estabilização do pH próximo à neutralidade. Por fim, seu uso contribui para a redução da toxicidade de pesticidas e outras substâncias nocivas, tornando o ambiente edáfico mais favorável ao desenvolvimento vegetal. (OLIVEIRA; LIMA; CAJAZEIRA, 2004)

4. MATERIAL E MÉTODOS

A fase inicial do experimento foi dedicada à produção de composto orgânico utilizando diferentes proporções de material vegetal, variando as quantidades de resíduos vegetais e de *neem*. O delineamento experimental consistiu em cinco tratamentos, com quatro repetições cada, totalizando vinte amostras. Cada unidade experimental foi composta por 70% de material vegetal, utilizado como fonte de carbono, e 30% de esterco bovino, empregado como fonte de nitrogênio, respeitando as proporções uma composição equilibrada do composto. O material vegetal selecionado para o estudo foi obtido a partir de podas de espécies conhecidas, incluindo mangueira (*Mangifera indica*), bananeira (*Musa spp.*) e cajarana (*Spondias sp.*), sendo coletado no Campus Leste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), unidade Mossoró/RN, e no Condomínio Quintas do Lago, localizado na mesma cidade.

Figura 2 – Matéria orgânica utilizada no preparo da compostagem



Fonte: Autoria Própria, 2024

As podas de *neem* utilizadas no experimento foram coletadas na Rua Prudente de Moraes, no bairro Santo Antônio, nas proximidades do Hospital Rodolfo Fernandes, a partir de árvores com idade superior a cinco anos. As quantidades de *neem* incorporadas ao material vegetal para a montagem do composto foram de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{4}{4}$ correspondendo respectivamente a (25%, 50%, 75% e 100%) da porção total, além de um tratamento

controle (testemunha), no qual o *neem* não foi adicionado. O esterco bovino seco, utilizado no preparo do composto foi obtido em currais da região e o esterco fresco, da vacaria da UFERSA.

Na segunda etapa do experimento, após um período de maturação de 68 dias, o material resultante do processo de decomposição apresentou boa textura, leveza, cor marrom escuro, cheiro característico de terra molhada, presença de macrofauna, de onde foram coletadas amostras para análise laboratorial. Os parâmetros avaliados incluíram características químicas, físicas e biológicas, além da condutividade elétrica da água utilizada na irrigação, variação da temperatura ambiente e do composto, fragmentação da massa vegetal e tempo de decomposição. Adicionalmente, foram monitoradas a curva de temperatura, o potencial hidrogeniônico (pH), a condutividade elétrica (CE) e a quantificação de microrganismos (fungos e bactérias) presentes nas amostras, a fim de verificar possíveis alterações decorrentes da presença do *neem*.

Figura 3 – Amostras dos compostos para análise laboratorial



Fonte: Autoria Própria, 2024

O processo de compostagem foi conduzido entre os meses de dezembro de 2024 e fevereiro de 2025, em um viveiro de mudas coberto por tela, localizado no Campus Leste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Para a compostagem, foram utilizados baldes cilíndricos com capacidade para 18 litros, perfurados com auxílio de uma furadeira elétrica e broca de 8 mm de diâmetro, permitindo adequada drenagem e aeração do material. A irrigação foi realizada conforme a necessidade, baseada na observação da umidade do composto e monitorada diariamente.

Cada tratamento possui um percentual diferente de *neem*, que vão de 0 a 100%, sendo eles:

- Tratamento 1 (T1) - Refere-se ao tratamento Controle (testemunha), onde todo resíduo vegetal colocado para a produção do composto orgânico veio de podas de plantas variadas (mangueira, bananeira, cajarana) e esterco bovino, sem adição de *neem*.
- Tratamento 2 (T2) – Essa porção contém cinco partes. $\frac{1}{5}$ de esterco bovino, $\frac{1}{5}$ de resíduos de podas de *neem* triturado e $\frac{3}{5}$ de material orgânico seco. Tratamento equivalente a 25% de *neem*.
- Tratamento 3 (T3) - Para o tratamento 3 foram adicionados $\frac{1}{5}$ de esterco bovino, $\frac{2}{5}$ de *neem* triturado e $\frac{2}{5}$ de material orgânico seco. Tratamento equivalente a 50% de *neem*.
- Tratamento 4 (T4) - No tratamento 4, as proporções $\frac{1}{5}$ de esterco bovino, $\frac{3}{5}$ de *neem* triturado e $\frac{1}{5}$ da porção de material orgânico seco. Tratamento equivalente a 75% de *neem*.
- Tratamento 5 (T5) - Tratamento 5 foi constituído de $\frac{1}{5}$ de esterco bovino, $\frac{4}{5}$ de *neem* triturado e nenhuma porção de material orgânico seco, equivalendo a 100% de *neem*.

A temperatura do composto permaneceu sob controle durante todo o experimento, mantendo-se variável entre 24°C e 50°C. Para garantir a aeração adequada e evitar condições anaeróbicas, o revolvimento do material foi realizado em intervalos de dois, três ou cinco dias, conforme a necessidade identificada.

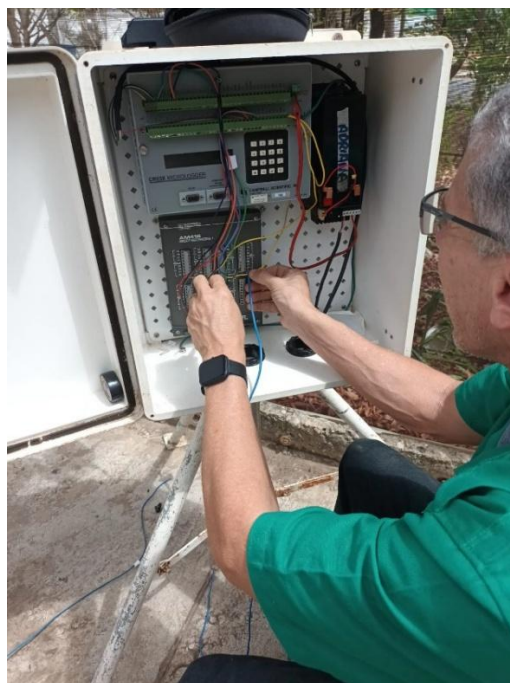
No interior do ambiente protegido, foi instalada uma estação meteorológica automática com o objetivo de monitorar a temperatura ambiente e a temperatura interna de cada tratamento. Os dados necessários para a validação da pesquisa foram obtidos a partir do experimento de campo conduzido no Campus Leste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró/RN.

As medições de temperatura e umidade relativa do ar foram realizadas utilizando um termohigrômetro modelo HMP45C (Campbell Scientific, Logan, EUA). Já as temperaturas dos jarros (baldes), totalizando dez unidades, foram registradas por meio de termopares do tipo T (cobre-constantan). Os sinais elétricos gerados pelos instrumentos foram processados por um sistema de aquisição de dados modelo CR23X (Campbell Scientific, Logan, EUA), permitindo a coleta precisa das informações térmicas.

As leituras da temperatura foram realizadas continuamente, a cada segundo, com registros em diferentes intervalos de tempo. Os valores médios foram computados em

períodos de 30 minutos, uma hora e 24 horas, além do registro das temperaturas máximas e mínimas observadas em cada intervalo. Esse monitoramento detalhado possibilitou uma análise precisa da dinâmica térmica do composto ao longo do processo de decomposição.

Figura 4 – Instalação de sensores de temperatura



Fonte: Autoria Própria, 2024

Os sensores de temperatura foram instalados nas fileiras centrais, evitando a influência do efeito de bordadura, contemplando duas repetições de cada tratamento.

Figura 5 - Colocação dos termopares (sensores)

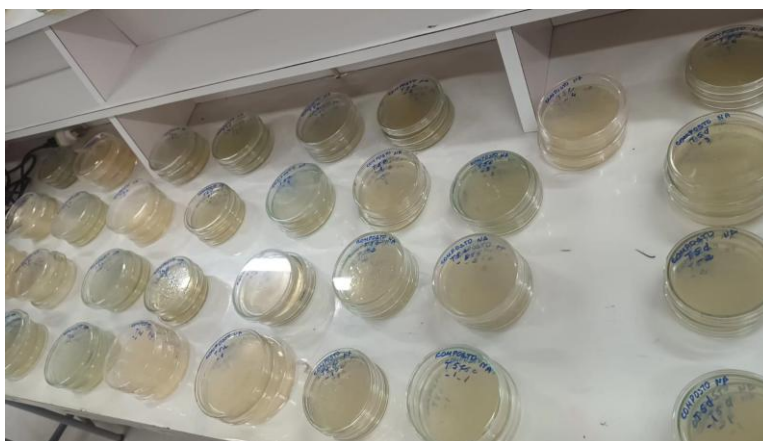


Fonte: Autoria Própria, 2024

Para a realização das análises de quantificação de microrganismos utilizou-se os meios de cultura Nutriente-Ágar (NA), para bactérias, e Batata-Dextrose-Ágar (BDA) + Triton, para fungos. Foi realizado uma diluição seriada da amostra, onde 1 grama do composto, é pesado em balança de precisão e passa por um processo de diluição onde a primeira delas é adicionada à 9 mL de água deionizada, retirada 1mL dessa diluição, adicionado em mais 9mL de água deionizada e o processo é repetido até completarem quatro diluições. O resultado dessa diluição é posteriormente depositado nas placas de Petri, com 100 µL de cada amostra diluída, sendo três repetições por diluição. As amostras foram plaqueadas em meios de cultura NA e BDA e foram mantidas em estufa incubadora do tipo BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio), por 48 horas, à 30 ± 2 °C.

Cada amostra, contendo A finalidade dessas diluições é de diminuir a quantidade de microrganismos ao nível em que possa ser quantificado quando inoculado em meio de cultura.

Figura 6 – Placas de Petri com meio de cultura



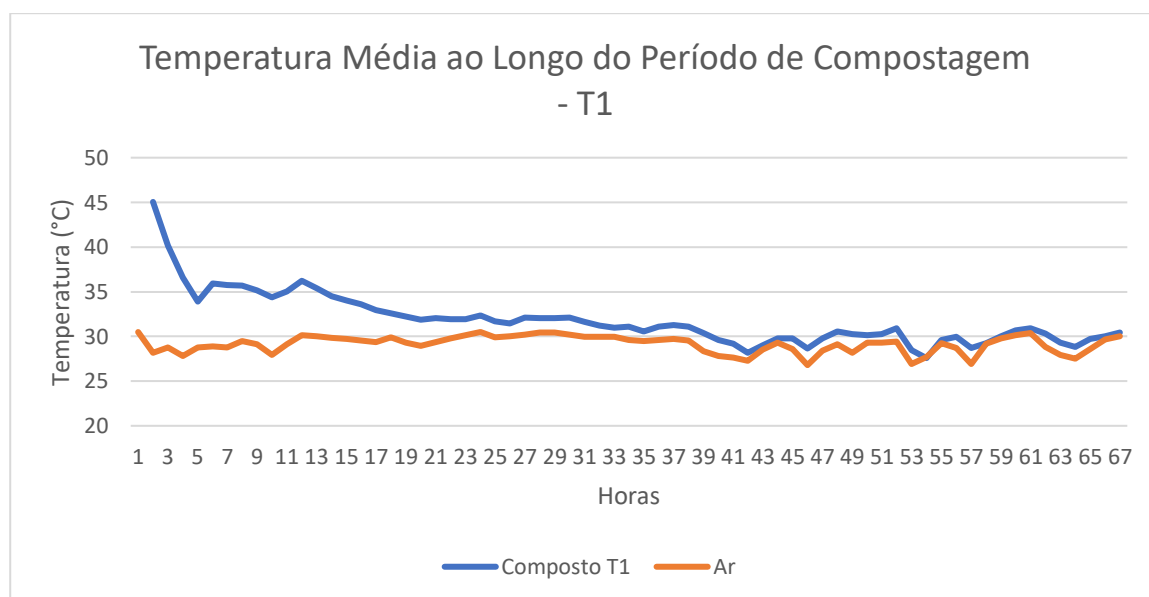
Fonte: Autoria Própria, 2025

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A temperatura é um dos principais parâmetros monitorados durante o processo de compostagem, pois é influenciada diretamente pela atividade microbiana e fatores ambientais. Ao longo do processo, ocorrem diferentes fases térmicas, que incluem a fase mesofílica, caracterizada por temperaturas moderadas, a fase termofílica, onde há um aumento significativo da temperatura devido à intensa atividade microbiana, seguida pela fase de resfriamento e estabilização, indicando a maturação do composto.

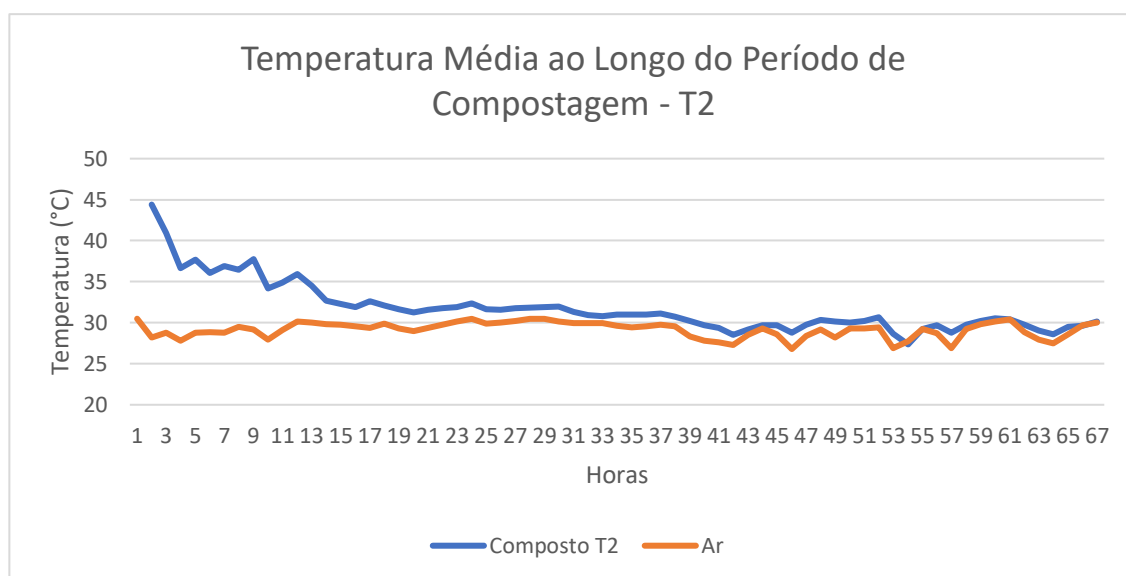
A análise gráfica da variação térmica nos diferentes tratamentos permite avaliar a eficiência do processo e sua adequação para a obtenção de um composto de qualidade. Nos gráficos a seguir (Gráficos 1 a 5), são apresentados os dados de temperatura registrados ao longo do período de compostagem, permitindo uma análise comparativa entre os diferentes tratamentos e sua eficiência na degradação da matéria orgânica.

Gráfico 1 - Temperatura Média ao Longo do Período de Compostagem – T1



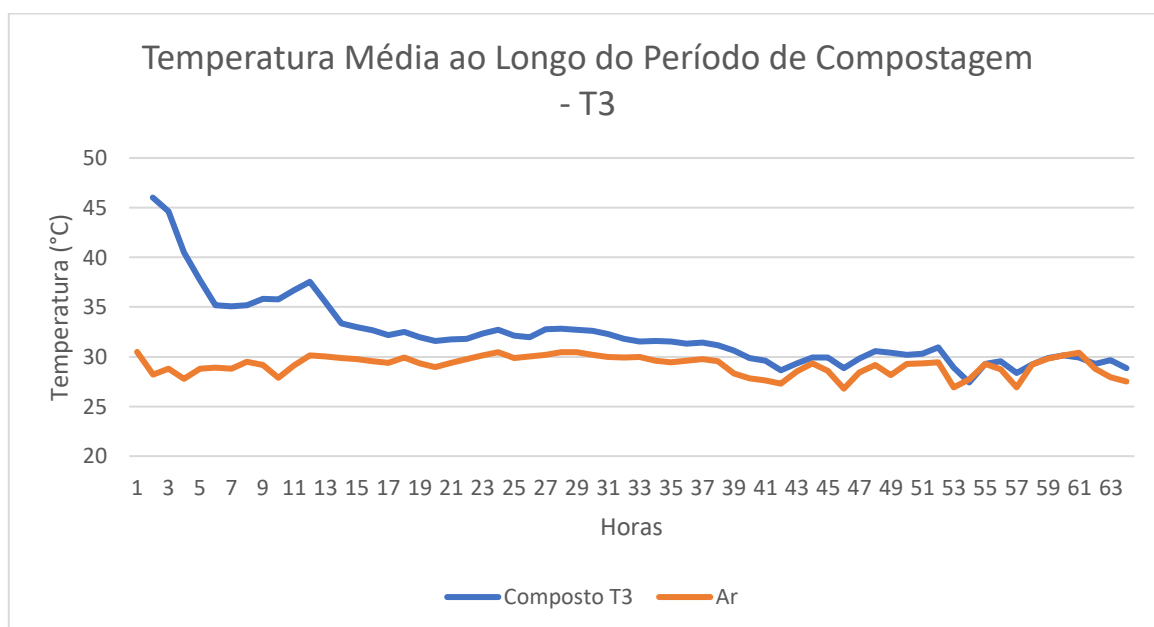
Fonte: Autoria Própria, 2025

Gráfico 2 – Temperatura Média ao Longo do Período de Compostagem – T2



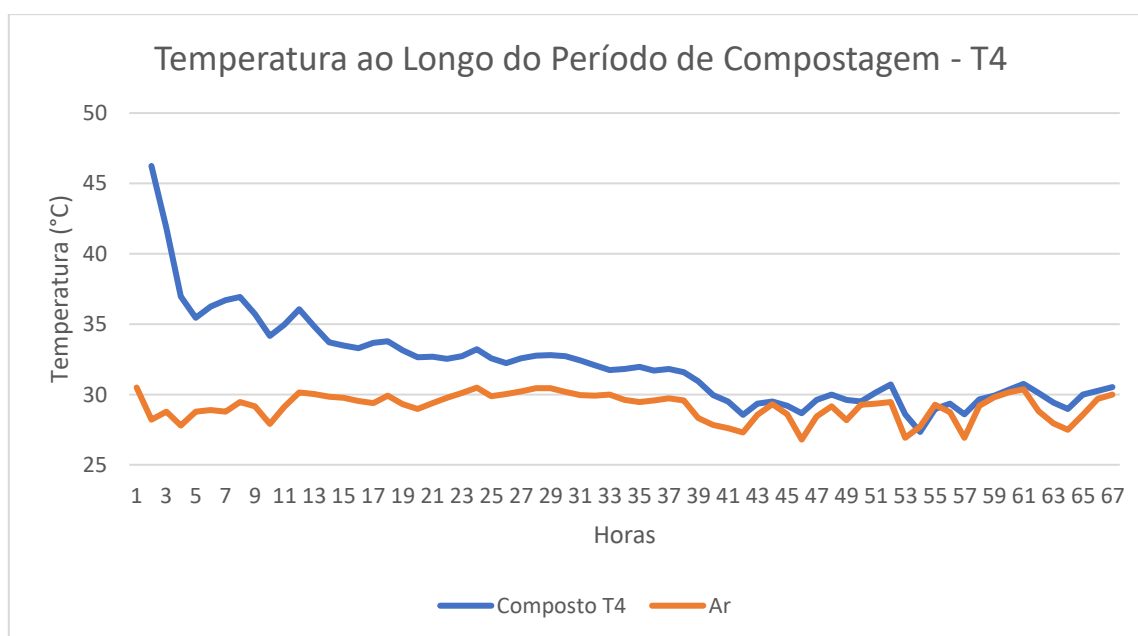
Fonte: Autoria Própria, 2025

Gráfico 3 - Temperatura Média ao Longo do Período de Compostagem – T3



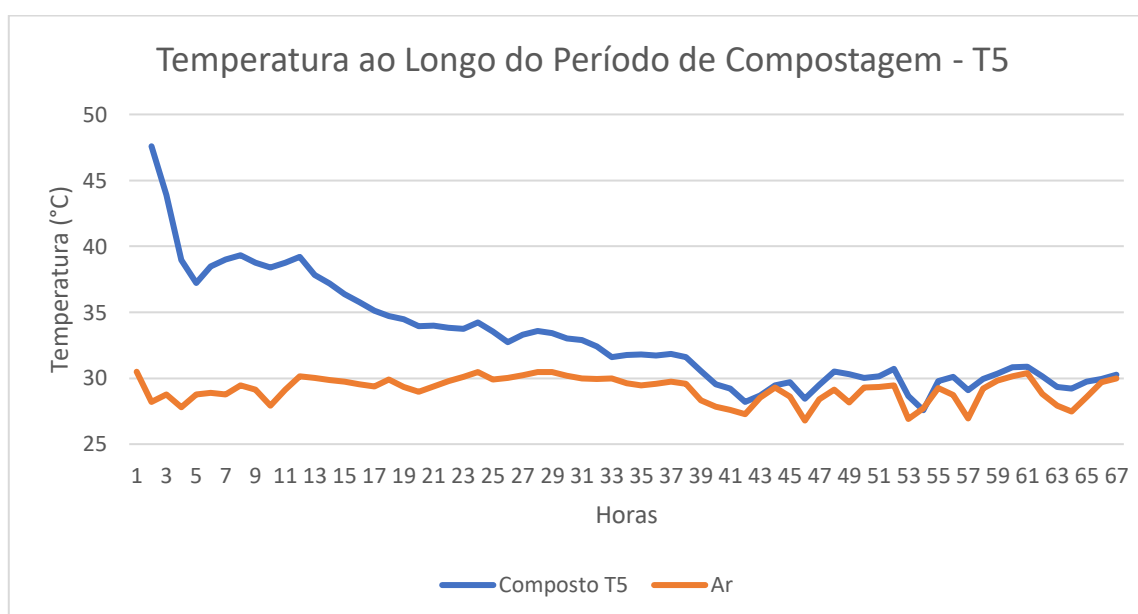
Fonte: Autoria Própria, 2025

Gráfico 4 - Temperatura Média ao Longo do Período de Compostagem – T4



Fonte: Autoria Própria, 2025

Gráfico 5 - Temperatura Média ao Longo do Período de Compostagem – T5



Fonte: Autoria Própria, 2025

A análise dos Gráficos 1 a 5, que representam a temperatura média ao longo do período de compostagem, demonstra um padrão térmico característico do processo de decomposição da matéria orgânica. Inicialmente, observa-se um aumento gradual da temperatura, indicando a alta temperatura nos primeiros dias do processo de decomposição,

seguida pela da fase mesofílica, na qual os microrganismos atuam nos compostos mais facilmente degradáveis, elevando a temperatura até aproximadamente 40°C.

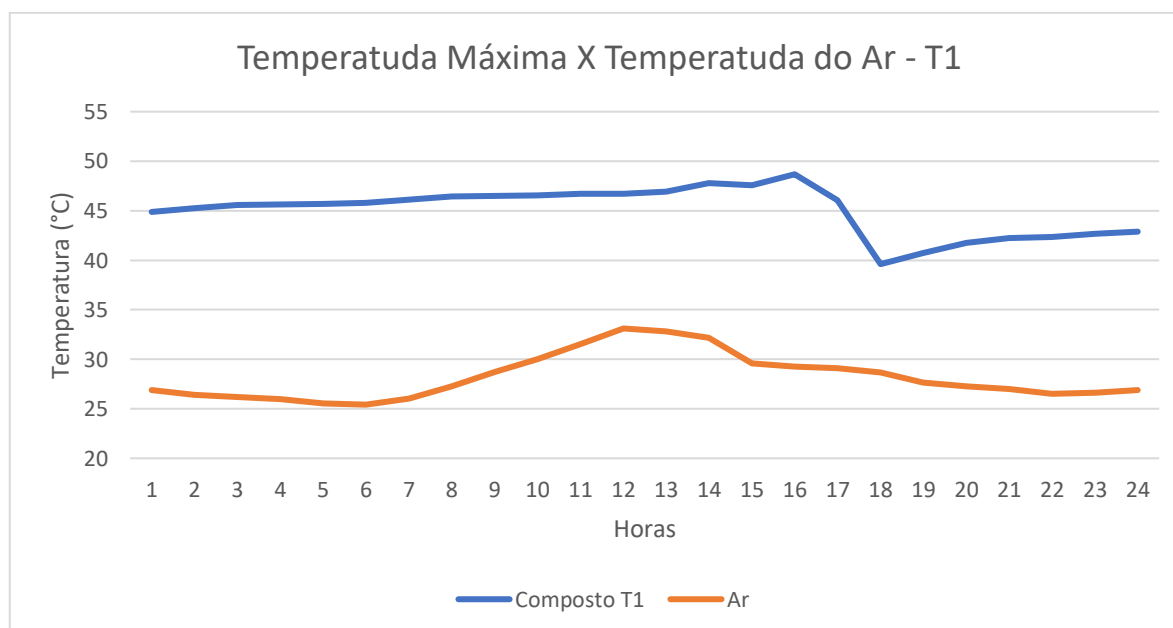
Na sequência, ocorre a fase termofílica, marcada pela elevação da temperatura para valores superiores a 50°C. Esse estágio é fundamental para o processo de compostagem, pois favorece a aceleração da degradação da matéria orgânica e contribui para a eliminação de patógenos e sementes de plantas invasoras, tornando o composto mais seguro para uso agrícola.

Além disso, em alguns tratamentos, a manutenção prolongada da temperatura elevada sugere uma maior eficiência do processo de compostagem, indicando que as condições ambientais, como umidade e aeração, favoreceram a atividade microbiana ideal para a estabilização do composto. Esse comportamento reforça a viabilidade da compostagem como uma estratégia sustentável para o reaproveitamento de resíduos orgânicos e a produção de fertilizantes naturais.

Os Gráficos 6 a 10 apresentam a variação da temperatura máxima e sua relação com a temperatura ambiente ao longo do processo de compostagem para diferentes amostras.

Todas as máximas foram registradas no dia 06/12/2024, segundo dia de atividade do experimento.

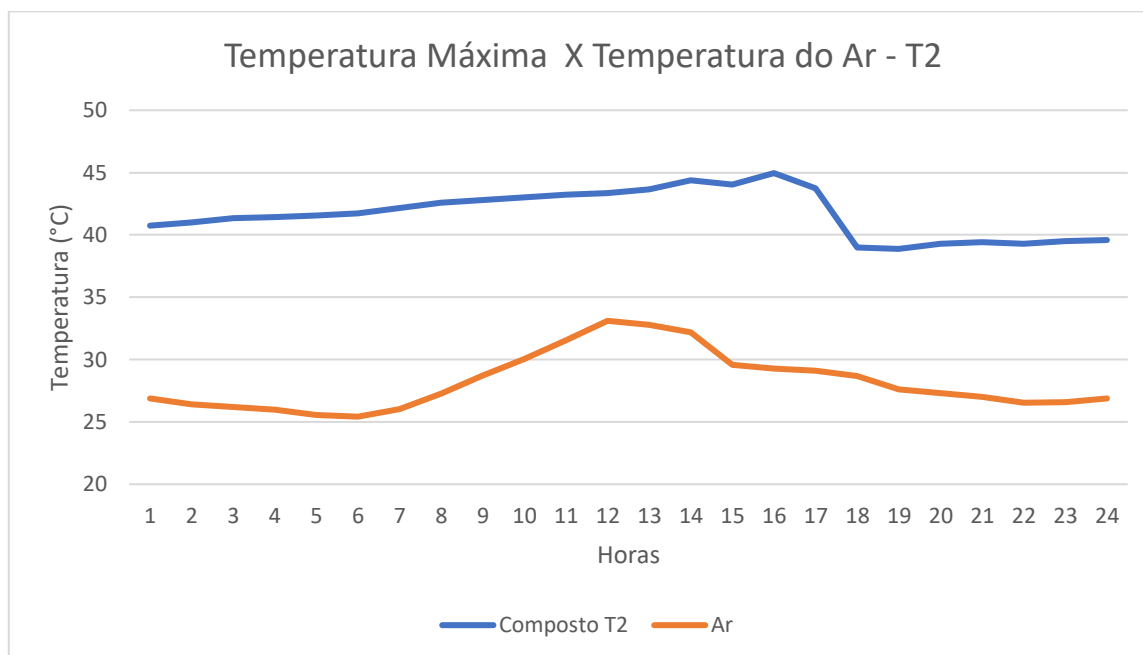
Gráfico 6 - Temperatura Máxima X Temperatura do Ar - T1



Fonte: Autoria Própria, 2025

A temperatura do composto T1, sem adição de *Neem* atingiu seu ponto máximo de 48,68 °C, aproximadamente às 16h.

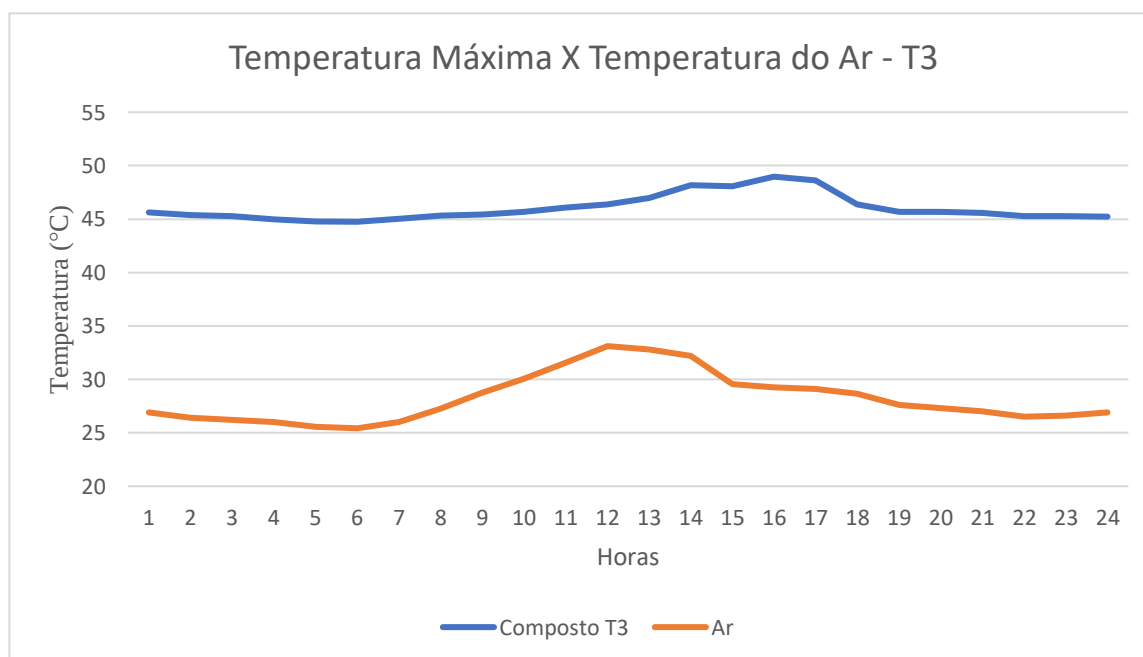
Gráfico 7: Temperatura Máxima X Temperatura do Ar – T2



Fonte: Autoria Própria, 2025

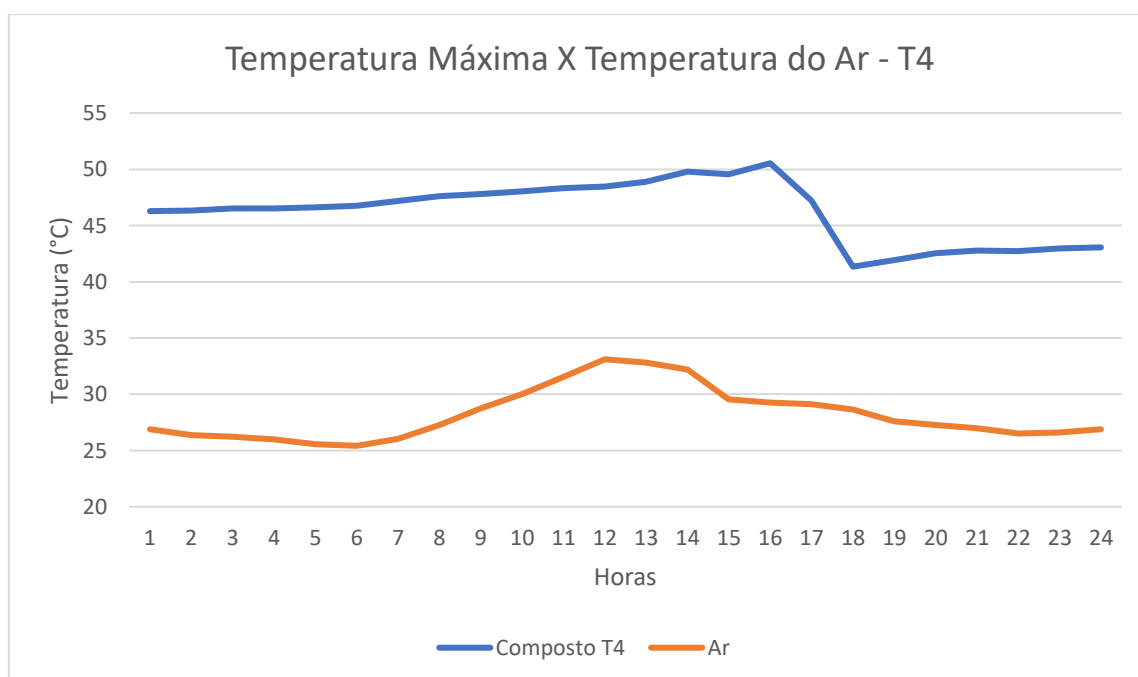
O **Gráfico 7** mostra que a temperatura do composto T2 atingiu seu ponto máximo de 44,96 °C, aproximadamente às 16h, registrando uma temperatura inferior ao tratamento controle.

Gráfico 8 - Temperatura Máxima X Temperatura do Ar – T3



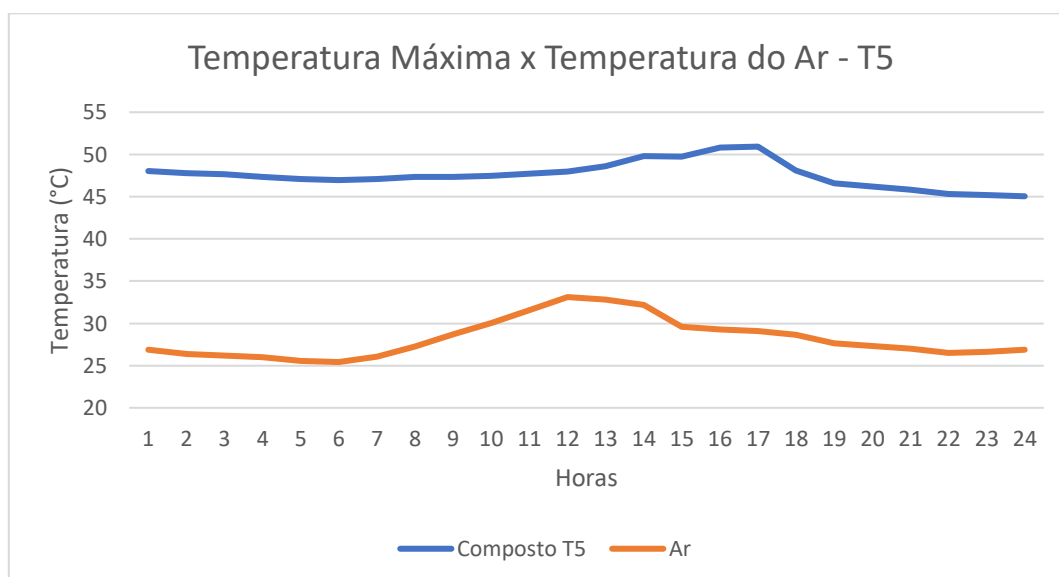
Fonte: Autoria Própria, 2025

Gráfico 9 - Temperatura Máxima X Temperatura do Ar - T4



Fonte: Autoria Própria, 2025

Gráfico 10 - Temperatura Máxima X Temperatura do Ar – T5



Fonte: Autoria Própria, 2025

A análise dos Gráficos 6 a 10, que comparam a temperatura máxima do composto com a temperatura do ar, evidencia que a temperatura do material em decomposição supera a temperatura ambiente ao longo do processo de compostagem. Esse comportamento confirma a intensa atividade microbiana, responsável pela degradação da matéria orgânica e pela liberação de calor como subproduto do metabolismo dos microrganismos.

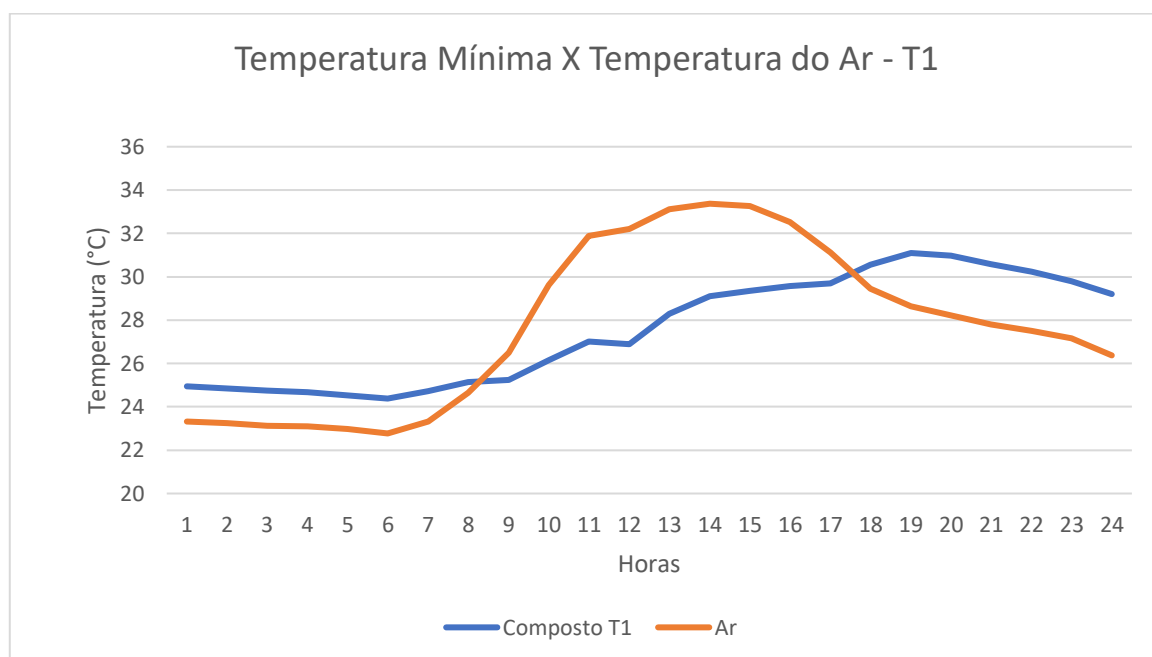
No Tratamento 5, observou-se que a temperatura atingiu valores superiores aos dos demais tratamentos ao longo do processo de compostagem, atingindo a marca de 50,98 °C. Esse comportamento pode estar relacionado à maior concentração de *neem* na amostra, uma vez que esse tratamento foi composto por 100% do material.

A elevação térmica pode indicar que o *neem* influenciou diretamente a atividade microbiana, seja promovendo a proliferação de microrganismos termófilos específicos ou alterando a taxa de degradação da matéria orgânica. Além disso, a composição química do *neem*, rica em compostos antioxidantes, pode ter modificado a dinâmica do processo, interferindo na decomposição dos resíduos e na liberação de calor.

Estudos adicionais são necessários para determinar se essa elevação térmica favorece ou inibe a qualidade final do composto, bem como para compreender os impactos do *neem* sobre a microbiota decompositora e a estabilidade dos nutrientes no processo.

Os gráficos 11 a 15 apresentam a variação da temperatura mínima durante o processo de compostagem em diferentes amostras. A temperatura mínima é um fator essencial para compreender as oscilações térmicas ao longo do tempo, pois influencia diretamente a atividade microbiana e a eficiência da decomposição da matéria orgânica.

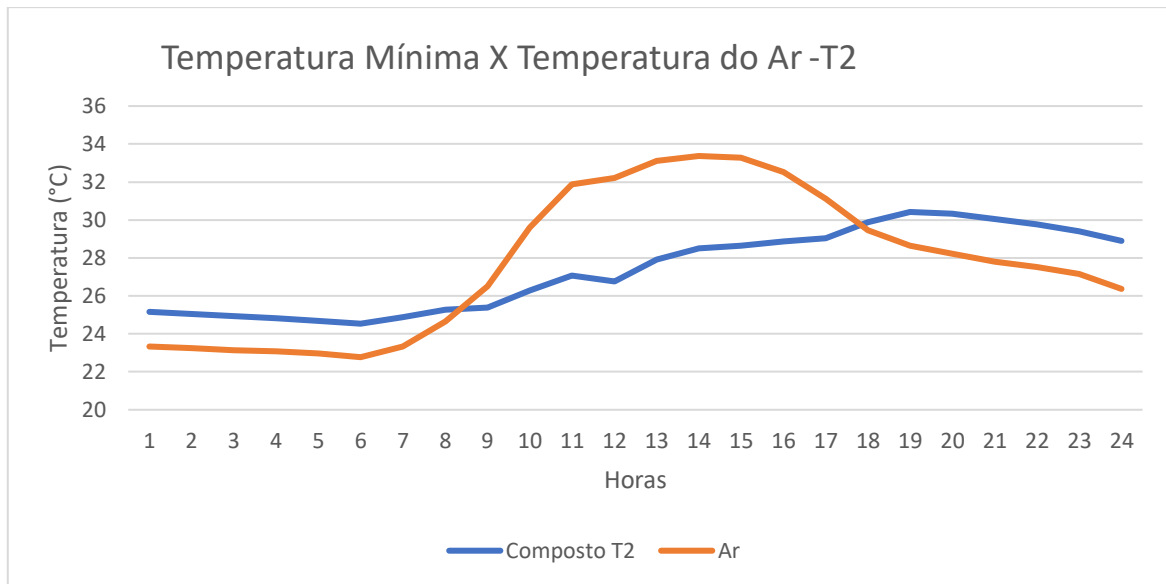
Gráfico 11 - Temperatura Mínima X Temperatura do Ar - T1



Fonte: Autoria Própria, 2025

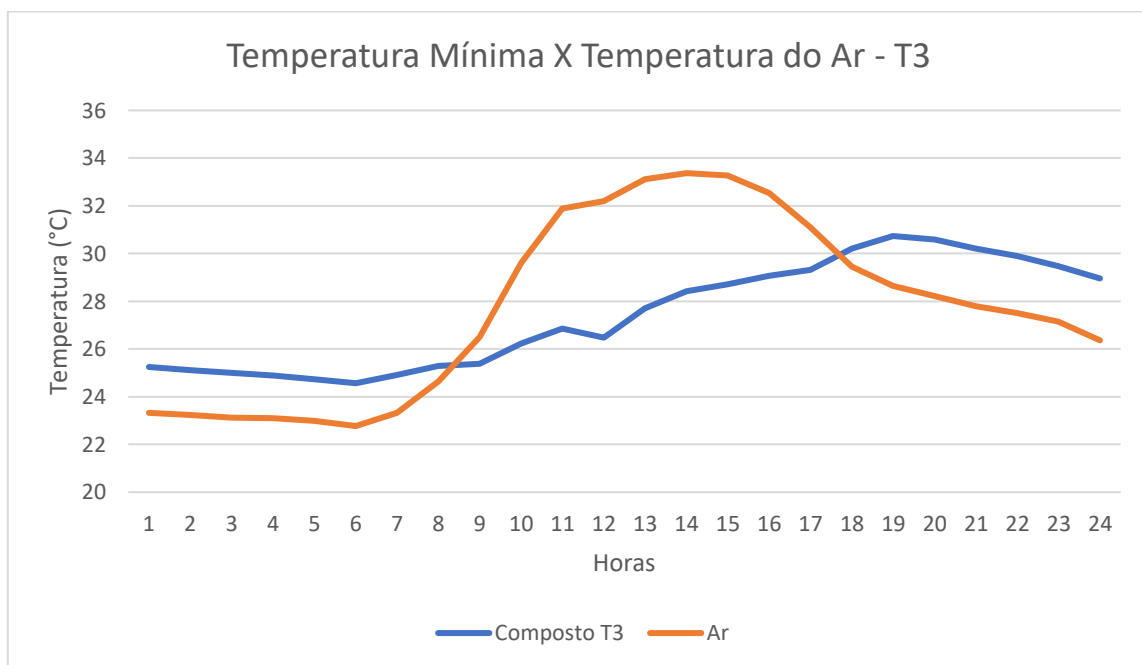
A temperatura mínima registrada foi de 24,34 °C, aproximadamente às 6h.

Gráfico 12 - Temperatura Mínima X Temperatura do Ar - T2



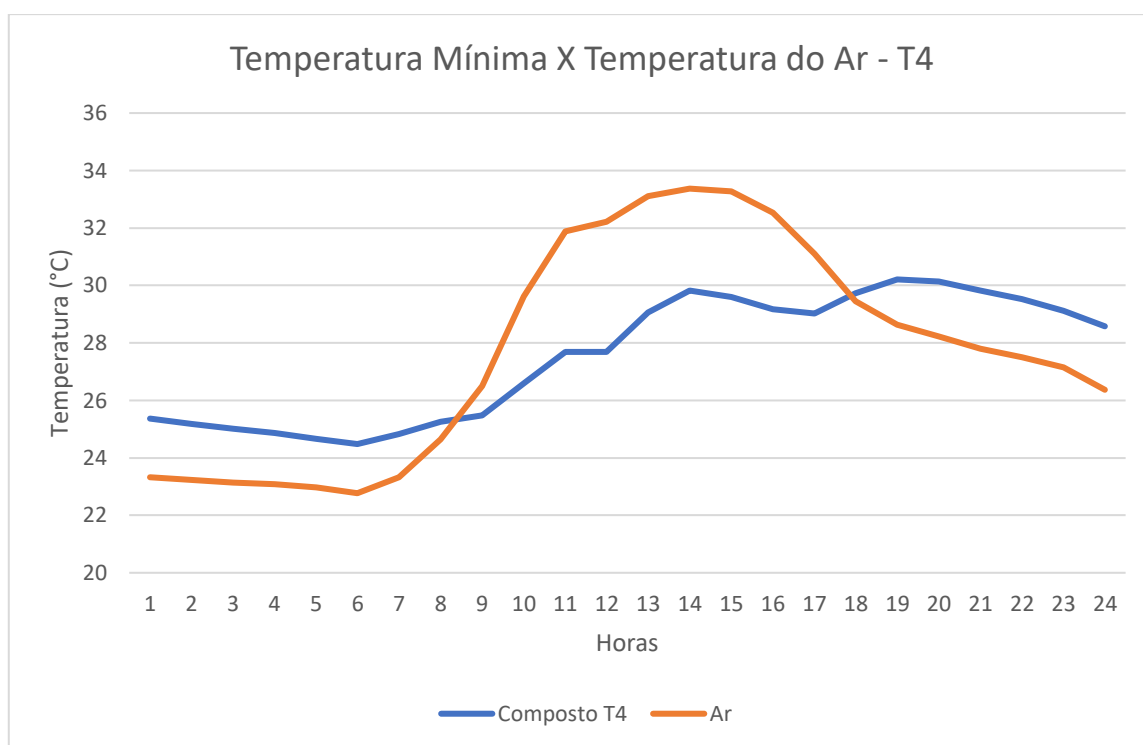
Fonte: Autoria Própria, 2025

Gráfico 13 - Temperatura Mínima X Temperatura do Ar - T3



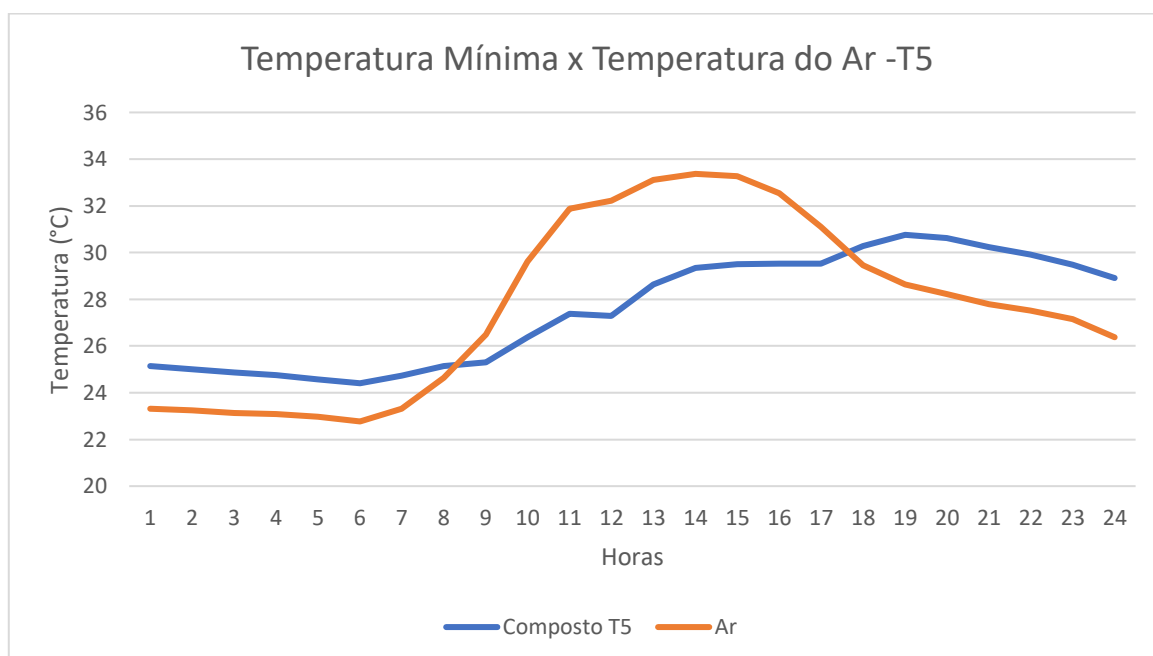
Fonte: Autoria Própria, 2025

Gráfico 14 - Temperatura Mínima X Temperatura do Ar - T4



Fonte: Autoria Própria, 2025

Gráfico 15 - Temperatura Mínima X Temperatura do Ar - T5



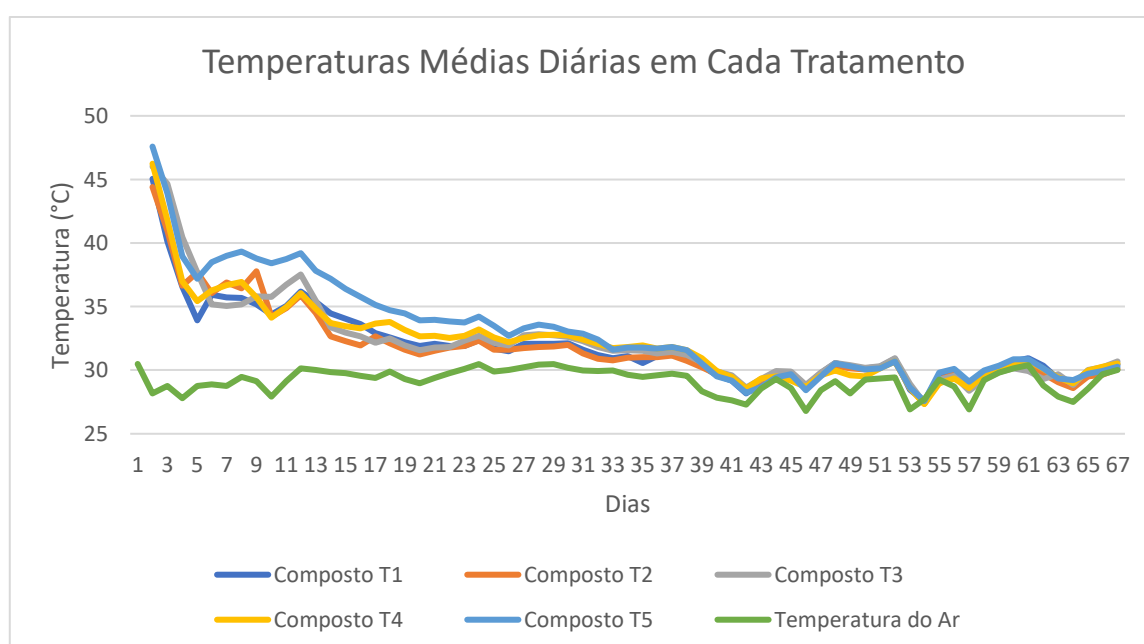
Fonte: Autoria Própria, 2025

A análise dos Gráficos 11 a 15, que comparam a temperatura mínima do composto com a temperatura do ar, evidencia que a compostagem mantém temperaturas mínimas superiores à temperatura do ambiente ao longo do processo, sempre próximas de 24 °C em

todos os tratamentos. Esse comportamento reforça a presença contínua de atividade microbiana, mesmo nas fases finais da decomposição da matéria orgânica.

A redução gradual da temperatura e sua estabilização em valores mais baixos indicam a transição para a fase de maturação do composto, etapa na qual a atividade microbiológica diminui progressivamente e os compostos orgânicos remanescentes são convertidos em substâncias mais estáveis, como os ácidos húmicos e fúlvicos. Esse estágio é essencial para garantir que o composto atinja um nível adequado de estabilização e humificação, tornando-se um fertilizante seguro e eficiente para uso agrícola.

Gráfico 16 - Temperaturas Médias Diárias em Cada Tratamento



Fonte: Autoria Própria, 2025

O Gráfico 16 indica a variação das temperaturas médias dos compostos registradas ao longo do experimento comparadas com a temperatura média do ar. Dessa forma, todos os tratamentos comportaram-se de maneira semelhante durante o período observado, corroborando com (PEREIRA NETO, 1996; FERREIRA, 2016), que dividiram o ciclo da decomposição da matéria orgânica em quatro fases térmicas distintas.

Gráfico 17 – Incidência de chuvas durante o período de compostagem



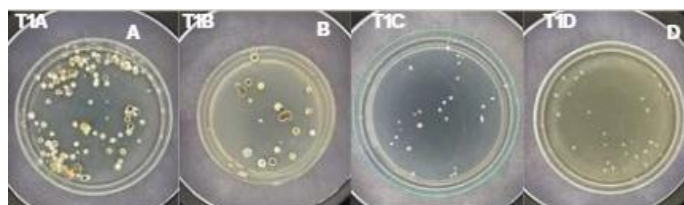
Fonte: Autoria Própria, 2025

O Gráfico 17 mostra que a incidência de chuvas promoveu mudanças no tempo que ocasionaram queda de temperatura, causando variações térmicas do composto, fato constatado em todos os tratamentos. Observa-se que, nos períodos de maior volume de chuvas, houve uma queda na temperatura do composto, o que pode estar associado ao resfriamento causado pela infiltração da água e a redução da atividade microbiológica aeróbica.

A umidade excessiva pode comprometer a oxigenação da pilha de compostagem, criando condições anaeróbicas que desaceleram a degradação da matéria orgânica e podem levar à formação de compostos indesejáveis, como ácidos orgânicos e gases sulfurosos. Dessa forma, a relação entre chuva e temperatura destaca a importância do manejo adequado do composto, incluindo o revolvimento periódico para evitar compactação e excesso de umidade.

Devido a intensidade da precipitação pluviométrica, no dia 30/01/2025, houve a necessidade de intensificar o monitoramento do experimento. As amostras foram cobertas com lona plástica e no dia 04/02/2025 fez-se necessário transferi-las para um viveiro coberto, evitando assim maior interferência das chuvas, onde permaneceu até a coleta.

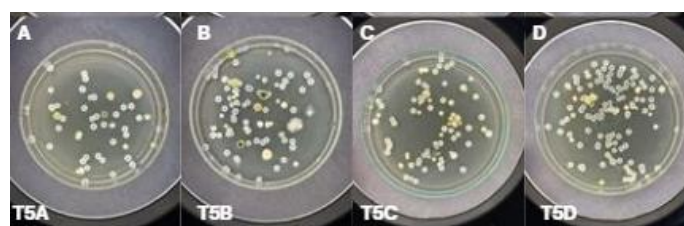
Figura 7 – Colônias de fungos das quatro repetições do tratamento T5



Fonte: Jemerson e Vanuza, 2025

A Figura 7 mostra o tratamento T1 (sem adição de *neem*) com maior quantidade de unidades formadoras de colônias na repetição T1A e nas demais repetições, quantidades inferiores.

Figura 8 – Colônias de fungos das quatro repetições do tratamento T5

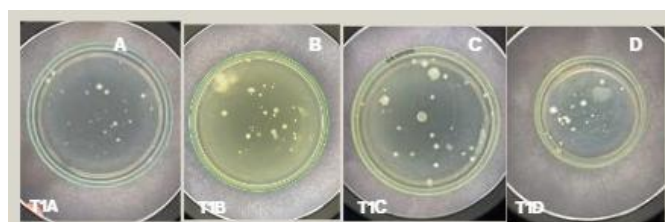


Fonte: Jemerson e Vanuza, 2025

Na Figura 8, as placas de quantificação de fungos demonstram claramente o aumento de colônias quando comparado com T1. Esse comportamento foi observado em todos os tratamentos. Enquanto maior o percentual de *neem*, maior a quantidade de fungos multiplicados no meio de cultura.

Para as análises de fungos foram avaliadas vinte amostras (5 tratamentos e 4 repetições de cada tratamento) foram feitas três diluições com três repetições, gerando um total de 180 placas com meio de cultura BDA+Triton (reduzidor de colônias) e Tetraciclina (antibiótico).

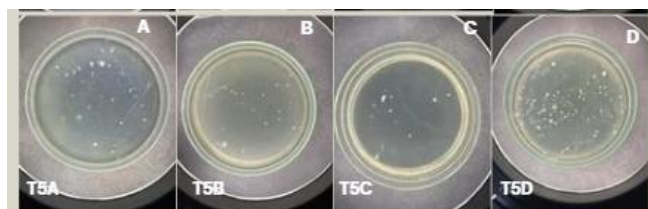
Figura 9 – Colônias de bactérias das quatro repetições do tratamento T1



Fonte: Jemerson e Vanuza, 2025

As análises de bactérias mostraram crescimento a cada tratamento com adição de neem (T2,T3 e T4) e queda de unidades formadores de colônias no T5.

Figura 10 – Colônias de bactérias das quatro repetições do tratamento T5



Fonte: Jemerson e Vanuza, 2025

Conforme mostra a Figura 10 o tratamento T5 apresentou queda nas unidades formadoras de colônia em relação ao T4.

Para quantificação de bactérias foram avaliadas vinte amostras (5 tratamentos e 4 repetições de cada tratamento) com quatro diluições seriadas e três repetições, gerando um total de 280 placas com meio de cultura NA.

A **Tabela 1** apresenta a quantificação estatística de microrganismos, expressa em unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g), para fungos e bactérias nos diferentes tratamentos de compostagem. O objetivo dessa análise foi avaliar a influência da adição de *neem* sobre a atividade microbiana na decomposição da matéria orgânica.

Tabela 1 – Levantamento estatístico da quantificação de microrganismos.

Tratamento	Fungos (UFC/g)	Bactérias (UFC/g)
T1 (Testemunha)	276750,0 c	5250000,0 b
T2 (25%)	268750,0 c	6600000,0 ab
T3 (50%)	377250,0 bc	7225000,0 ab
T4 (75%)	690000,0 ab	11275000,0 a
T5 (100%)	845000,0 a	4632500,0 b
DMS	367455,83	5797948,41
CV (%)	33,16	36,76

Fonte: Autoria Própria, 2025

Observa-se que os tratamentos com maior percentual de *neem* (T4 e T5) apresentaram as maiores quantidades de fungos e bactérias em comparação ao tratamento testemunha (T1). O tratamento T5 (100% *neem*) apresentou o maior número de fungos (845.000 UFC/g), enquanto o tratamento T4 (75% *neem*) apresentou a maior concentração de bactérias (11.275.000 UFC/g), resultando em um crescimento de 2.047,61%. Esse resultado sugere que o *neem* pode ter um efeito estimulante sobre a microbiota do composto, favorecendo a proliferação de determinados grupos de microrganismos.

Por outro lado, o tratamento testemunha (T1), que não recebeu *neem*, apresentou os menores valores para ambos os grupos microbianos, indicando uma menor atividade biológica. Isso pode estar relacionado à ausência de compostos bioativos presentes no *neem*, que podem atuar como substrato ou indutor do crescimento microbiano.

Tabela 2 – Médias de nutrientes presentes no composto orgânico

Tratamento	M.O. (mg/kg)	N (g/kg)	K (mg/dm³)	P³(mg/dm³)
T1 (Testemunha)	283,20 a	25,90 a	5,70 b	6,30 a
T2 (25%)	277,90 a	31,63 a	6,26 b	6,86 a
T3 (50%)	274,37 a	29,10 a	8,30 ab	7,28 a
T4 (75%)	282,35 a	33,73 a	7,80 ab	5,20 a
T5 (100%)	292,40 a	27,78 a	9,71 a	6,36 a
DMS	27,13	12,08	3,34	2,82
CV (%)	4,27	18,10	19,75	19,57

DMS Diferença Média Significativa CV = coeficiente de variação

Fonte: Própria Autoria, 2025

A Tabela 2 apresenta as médias dos nutrientes presentes no composto orgânico, incluindo matéria orgânica (M.O.), nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P). Observa-se que a concentração de matéria orgânica variou entre os tratamentos, com o maior valor registrado no tratamento T5 (100% *Neem*) e o menor em T3 (50% *Neem*). O teor de nitrogênio manteve-se estável entre os tratamentos, sem diferenças estatísticas significativas. O potássio apresentou uma variação maior entre os tratamentos, sendo o maior valor encontrado no T5, que corresponde a 70,35% mais Potássio que na testemunha T1. Já o fósforo não demonstrou diferenças estatísticas expressivas, mantendo valores relativamente homogêneos entre os tratamentos.

Tabela 3 – Médias de nutrientes presentes no composto orgânico

Tratamento	Ca (cmol/dm³)	Mg (g/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)
T1 (Testemunha)	14,74 a	5,51 a	866,00 a	217,75 a
T2 (25%)	8,87 b	6,61 a	973,25 a	214,75 a
T3 (50%)	7,86 b	5,86 a	941,50 a	168,75 b
T4 (75%)	6,99 b	5,80 a	867,00 a	159,75 b
T5 (100%)	7,66 b	6,36 a	954,50 a	157,25 b
DMS	3,78	2,99	164,08	32,12
CV (%)	18,17	22,03	7,91	7,76

Fonte: Autoria Própria, 2025

A Tabela 3 apresenta as médias dos nutrientes presentes no composto orgânico, incluindo Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Ferro (Fe) e Manganês (Mn). Em relação ao cálcio e ao Manganês, os tratamentos com maior proporção de *neem* apresentaram menores teores em comparação à testemunha, indicando possível interferência do *neem* na disponibilidade desses nutrientes. Magnésio e Ferro não apresentaram diferenças estatísticas significativas em comparação a T1.

Tabela 4 – Médias de nutrientes presentes no composto orgânico

Tratamento	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Na (mg/kg)
T1 (Testemunha)	155,50 a	26,25 a	2535,55 a
T2 (25%)	159,22 a	24,50 a	2508,42 a
T3 (50%)	147,25 a	26,25 a	2247,13 a
T4 (75%)	140,65 a	23,00 a	1985,83 a
T5 (100%)	161,15 a	26,25 a	2430,03 a
DMS	35,41	6,73	894,47
CV (%)	10,28	11,83	16,95

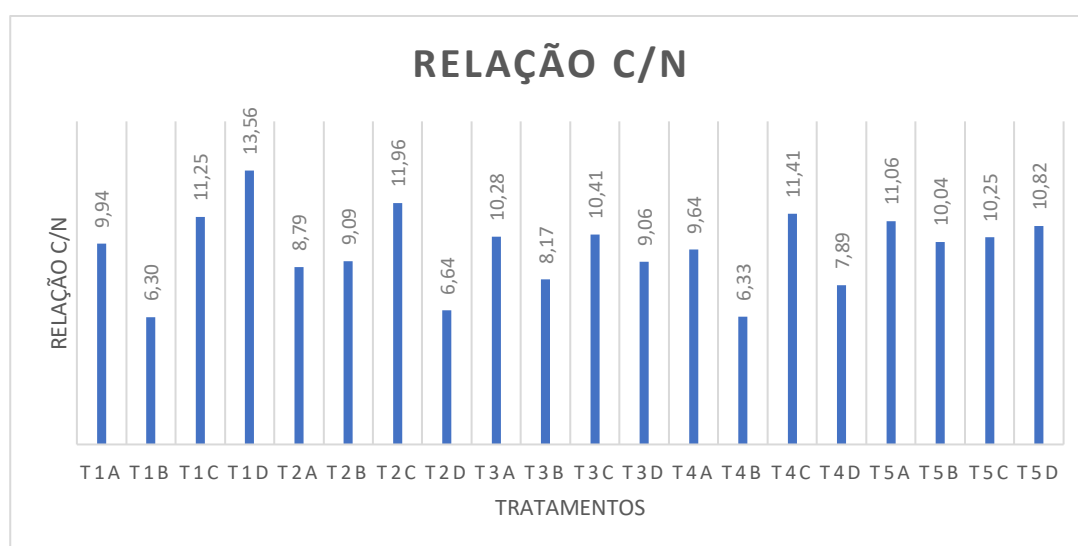
Fonte: Autoria Própria, 2025

A Tabela 4 apresenta médias nutrientes essenciais presentes no composto orgânico, incluindo zinco (Zn), cobre (Cu) e sódio (Na). Os valores de Zn e Cu não apresentaram diferenças estatísticas relevantes entre os tratamentos, enquanto o (Na) apresentou uma tendência de redução nos tratamentos com maior percentual de *Neem*. A variação pode estar relacionada à influência do *Neem* na dinâmica iônica do solo e na adsorção de nutrientes ou mesmo à porção avaliada. Analisando a influência dos diferentes tratamentos

na disponibilidade de micronutrientes como zinco (Zn), cobre (Cu) e sódio (Na). Os resultados indicam que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos para Zn, Cu e Na, sugerindo que a adição de *neem* não afetou significativamente esses nutrientes.

O Gráfico 18 apresenta a relação Carbono/Nitrogênio (C/N) nos diferentes tratamentos ao longo do processo de compostagem. A relação C/N é um parâmetro essencial para avaliar a eficiência da decomposição da matéria orgânica, influenciando a atividade microbiana e a velocidade de mineralização dos nutrientes.

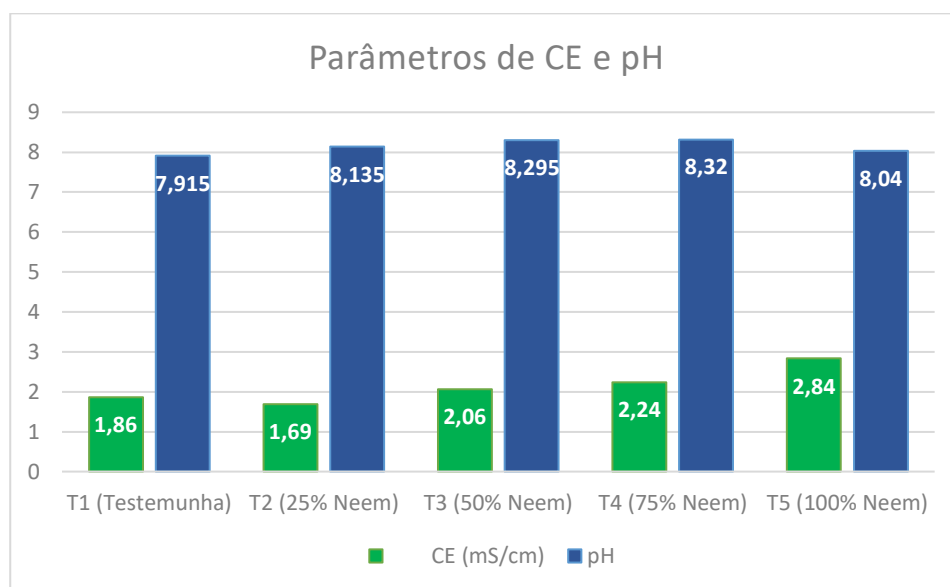
Gráfico 18 - Relação Carbono Nitrogênio entre os tratamentos



Fonte: Autoria Própria, 2025

Pode-se supor que a variação de níveis na Relação C/N ocorreu em função da heterogeneidade das amostras, cujo material continha elementos vegetais diversos, com quantidades conhecidas, porém, distintos em sua composição e teores de carbono.

Gráfico 19: Condutividade Elétrica (CE) e Potencial Hidrogeniônico (pH) dos Tratamentos



Fonte: Autoria Própria, 2025

De acordo com o Gráfico 19 houve um crescimento proporcional à medida que condutividade elétrica, indicando elevação de sais contidos nos compostos T2, T3, T4 e T5, com quantidades crescentes à proporção que aumentam os teores de *neem* em cada tratamento, indicando que pode ter havido interferência em função do aumento nas quantidades de *neem*.

Tabela 5 – Dados Estatísticos de Condutividade Elétrica (CE) e Potencial Hidrogeniônico (pH)

Tratamento	CE	pH	Tratamento X Testemunha CE
T1 (Testemunha)	1,86 b	7,91 a	
T2 (25% Neem)	1,68 ab	8,04 ab	-10,06% Abaixo
T3 (50% Neem)	2,06 ab	8,13 ab	9,70% Acima
T4 (75% Neem)	2,24 ab	8,29 a	17% Acima
T5 (100% Neem)	2,83 a	8,32 a	34,50% Acima
DMS		0,98 0,36	
CV (%)		20,28 1,96	

Fonte: Autoria Própria, 2025

Os resultados das análises de Condutividade Elétrica mostram diferenças significativas entre T5 e T1. Os tratamentos T2, T3, T4 e T5, apresentam aumento crescente em relação aos teores de sais, sugerindo que o *neem* pode ter influenciado nos resultados. Em relação ao potencial hidrogênioônico os níveis mantiveram-se em quantidades equilibradas, porém, com diferenças significativas dos compostos (T4 e T5) com os compostos (T3 e T2) havendo variação relevante entre os tratamentos.

De acordo com as análises da água utilizada no preparo do composto, os níveis de CE de 0,545 e pH 7,49, não causaram interferência no resultado do composto.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicaram que a adição do *Neem* ao composto orgânico afetou a dinâmica dos nutrientes e a decomposição da matéria orgânica, acelerando o processo de compostagem com diferenças significativas na população microbiana e nas propriedades químicas do composto.

Os tratamentos com diferentes percentuais de *Neem* demonstraram influência na disponibilidade de nutrientes essenciais, como cálcio e sódio, além de afetar a relação carbono/nitrogênio. Além disso, observou-se que a presença do *Neem* impactou a atividade de microrganismos decompositores, promovendo mudanças na temperatura, que variavam em até 2°C entre os tratamentos e na estabilidade do composto ao longo do processo de maturação.

Dessa forma, os resultados confirmam a importância do monitoramento dos parâmetros físico-químicos no processo de compostagem, especialmente quando há a adição de novos componentes, como o *Neem*. A pesquisa contribui para o entendimento dos efeitos desse material sobre a compostagem e abre caminho para estudos futuros que avaliem sua aplicação em diferentes contextos agrícolas.

Conclui-se, portanto, que o uso do *Neem* pode ser uma alternativa viável para o manejo de resíduos orgânicos, quando adicionado ao material vegetal da compostagem, considerando seus efeitos na dinâmica dos nutrientes e na atividade microbiana do composto e do solo.

REFERÊNCIAS

ANVISA (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA). **Guia de estabilidade de produtos cosméticos**. Brasília, v.1, 52p. 2004.

ARAÚJO, Lúcio Valério Coutinho de; RODRIGUEZ, Luiz Carlos Estraviz; PAES, Juarez Benigno. Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano. **Scientia Forestalis**, [S.L], v. 1, n. 57, p. 153-159, jun. 2000. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr57/cap11.pdf>. Acesso em: 29 set. 2024.

BATUBARA, A. S. et al. Chitosan nanocomposite film incorporating Nigella sativa oil, Azadirachta indica leaves' extract, and silver nanoparticles. **E-Polymers**, v. 23, n. 1, p. 1–10, 1 jan. 2023.

BITTENCOURT, Alexandre Muzy. **O CULTIVO DO NIM INDIANO (Azadirachta indica A. Juss): uma visão econômica**. 2006. 157 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2006/d471_0624-M.pdf. Acesso em: 22 jan. 2025.

CASTRO NETO, Nelson de *et al.* PRODUÇÃO ORGÂNICA: uma potencialidade estratégica para a agricultura familiar. **Revista Percurso - Nemo**, Maringá, v. 2, n. 2, p. 73-95, jan. 2010. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51442375/10582-44667-1-PB-libre.pdf?1484918924=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DProducao_Organica_Uma_Potencialidade_Est.pdf&Expires=1741828527&Signature=S56oClbsROWTfwe9WF~34vLx3syIur0HH5Tg94co3aH7QbwV0GMCN3oGSwsvGXIWvIa8F5qDMqEBCb0uZ37b5w8P~4n2xXW3gSZpk8CkYJW0yXPZJOZc5nu4U6e~KsB2IoEGqcQnN-ANLh9y7Hk7M0Y5YkPExw-gjHnPzcVVXdh08V14Knx1bZ8COO2AWFDgwwK4ig4eZDpKk0GdPMd3f7qCzQc8bF3XHNf1tTuWMaaYGZMl5dJUTx1IosGGHKEEq7EUqnnlfPVEh8qMguIr7f2CUuRAJGgHyI34I6e-l6qzY8sb-A4~gGFsUqggmPkfi0DtmGZ-PFd7u0Y6Rx5J0w__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 14 dez. 2024.

COSTA, C. O. et al. Qualidade microbiológica de cosméticos industrializados: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira Militar**, v. 9, n. 23, p. 1–12, 4 abr. 2023.

FERREIRA, Ana Kaline da Costa. **COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS E SEUS EFEITOS NO CULTIVO DO TOMATE CEREJA**. 2016. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi Arido, Mossoró, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/6c0b2929-7385-4e47-b9e5-d0b21e8a6fd1/content>. Acesso em: 26 dez. 2024.

FALGETANO, P. P.; THIBAUT, P.; LEITE, H.; HINDI, R. G.; ANJOS, W. M. **Guia para a Compostagem**. WWF-Brasil, 2015.

FERREIRA, Ana Kaline da Costa. **COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS E SEUS EFEITOS NO CULTIVO DO TOMATE CEREJA**. 2016. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi

Arido, Mossoró, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/6c0b2929-7385-4e47-b9e5-d0b21e8a6fd1/content>. Acesso em: 06 fev. 2025.

FUNASA. **Compostagem familiar**. FUNASA Brasília. 2009.

GIGLIOTI, Rodrigo. **EFEITO DE EXTRATOS DE SEMENTES DE NIM (Azadirachta indica) SOBRE FÊMEAS INGURGITADAS E LARVAS DE Rhipicephalus (Boophilus) microplus (CANESTRINI, 1887) (ACARI: IXODIDAE)**. 2010. 70 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/a7f96d45-cd0e-4055-97a2-b87c5947c9e7/content>. Acesso em: 22 jan. 2025.

HAWISET, T. et al. Azadirachta indica A. Juss flower extract attenuates memory deficit - induced by restraint stress in male rats. **Physiology and Pharmacology**, v. 27, n. inpress, p. 53–63, 1 jul. 2023.

NEVES, Belmiro Pereira das; OLIVEIRA, Itamar Pereira de; NOGUEIRA, João Carlos Mohn. **Cultivo e Utilização do Nim Indiano**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. 12 p. Disponível em: http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7B36C26BFF-114C-4999-B7D9-06217B178A0E%7D_circ_62.pdf. Acesso em: 01 dez. 2024.

NEVES, Belmiro Pereira das *et al.* UTILIZAÇÃO MEDICINAL DO NIM. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Montes Belos, v. 1, n. 1, p. 107-118, ago. 2005. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/204497/1/BPN20050001.pdf>. Acesso em: 05 out. 2024.

Martinez, S.S. (Ed) (2002) O Nim - Aza dirachta indica Natureza, Usos Múltiplos, Produção. Publicado pelo IAPAR - Londrina.

MOSSINI, Simone Aparecida Galerani; KEMMELMEIER, Carlos. A árvore Nim (Azadirachta indica A. Juss): múltiplos usos. **Acta Farm. Bonaerense**, Maringá, v. 24, n. 1, p. 139-148, 12 dez. 2005. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55555943/A_arvore_Nim_Azadirachta_indica_A_Juss-libre.pdf?1516134158=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DA_arvore_Nim_Azadirachta_indica_A_Juss.pdf&Expires=1741836872&Signature=PvFLqK37WY7lUzzCVjeI6EMmt4LH28Kl0UDgc-HJ4Ca2ibDXI2UUgdRWUI3GzPKrq862xIWQn1q-u5h59gnp3MqlUNdwkDWMovh-dlhZjQGpWslfqHmf7RLvopzJysx2N6U1mnQ-2OVgldfAVz~665N8R79jKbOyxBnOBU1q9yS155FoCm~wO3cOpjfd0NlGfXBz3Lc2WeJcduSOBtbafzW17Ia83V4ahYZcWS6CJJ55n0oWLR40eU6IL1hwVlt5AzRuzZ6arCkf cSZX3SC1XiseWBAUd7LIsJWP2FISQvqlR2pibreDALQtroWdorqmXK73RD0OS3KW3CL6v2QrSA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 18 dez. 2024.

OLIVEIRA, Francisco Nelsieudes Sombra; LIMA, Hermínio José Moreira; CAJAZEIRA, João Paulo. **Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos**. Fortaleza:

Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 14 p. Disponível em: https://www.projetovidanocampo.com.br/downloads/Uso_da_Compostagem_em_Sistemas_Agricolas_Organicos.pdf. Acesso em: 06 dez. 2024.

PAULA, B. K. L. DE; TRIGUEIROS, L. M. B. D. M.; MARQUES, M. DE F. F. Controle de qualidade em dermocosméticos: estudo de estabilidade exploratória de um sabonete líquido a base de probióticos e óleos essenciais puros. **Revista Eletrônica**, v. 8, n. 1, p. 1–10, 2022.

PEREIRA, Antonio Nélio; OSTI, Isabella Caroline; SOUZA, Uiara Setubal de. **Benefícios ambientais da compostagem**. Itanhaém: Prefeitura de Itanhaém, 2024. Disponível em: <https://www2.itanhaem.sp.gov.br/wp-content/uploads/2024/05/CARTILHA-4-BENEFICIOS-AMBIENTAIS-DA-COMPOSTAGEM-DOMESTICA.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2025.

SARTORI, V. C.; RIBEIRO, R. T. S.; PAULETTI, G. F.; PANSERA, M. R.; RUPP, L. C. D.; VENTURIN, L. Compostagem – Produção de Fertilizantes a partir de Resíduos Orgânicos. Universidade Federal de Caxias do Sul. 9 p., 2018. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/cartilha-agricultores-compostagem.pdf> Acesso em: 06 dez. 2024.

SAXENA, R.C. Scope of neem for developing countries. **Paper presented at World Neem Conference Souvenir - Bangalore, Nairobe**. 1993 p.24-28.

SAXENA, P. et al. Deciphering *Azadirachta indica* (Neem) Gum Microbiome using Metagenomic Approaches. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v. 17, n. 2, p. 1154–1162, 1 jun. 2023.

Verkerk, R.H.J. & D.J. Wright (1993) **Pest. Sci.** 37: 83-91. Acesso em: 26 dez. 2024.