



INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM AGRONOMIA

USO DO COMPOSTO ORGÂNICO NA AGRICULTURA MODERNA COMO UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: REVISÃO DE LITERATURA

THAIS GONÇALVES VELOSO

Rio Verde-GO
2025

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE**

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**USO DO COMPOSTO ORGÂNICO NA AGRICULTURA MODERNA
COMO UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: REVISÃO DE
LITERATURA**

THAIS GONÇALVES VELOSO

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. José Milton Alves

Rio Verde – GO

Novembro, 2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

V443 Gonçalves Veloso, Thais
USO DO COMPOSTO ORGÂNICO NA AGRICULTURA MODERNA COMO UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: REVISÃO DE LITERATURA / Thais Gonçalves Veloso. Rio Verde 2025.
35f. il.
Orientador: Prof. Dr. José Milton Alves.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0220024 - Bacharelado em Agronomia - Integral - Rio Verde (Campus Rio Verde).
1. Compostagem. 2. Fertilizantes orgânicos. 3. Agricultura Regenerativa. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

☐ Produto técnico e educacional - Tipo: _____

Nome completo do autor:

Thais Gonçalves Veloso

Matrícula:

2021102200240580

Título do trabalho:

USO DO COMPOSTO ORGÂNICO NA AGRICULTURA MODERNA COMO UMA ALTERNATIVA
SUSTENTÁVEL: REVISÃO DE LITERATURA



RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 25/12/2025

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
gov.br THAIS GONCALVES VELOSO GOUVEIA
Data: 28/12/2025 19:30:22-0300
Verifique em <https://validar.ifg.gov.br>

Rio Verde | 28/12/2025
Local Data

Assinatura do autor e/ou de **gov.br**

Documento assinado digitalmente
JOSEMILTON ALVES
Data: 01/12/2025 17:28:12-0300
Verifique em <https://validar.ifg.gov.br>

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 81/2025 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 25 dias do mês de novembro de 2025, às 14:30 horas, reuniu-se na sala 52 do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde a banca examinadora composta pelos docentes: Dr. José Milton Alves (orientador), Dr. Anísio Correa da Rocha (IFGoiano - Campus Rio Verde), Eng. Agrônoma Gilquênia Alves de Moraes (Nutrisolo - Consultoria Agronômica LTDA) para avaliar o Trabalho de Curso intitulado "Uso do composto orgânico na agricultura moderna como uma alternativa sustentável - Revisão de literatura, da estudante Thais Gonçalves Veloso do Curso de Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida a discente para a apresentação oral do TC e houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelo orientador e pelos demais membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Dr. José Milton Alves
Orientador

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Jose Milton Alves**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 28/11/2025 14:51:25.
- **Anísio Correa da Rocha**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 28/11/2025 15:21:05.
- **Gilquênia Alves de Moraes**, **2025202331540017 - Discente**, em 01/12/2025 19:36:56.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 14/11/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 763701

Código de Autenticação: 3e0e086940b



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ter me sustentado durante essa caminhada no curso de agronomia. Agradeço ao meu esposo, Wesley Faria Gouveia, por ter me apoiado e incentivado durante essa trajetória do curso de agronomia. Agradeço aos meus pais, Geralda Machado Gonçalves e Maurílio Machado Veloso, pela vida. Agradeço ao prof.Dr. José Milton, pela oportunidade de aprender com seus ensinamentos e pela paciência em transmitir-los a mim. Sem dúvida, foi essencial para minha trajetória acadêmica e profissional. Agradeço as minhas grandes amigas, Bárbara Cavalheiro, Andreia Victor, Lara Katrynny, Francielly de Paiva, que sempre acreditaram no meu potencial e não me deixaram desistir em momento algum. Agradeço aos meus amigos que conheci no laboratório de Solos do Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde, Matheus Ventura, Hellen Regina Ventura, Madalena Arantes, o qual me ajudaram em muitas atividades no laboratório e, com certeza, contribuíram na construção do meu conhecimento. Agradeço ao Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde, pela oportunidade de desfrutar da excelente estrutura e do ótimo trabalho dos docentes e pesquisadores. Obrigada àqueles que de certa forma tornaram este trabalho possível.

RESUMO

VELOSO, THAIS GONÇALVES. **Uso de composto orgânico na agricultura moderna como uma alternativa sustentável: revisão de literatura.** 2025. N° 35 p Monografia (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde-GO, 2025.

Objetivou-se realizar uma revisão de literatura sobre o uso de compostos orgânicos na agricultura moderna, destacando seu potencial para reduzir a dependência de fertilizantes sintéticos e mitigar impactos ambientais associados ao manejo inadequado de resíduos. Considerando o papel estratégico do agronegócio brasileiro, especialmente na região Centro-Oeste, torna-se essencial o desenvolvimento de práticas sustentáveis que conciliem alta produtividade e conservação dos recursos naturais. A compostagem apresenta-se como alternativa eficiente, uma vez que, promove a reciclagem de resíduos orgânicos e contribui para a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Os principais fatores que regulam o processo de compostagem, como atividade microbiana, temperatura, umidade, aeração, relação C/N e granulometria, os quais são determinantes para a obtenção de compostos orgânicos estáveis e de qualidade agronômica superior. Também são discutidas as diferenças entre processos aeróbicos e anaeróbicos, com ênfase na superioridade dos sistemas aeróbicos, incluindo a vermicompostagem, na formação de substâncias húmicas e na promoção da fertilidade do solo. Além disso, são analisados métodos de produção de compostos orgânicos e pesquisas que investigam sua eficiência na substituição total ou parcial de fertilizantes minerais. As evidências científicas indicam que compostos orgânicos podem manter ou aumentar a produtividade agrícola, reduzir emissões de gases de efeito estufa e favorecer sistemas produtivos mais sustentáveis, embora seu desempenho varie conforme o tipo de solo, cultura e composição do material orgânico utilizado. Conclui-se que a compostagem constitui prática viável para fortalecer a sustentabilidade e a resiliência da agricultura contemporânea.

Palavras-chave: Compostagem. Fertilizantes orgânicos. Agricultura regenerativa

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1. Variação térmica ao longo das etapas do processo compostagem	12
Figura 2. Conversão anaeróbica de biomassa em metano	17
Figura 3. Revolvimento manual de leiras.....	19
Figura 4. Revolvimento automatizado das leiras.....	19
Figura 5. Processo de compostagem por leira estática com aeração.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Microrganismos predominantes em cada uma das fases da compostagem	12
---	----

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

Al ³⁺	Alumínio
C	Carbono
C/N	Carbono/ Nitrogênio
CH ₄	Metano
CO	Composto Orgânico
CO ₂	Dióxido de carbono
CRC	Compostagem em Reatores Confinados
CT	<i>Composting Tunnels</i>
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
Cu ²⁺	Cobre
Fe ³⁺	Ferro
FM	Fertilizante Mineral
FORSU	Fração Orgânica de Resíduos Sólidos
GEE	Gases do efeito estufa
H ⁺	Hidrogênio
H ₂ O	Água
H ₂ S	Sulfeto de hidrogênio
K	Potássio
kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare
Mg ha ⁻¹	Megagrama por hectare
N	Nitrogênio
N ₂ O	Óxido nitroso
P	Fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SH	Substâncias húmicas
t ha ⁻¹	Tonelada por hectare
VC	Vermicomposto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. Fatores que influenciam no processo de compostagem orgânica	11
2.2. Eficiência dos processos aeróbicos e anaeróbicos na humificação de resíduos orgânicos	15
2.3. Métodos utilizados na produção do composto orgânico.....	18
2.4. Substituição parcial de fertilizantes minerais por fontes orgânicas na agricultura moderna	21
3 CONCLUSÃO.....	27
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1.INTRODUÇÃO

O agronegócio exerce um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico da região Centro-Oeste do Brasil. Esta região é amplamente reconhecida como o principal polo produtor agrícola do país, frequentemente referida como o “celeiro do Brasil”, em virtude de extensas áreas de terras férteis. Destaca-se, especialmente, pela elevada produtividade de grãos, com ênfase nas culturas de soja, milho e trigo, que ocupam posição estratégica na pauta de exportações brasileiras (BALDAN et al., 2024). Segundo a CONAB (2024), a produção de grãos na safra 2023/2024 foi de 298,41 milhões de toneladas. Desse total, 133,4 milhões de toneladas foram provenientes da região Centro-Oeste do país, evidenciando sua relevância como principal área produtora do país.

Nesse contexto de expansão produtiva, observa-se que, paralelamente ao aumento das produtividades das culturas, o uso de fertilizantes químicos na agricultura também cresceu de forma expressiva nos últimos anos (ASSAD et al., 2010). Os fertilizantes químicos desempenham um papel fundamental no suprimento de macronutrientes essenciais às plantas, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), uma vez que, as concentrações desses elementos na solução do solo frequentemente são insuficientes para atender às exigências nutricionais das culturas (CASTRO et al., 2017).

Associados aos fertilizantes químicos, produtores rurais têm intensificado a adoção de tecnologias no campo, buscando aliar eficiência produtiva à sustentabilidade dos sistemas agrícolas, evidenciando a importância de integrar práticas que promovam simultaneamente o desempenho econômico e a conservação ambiental no setor agrícola brasileiro (OLIVEIRA, 2004).

A sustentabilidade, nesse contexto, não se limita a aspectos ecológicos, mas representa uma estratégia essencial para a competitividade em mercados globais cada vez mais exigentes. A crescente consciência dos consumidores em relação à origem e aos impactos socioambientais dos alimentos impulsiona a demanda por práticas sustentáveis. Entre essas práticas, destaca-se a compostagem de resíduos orgânicos, que além de reduzir a utilização de fertilizantes químicos, contribui para a melhoria da qualidade do solo e a mitigação de impactos ambientais. Assim, a sustentabilidade configura-se como um vetor estratégico para a inovação e valorização dos produtos agrícolas brasileiros. (ASSAD et al., 2010).

Corroborando a essa necessidade, observa-se consenso internacional quanto à importância de um gerenciamento e tratamento adequados de resíduos para proteger a saúde humana e prevenir impactos ambientais, o que se reflete na legislação para a proteção do meio ambiente (ERIKSSON et al., 2005). Por essa razão, houve uma evolução no

gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU), passando de um tratamento não seletivo e descarte direto em aterros controlados ou não controlados para o uso de tecnologias de tratamento. Essas tecnologias incluem a valorização da Fração Orgânica de Resíduos Sólidos Urbanos (FORSU) e a reciclagem de outros materiais. Atualmente, o tratamento da FORSU envolve processos como compostagem ou digestão aeróbica, que resultam na degradação e estabilização da matéria orgânica, além da redução de massa e volume (CADENA et al., 2009).

A compostagem é um processo biotecnológico de decomposição e estabilização aeróbia de resíduos orgânicos, mediado por uma microbiota diversificada, predominantemente constituída por bactérias e fungos, sob condições controladas de oxigenação, umidade e temperatura, resultando na formação de composto orgânico estabilizado. De acordo com a Resolução CONAMA nº 481/2017, o composto orgânico pode ser definido como produto estabilizado, oriundo do processo de compostagem, podendo ser caracterizado como fertilizante orgânico, condicionador de solo ou outro produto de uso agrícola, uma vez que, a utilização de composto orgânico tem se mostrado uma estratégia eficiente para melhorar a atividade biológica, fertilidade dos solos, estruturação dos solos, aumento da capacidade de troca catiônica (CTC), conferindo maior tolerâncias das culturas ao estresse hídrico (BRASIL, 2017; MUSA et al., 2023; VOGTMANN et al., 1993; ZHAO et al., 2020).

Diante do exposto, objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica acerca do uso de compostos orgânicos na agricultura moderna, com ênfase na redução da dependência de fertilizantes químicos e na mitigação dos impactos ambientais decorrentes do manejo inadequado de resíduos orgânicos. Para tal finalidade, procedeu-se à compilação de dados provenientes de fontes bibliográficas, visando à elaboração de uma análise descritiva e exploratória das informações disponíveis na literatura. Essa abordagem metodológica visa subsidiar a formulação de decisões embasadas quanto à efetividade da compostagem, permitindo avaliar sua viabilidade agronômica, bem como seu potencial como prática sustentável no contexto da agricultura moderna.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fatores que interferem no processo da compostagem orgânica

Diversos fatores influenciam diretamente o processo de compostagem, destacando-se a atividade microbiana, aeração, umidade, temperatura, relação carbono/nitrogênio (C/N), a granulometria dos materiais, dimensão das leiras. A condução eficiente do processo depende do controle rigoroso desses parâmetros, uma vez que, cada um deles exerce influência significativa sobre a qualidade e estabilidade do composto orgânico final. O adequado monitoramento dessas variáveis é essencial para otimizar os benefícios da compostagem, assegurando que o produto obtido atenda aos padrões desejáveis de eficiência agrônômica e segurança ambiental (SOUZA et al., 2020).

Com relação a atividade microbiana, o processo de compostagem envolve uma ampla diversidade de microrganismos aeróbios, tanto mesofílicos quanto termofílicos, comumente presentes nos resíduos orgânicos. Esses microrganismos pertencem principalmente aos grupos das bactérias, actinomicetos, leveduras e fungos, os quais desempenham papéis fundamentais na degradação da matéria orgânica (BRISKI et al., 2017).

A predominância de determinadas espécies microbianas, bem como sua atividade metabólica, são fatores determinantes para a identificação da fase em que o processo de compostagem se encontra. Cada grupo funcional de microrganismos manifesta seu máximo crescimento populacional quando as condições ambientais são plenamente favoráveis à sua fisiologia. Alguns microrganismos possuem a capacidade de degradar moléculas orgânicas complexas, enquanto outros somente assimilam compostos orgânicos mais simples. Há ainda aqueles que demonstram sensibilidade à presença de substâncias específicas, sejam elas de natureza orgânica ou inorgânica, influenciando diretamente sua atividade no sistema (BONFIM et al., 2011).

De acordo com Azim et al. (2018), a fase de decomposição envolve três estágios de ação: (1) a fase mesofílica, ou de temperatura moderada, que dura alguns dias, (2) a fase termofílica, ou de alta temperatura, que pode durar de alguns dias a várias semanas e, finalmente, (3) uma fase de resfriamento e maturação de vários meses nos quais ocorre a quebra de matéria orgânica simples e complexa.

Diferentes comunidades de microrganismos predominam durante as várias fases de compostagem (Tabela 1). A decomposição inicial é realizada por microrganismos mesofílicos, que quebram rapidamente os compostos solúveis e facilmente degradáveis.

Tabela 1. Microrganismos predominantes em cada uma das fases da compostagem

Fases da compostagem	Microrganismos predominantes
Mesofílica de aquecimento	Bactérias e fungos mesófilos produtores de ácidos
Termofílica	Bactérias, fungos e actinomicetos termofílicos
Mesofílica de resfriamento	Redução da população de bactérias e desenvolvimento de fungos
Maturação	Fungos e actinomicetos

Fonte: Elaborado conforme informações DAL BOSCO et al., 2017.

Conforme o observado na Figura 1, a decomposição na compostagem depende da atividade microbiana, e o qual está intimamente relacionada à temperatura. Inicialmente, a temperatura eleva-se de condições ambientais para mesofílicas e, em seguida, para termofílicas, quando microrganismos termófilos, ativos acima de 40 °C, dominam o processo. Durante a fase ativa da compostagem, a temperatura atinge 55–65 °C em 24–72 horas, mantendo-se elevada por semanas. Nesse período, temperaturas altas eliminam patógenos, sementes de plantas daninhas e compostos fitotóxicos, promovendo a decomposição eficiente. Microrganismos como *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* são destruídos nessa etapa (BRISKI et al., 2017).

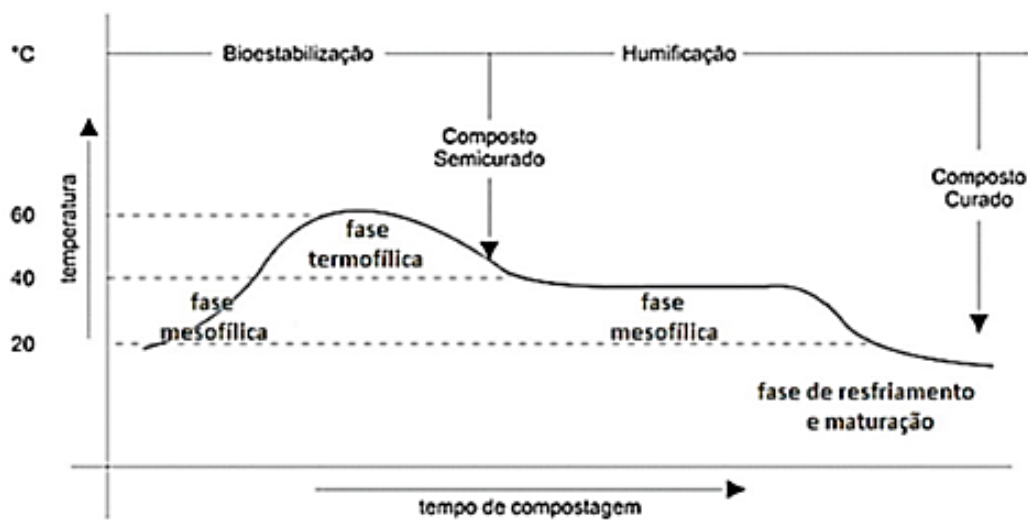


Figura 1. Variação térmica ao longo das etapas do processo de compostagem. Fonte: (BRISKI et al., 2017)

Com o fim da fase ativa, a temperatura diminui gradualmente para menos de 40 °C, permitindo a recolonização por microrganismos mesófilos. Nesse estágio, chamado de fase de cura, a decomposição continua até que o composto atinja um estado biologicamente estável, podendo ser armazenado sem necessidade de manuseio adicional (EPSTEIN, 2011).

A fase de humificação compreende à fase de maturação, caracterizada pela reorganização da matéria orgânica em moléculas estáveis (AZIM et al., 2018). Gerke (2018) explica que as substâncias húmicas podem adsorver moléculas orgânicas e inorgânicas e formar complexos estáveis, como por exemplo, adsorver metais como ferro (Fe^{3+}), alumínio (Al^{3+}) e cobre (Cu^{2+}). Uma característica principal é a possibilidade de incorporar moléculas inorgânicas ou orgânicas na rede húmica. Isso significa que reações com substâncias não húmicas podem ocorrer dentro de partes internas da estrutura húmica e terão um forte efeito na possível remobilização, por exemplo, de xenobióticos. Esta é supostamente a principal origem de resíduos ligados no solo.

Com relação ao processo de aeração, a presença de oxigênio é essencial para o desenvolvimento de microrganismos que realizam a decomposição de resíduos orgânicos, pois a decomposição é um processo de oxidação biológica das moléculas ricas em carbono, no qual os principais produtos do metabolismo biológico são dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O) e energia. Sem oxigênio, os microrganismos anaeróbicos predominam tornando o processo mais lento e com odores desagradáveis e com produto final a produção de metano (CH_4) e CO_2 (SARTORI et al., 2018).

Outro fator determinante para que o processo de compostagem ocorra de maneira satisfatória é a umidade, pois constitui um dos principais fatores determinantes para a eficiência do processo de compostagem, uma vez que influencia diretamente a atividade metabólica dos microrganismos, ao permitir o transporte de nutrientes e compostos orgânicos em meio aquoso. Valores de umidade entre 50% e 60% são considerados ideais para o desenvolvimento microbiano, promovendo condições adequadas para a oxigenação e degradação da matéria orgânica. Quando a umidade é inferior a 40%, ocorre a inibição da atividade microbiana; por outro lado, valores superiores a 65% favorecem a formação de zonas anaeróbicas e a lixiviação de nutrientes. Em condições ótimas, o consumo de oxigênio é intensificado, resultando no aumento da temperatura e na aceleração da decomposição. O excesso de água, entretanto, reduz a porosidade do material, limita a difusão de oxigênio e propicia o desenvolvimento de microrganismos anaeróbicos, com consequente emissão de odores desagradáveis (NOGUEIRA, 2011). Segundo Mainier et al. (2007), esses odores característicos são decorrentes da produção de sulfeto de hidrogênio (H_2S), um gás incolor, solúvel em água e com odor típico de “ovo podre”, altamente tóxico aos seres humanos por sua capacidade de se combinar com o ferro do citocromo e de outros compostos celulares essenciais que contêm esse elemento.

Para a realização eficiente do processo de compostagem, é imprescindível a presença de macro e micronutrientes, os quais são fundamentais para a manutenção das atividades metabólicas microbianas. Dentre esses, destacam-se o carbono (C) e o N. O C atua como principal fonte de energia e compõe a estrutura básica das moléculas orgânicas, promovendo o crescimento microbiano, e quando em excesso no processo, ocasiona um aumento do tempo de compostagem. Já o N é essencial para a biossíntese de compostos nitrogenados como proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos, enzimas e coenzimas quando em quantidades elevadas, ocasiona uma rápida degradação do material orgânico ocasionando a perda do mesmo por volatilização da amônia e causando odores desagradáveis na leira de compostagem (BATISTA et al., 2007; ORRICO JÚNIOR et al., 2010).

Considerando que os microrganismos envolvidos na compostagem assimilam C e N em uma proporção aproximada de 30:1, essa relação é considerada ideal para os materiais orgânicos utilizados no processo. Contudo, valores situados entre 26:1 e 35:1 são amplamente aceitos como adequados, promovendo uma decomposição eficiente e acelerada da matéria orgânica (ORRICO JÚNIOR et al., 2010).

O potencial hidrogeniônico (pH) constitui um indicador relevante da dinâmica do processo de decomposição durante a compostagem. Nas fases iniciais, observa-se uma leve acidificação do meio (valores em torno de pH 5), resultante da produção de CO₂ e ácidos orgânicos, os quais atuam como substratos energéticos para o desenvolvimento de comunidades microbianas subsequentes. À medida que o processo avança, ocorre um aumento gradual do pH, que pode atingir valores entre 8 e 9. Essa elevação está associada à liberação de CO₂, à intensificação da aeração da biomassa e à produção de amônia decorrente da degradação proteica (FALGETANO, 2015).

O tamanho das partículas dos resíduos orgânicos influencia diretamente a área superficial disponível para a colonização e atividade microbiana, sendo que partículas de menores dimensões tendem a favorecer a degradação biológica, devido ao aumento da superfície de contato. No entanto, a redução excessiva do tamanho pode comprometer a porosidade do material, limitando a difusão de oxigênio e favorecendo condições anaeróbias (OLIVEIRA, 2018). Nesse contexto, a incorporação de diferentes tipos de resíduos orgânicos, com variadas texturas e granulometrias, contribui para a homogeneização da massa e manutenção de uma estrutura porosa adequada, otimizando o processo de compostagem (VALENTE et al., 2008). De acordo com Sousa (2022), o tamanho de partícula para uma compostagem é entre 2,5 a 7,0 cm.

O dimensionamento das leiras constitui um fator determinante para a eficiência do processo de compostagem, influenciando diretamente a dinâmica térmica, aeração e retenção de umidade da biomassa. De acordo com Cooper et al. (2010), a forma e as dimensões das leiras devem ser adaptadas às condições específicas do local, sendo a altura proporcional à largura para evitar problemas estruturais. Leiras excessivamente altas podem causar compactação da base, comprometendo a aeração, enquanto leiras muito baixas favorecem a dissipação acelerada de calor e umidade, prejudicando a atividade microbiana. Segundo Valente et al. (2009), é fundamental que o volume da leira seja suficiente para conservar calor e umidade sem restringir a circulação de ar, onde os autores recomendam que a altura das leiras varie entre 0,8 m e 1,8 m, limites que garantem a manutenção de condições físico-químicas adequadas à decomposição biológica da matéria orgânica.

2.2. Eficiência de processos aeróbicos e anaeróbicos na humificação de resíduos orgânicos e seus efeitos na qualidade do solo

Durante o processo de compostagem ocorre uma sequência de reações químicas e biológicas responsáveis pela transformação da matéria orgânica em substâncias húmicas (SH) (STEVENSON, 1994). A degradação intensa da matéria orgânica, promovida pela ação microbiana, resulta na formação de uma ampla variedade de compostos orgânicos simples, como polifenóis, grupos carboxílicos, aminoácidos, polissacarídeos e açúcares redutores. Esses compostos podem ser utilizados pelos microrganismos como fonte de energia ou como precursores na formação de substâncias húmicas (WU et al., 2017). Assim, os compostos orgânicos simples empregados nesse processo são denominados precursores de SH (TAN, 2014). A formação das SH durante a compostagem pode ser compreendida em duas etapas principais, que ocorrem de forma interligada: decomposição e síntese (STEVENSON, 1994). Na fase de decomposição, os microrganismos degradam estruturas orgânicas complexas, originando compostos mais simples. Já na etapa de síntese, predominante nas fases de resfriamento e maturação, esses precursores passam por reações de polimerização e condensação, resultando na formação das SH (WU et al., 2017). Diversas teorias explicam as possíveis vias de formação dessas substâncias, sendo as mais aceitas pela comunidade científica as teorias ligno-proteica, dos polifenóis e dos aminoaçúcares (reação de Maillard) (TAN et al., 2014; SOUZA et al., 2020).

A relevância dessas substâncias vai além de sua formação no processo de compostagem, uma vez que as SH desempenham funções fundamentais na manutenção da qualidade ambiental. De acordo com Schwarzenbach et al. (2017), essas moléculas

contribuem significativamente para a melhoria da estrutura e da fertilidade do solo, além de atuarem na remediação de poluentes em ambientes aquáticos e terrestres. Tais efeitos decorrem de suas propriedades químicas e físicas específicas, que possibilitam a formação de ligações com metais, íons e moléculas, bem como interações com biopolímeros, participação em reações redox, melhoria da agregação do solo e aumento de sua capacidade de retenção de água. Dessa forma, as substâncias húmicas representam não apenas produtos finais do processo de compostagem, mas também importantes agentes na promoção da sustentabilidade dos ecossistemas.

Maffia et al. (2024) avaliaram influência de diferentes métodos de biotransformação de resíduos orgânicos na produção de SH e seus efeitos sobre a qualidade do solo. Para tal, os autores utilizaram resíduos de azeitona e laranja como substratos e compararam três processos distintos: vermicompostagem, compostagem e digestão anaeróbica, com o objetivo de identificar aquele capaz de gerar produtos com maior teor e qualidade de SH. Os resultados evidenciaram que a composição química dos materiais de entrada exerceu influência significativa sobre a dinâmica de humificação, sendo que os resíduos de laranja apresentaram maior taxa e grau de formação de substâncias húmicas. Entre os métodos avaliados, a vermicompostagem destacou-se como o mais eficiente, produzindo fertilizantes com conteúdo húmico mais elevado, maior diversidade microbiana e maior CTC, o que refletiu em melhorias expressivas na qualidade do solo. A compostagem também promoveu a estabilização da matéria orgânica, ainda que de forma menos eficiente em comparação à vermicompostagem. Em contrapartida, a digestão anaeróbica resultou em produtos com menor concentração de SH e conteúdo reduzido de nutrientes. Os processos aeróbicos, especialmente a vermicompostagem, apresentaram maior eficiência na transformação da matéria orgânica, originando compostos estruturalmente mais complexos e estáveis, semelhantes ao húmus, com efeitos benéficos pronunciados para a saúde e funcionalidade do solo. Além disso, o estudo ressalta o potencial estratégico da valorização de resíduos orgânicos como ferramenta para a mitigação da poluição ambiental e para o fortalecimento de práticas de economia circular, contribuindo, assim, para a promoção de sistemas agrícolas mais sustentáveis e resilientes.

Mehta & Sirari (2018) destacam que os processos aeróbicos se mostram mais apropriados que os anaeróbicos na transformação de diferentes tipos de matéria-prima, devido à menor produção de compostos reduzidos e à maior biodiversidade microbiana envolvida no processo. Essa maior eficiência está relacionada às características intrínsecas dos processos aeróbicos e anaeróbicos.

O processo de compostagem anaeróbica ocorre em quatro etapas principais: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (Figura 2). Na etapa de hidrólise, microrganismos fermentativos degradam compostos orgânicos complexos, como a celulose, em moléculas solúveis, etapa considerada limitante da taxa de degradação devido ao impacto sobre materiais com elevado teor de matéria orgânica (VAVILIN et al., 2008). Em seguida, na acidogênese, bactérias fermentativas convertem essas moléculas em produtos intermediários, que posteriormente, durante a acetogênese, são transformados em ácido acético, CO_2 e hidrogênio (H) por microrganismos como *Clostridium aceticum* e *Acetobacter woodii*. Por fim, na metanogênese, bactérias metanogênicas, como *Methanosarcina*, convertem esses compostos em metano (DEMIREL; SCHERER, 2008).

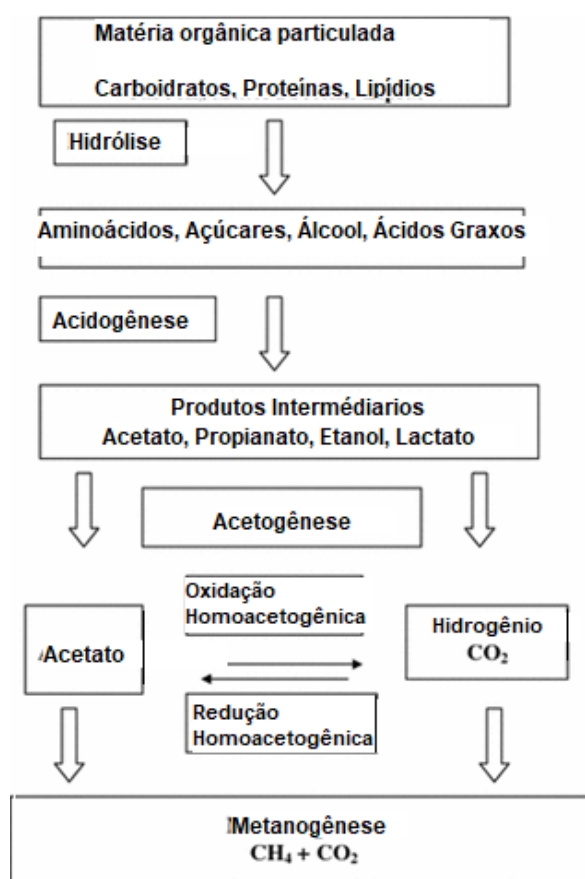


Figura 2. Conversão anaeróbica de biomassa em metano. Fonte: DEMIREL et al., 2008

Em contraste, a decomposição da matéria orgânica na presença de oxigênio caracteriza um processo aeróbico, no qual microrganismos utilizam esse elemento para degradar a matéria orgânica e sintetizar protoplasma celular a partir de nutrientes como N, P e C. A respiração aeróbica proporciona maior eficiência energética, o que torna o processo de

degradação mais rápido e estável, desde que haja disponibilidade adequada de oxigênio (CADENA et al., 2009). Esse mecanismo ocorre naturalmente em ecossistemas como florestas, onde resíduos animais e vegetais são transformados em matéria orgânica estável e inodora, devido à presença constante de oxigênio no ambiente. Dessa forma, a análise comparativa entre os processos de decomposição evidencia que os métodos aeróbicos, especialmente a vermicompostagem, apresentam vantagens significativas em relação aos processos anaeróbicos, tanto pela qualidade dos compostos produzidos quanto pela contribuição para a saúde e funcionalidade do solo. Além disso, tais métodos se alinham às estratégias contemporâneas de valorização de resíduos e às práticas de agricultura sustentável (MEHTA & SIRARI, 2018).

Nesse contexto, a Resolução CONAMA nº 481/2017 estabelece critérios e procedimentos para a elaboração e implementação de programas de compostagem de resíduos orgânicos. O documento define a compostagem como um processo biológico de decomposição controlada da fração orgânica dos resíduos sólidos, realizado pela ação de microrganismos sob condições predominantemente aeróbicas, resultando em um material estabilizado, denominado composto orgânico (BRASIL, 2017).

2.3. Métodos utilizados na produção de composto orgânico

A compostagem pode ser conduzida por diferentes técnicas, sendo o sistema *Windrow*, também denominado “leiras com revolvimento”, o mais amplamente empregado no Brasil (Figura 3). Embora existam outras tecnologias, como reatores, digestores e sistemas de aeração forçada ou passiva, sua adoção em larga escala no país ainda é limitada. No método *Windrow*, o processo inicia-se com a formação de leiras compostas por materiais previamente homogeneizados ou organizados em camadas alternadas de resíduos ricos C e N, de modo a otimizar a relação C/N e favorecer a atividade microbiana (VASCONCELOS, 2019).

A principal característica desse sistema consiste na necessidade de revolvimentos periódicos, especialmente durante os primeiros 30 dias, visando garantir aeração adequada, homogeneidade da massa e controle da temperatura. Com o avanço da decomposição, a frequência de revolvimento é gradualmente reduzida. Em condições operacionais adequadas, o processo de compostagem por esse método apresenta tempo médio de maturação entre 90 e 120 dias, permitindo a obtenção de um composto estabilizado e com características agronomicamente desejáveis (MATOS, 2014).



Figura 3. Revolvimento manual de leiras. Fonte: SOARES et al., (2021)

Para a manipulação de grandes volumes de resíduos orgânicos, é comum a utilização de tratores ou equipamentos mecanizados específicos, que têm como função otimizar as operações de revolvimento das leiras e assegurar condições adequadas de aeração e homogeneização da biomassa (Figura 4). Essa mecanização favorece a manutenção de parâmetros físico-químicos ideais para a atividade microbiana, resultando em uma decomposição mais eficiente, uniforme e acelerada. A adoção desse método apresenta vantagens significativas, pois possibilita a reciclagem de matéria orgânica em larga escala, contribuindo de forma efetiva para a gestão ambientalmente adequada de resíduos sólidos e para a produção de fertilizantes orgânicos de elevada qualidade agrônômica (SOARES et al., 2021).



Figura 4. Revolvimento automatizado das leiras. Fonte: Elaboração da autora a partir do acervo trabalho de campo 2025.

O método de Leiras Estáticas com Aeração Passiva, também conhecido como “método UFSC”, foi desenvolvido pelo botânico inglês Albert Howard e consolidou-se como uma alternativa eficiente para o tratamento e reciclagem de resíduos orgânicos (Figura 5). A eficácia desse sistema está diretamente associada à forma de estruturação das leiras, que

combina materiais de suporte, como palha e serragem, com camadas de resíduos orgânicos, favorecendo aeração natural, drenagem adequada e equilíbrio na relação carbono/nitrogênio (SOARES et al., 2021).

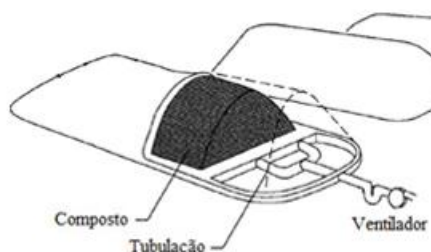


Figura 5. Processo de compostagem por leira estática com aeração. Fonte: IFB (2021).

A adoção desse método apresenta-se como uma estratégia tecnicamente viável e ambientalmente sustentável, uma vez que alia eficiência no processo de decomposição à segurança sanitária, resultando na produção de fertilizantes orgânicos de qualidade e na mitigação dos impactos ambientais associados ao manejo inadequado de resíduos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

A manutenção das leiras é operacionalmente simples e consiste na inserção de materiais orgânicos úmidos, ricos em N, intercalados com materiais secos, palha ou serragem grossa, ricos em carbono. Essa disposição em camadas visa atingir a relação ideal de C/N de aproximadamente 30:1, condição considerada ótima para a atividade microbiana e a eficiência do processo de compostagem (IFB, 2021).

Cadena et al. (2009) analisaram duas unidades de compostagem localizadas na Catalunha, Espanha, com foco na eficiência dos diferentes sistemas empregados no tratamento de resíduos orgânicos municipais. A primeira instalação, situada em Girona, utiliza túneis de compostagem (*Composting Tunnels*) (CT) para o processamento de aproximadamente 6.000 t de resíduos orgânicos por ano, empregando cavacos de madeira como agente estruturante. O processo envolve uma etapa inicial de decomposição em túneis fechados, com aeração e irrigação controladas durante um período de duas semanas, seguida por uma fase de maturação em leiras aeradas com duração de seis a oito semanas. As emissões gasosas geradas são tratadas por meio de um sistema de depuração úmida e biofiltros, enquanto o chorume é direcionado para uma estação de tratamento de efluentes. O composto orgânico final é destinado ao uso agrícola, reforçando a integração entre gestão de resíduos e práticas de agricultura sustentável.

A segunda planta, localizada em Barcelona, emprega o sistema de Compostagem em Reatores Confinados (*Closed Reactor Composting*) (CRC) para o tratamento de aproximadamente 91 t de FORSU, utilizando resíduos de poda como agente de volume. Nesse sistema, os resíduos passam por uma etapa de decomposição em leiras confinadas e aeradas durante quatro semanas, seguida de um período de cura em leiras revolvidas, com duração de seis a oito semanas. A disposição dos resíduos é realizada em recipientes trapezoidais de concreto com base perfurada, o que permite a aeração adequada e a coleta do chorume, que é reaproveitado para irrigação do próprio processo. O composto orgânico final apresenta qualidade adequada para uso em viveiros e atividades agrícolas (CADENA et al., 2009).

A escolha do método de compostagem mais adequado depende de múltiplas variáveis, entre as quais se destaca a natureza e a composição do resíduo disponível. Resíduos vegetais, como podas e gramas, por apresentarem baixa umidade e boa estrutura física, são mais indicados para sistemas de leiras revolvidas, devido à simplicidade de implantação e manejo. Em contrapartida, resíduos com alta umidade e rápida taxa de degradação, como restos de alimentos, requerem revolvimento mais frequente e monitoramento rigoroso das condições de aeração e temperatura. Já os resíduos de origem animal e com elevado teor de gordura demandam técnicas específicas, uma vez que podem gerar odores intensos e atrair vetores indesejáveis. Nesses casos, a experiência dos operadores é um fator determinante para o sucesso do processo, sendo o método de revolvimento de leiras menos recomendado para esse tipo de material (MATOS, 2014; SOARES et al., 2021).

2.4.Substituição parcial de fertilizantes minerais por fontes orgânicas na agricultura moderna

Os fertilizantes químicos tornam os nutrientes prontamente disponíveis para as plantas, mas algumas desvantagens superam seus benefícios. Por exemplo, os fertilizantes químicos contribuem para os efeitos estufa, poluição ambiental, redução de organismos do solo e habitantes marinhos, redução da camada de ozônio e doenças humanas (AYILARA et al., 2020). Segundo HERNÁNDEZ et al. (2010), o uso excessivo de fertilizantes químicos na agricultura é uma questão preocupante, pois acarretará na diminuição da fertilidade do solo e a poluição das águas subterrâneas.

Esses aspectos resultaram em agricultores voltando à aplicação de compostos orgânicos como um meio de restaurar a fertilidade do solo e reduzir os efeitos adversos. A compostagem é um processo fundamental na agricultura e ajuda na reciclagem de resíduos agrícolas (AYILARA et al., 2020). Fertilizantes orgânicos podem ser usados para reduzir a

quantidade de compostos tóxicos, como nitrato, produzidos por fertilizantes minerais, melhorando a qualidade dos vegetais produzidos, bem como a saúde humana (MAHMOUD et al., 2009; ABDEL-HAMED, 2021). E quando comparada com adubações químicas, e se tratando de custos de produção, reduz em até três ou quatro vezes os custos, sendo, portanto, muito rentável, além de ser uma prática sustentável (FINATTO et al., 2013).

Souza & Gai (2023) ao avaliar o efeito da cama de frango, compostagem e ureia como fonte de N sobre os parâmetros de produtividade na cultura do milho aplicadas nas seguintes doses: 4,3 t ha⁻¹ de cama de frango; 3,1 t ha⁻¹ de composto orgânico e 266,6 kg ha⁻¹ de ureia, observaram que não houve diferença estatística entre o fertilizante mineral e orgânico para variáveis avaliadas diâmetro de colmo, altura de inserção das espigas e produtividade, evidenciando como alternativa viável o uso de compostos orgânicos em agricultura em grande escala.

Já Abou-El-Hassan et al. (2017) realizaram experimento de campo no *Vegetable Research Departments, Horticulture Research Institute*, na província de Gizé, Egito, para avaliar o uso de composto orgânico (CO) e vermicomposto (VC) como substitutos parciais ou totais dos fertilizantes minerais (FM) na produção de feijão verde (variedade Paulista). Foram analisados diferentes tratamentos com CO e VC, isolados ou combinados, com e sem a adição de 50% da dose recomendada de fertilizantes minerais, comparando-se seus efeitos no crescimento e produtividade do feijão verde em relação à aplicação de 100% da dose recomendada de fertilizantes minerais. Os resultados indicaram que o uso exclusivo de CO e VC reduziu as características vegetativas das plantas. No entanto, quando combinados com 50% da dose de FM, não apresentaram diferenças significativas em relação ao uso de 100% de FM. Além disso, os tratamentos com 100% de FM e 50% de FM + 50% VC, isoladamente ou com composto, resultaram nos maiores rendimentos. O estudo também revelou que a aplicação de CO e VC, com ou sem FM, reduziu o teor de nitrato nas vagens de feijão. Logo, os autores concluíram que o uso de CO e VC pode reduzir a necessidade de fertilizantes minerais, garantindo uma produção eficiente, saudável e ambientalmente segura de feijão verde.

Ramires et al. (2022) ao avaliar o efeito da aplicação de composto orgânico sobre a produtividade em pastagem de aveia-preta (*Avena strigosa*) utilizando as doses de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 Mg ha⁻¹, aplicadas de forma única ou parcelada. Os autores verificaram que as doses compreendidas entre 10 e 30 Mg ha⁻¹ promoveram maior acúmulo de matéria verde, enquanto as doses de 15 a 20 Mg ha⁻¹ resultaram em maiores valores de matéria seca, ambas superando o desempenho obtido com a adubação mineral, independentemente do

parcelamento ou não. Na aplicação em dose única, as doses de 19,1 e 18,7 Mg ha⁻¹ foram estimadas como aquelas que proporcionaram os rendimentos máximos de 23,9 Mg ha⁻¹ de matéria verde e 3,0 Mg ha⁻¹ de matéria seca acumulada, respectivamente. Por outro lado, quando o composto orgânico foi aplicado de forma parcelada, observou-se produção máxima de matéria verde acumulada de 25,9 Mg ha⁻¹, correspondente à dose de máxima eficiência técnica de 22,9 Mg ha⁻¹. Sendo assim, os autores concluíram que o uso de fontes orgânicas como fertilizantes pode ser vantajoso economicamente e significando o uso racional dos nutrientes oriundos de materiais de atividade agroindustrial. Ademais, a adubação orgânica proporcionará a longo prazo, incrementos benéficos na parte química, física e biológica do solo, devido ao acúmulo de matéria orgânica no mesmo (MALAVOLTA, 2006).

Souza et al. (2023) avaliaram o desempenho agrônomo e a viabilidade econômica da cultura do milho submetida a diferentes proporções de composto orgânico elaborado com serragem, podas vegetais, casca e borra de café, associado ou não à adubação mineral. Os tratamentos foram as seguintes proporções: 100% de composto orgânico; 75% de composto orgânico + 25% de adubação mineral; 50% de composto orgânico + 50% de adubação mineral; 25% de composto orgânico + 75% de adubação mineral; e 100% de adubação mineral, sendo utilizados como adubos minerais a ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio para suprimento das exigências de NPK da cultura. Os autores observaram que os tratamentos com 100% de adubação mineral e com 25% de composto orgânico + 75% de adubação mineral apresentaram produtividades de grãos estatisticamente semelhantes e superiores aos demais. De acordo com os autores, esse resultado está relacionado à maior velocidade de disponibilização dos nutrientes provenientes das fontes minerais, enquanto o composto orgânico demanda maior tempo para mineralização e posterior absorção pelas plantas (KIEHL, 2002). Segundo os autores, a liberação mais lenta dos nutrientes orgânicos tende a limitar a produtividade, especialmente no primeiro ciclo, dado que o índice de conversão utilizado para o cálculo das doses do composto considera um período de um ano, superior ao ciclo da cultura do milho. Em contrapartida, por apresentar efeito residual, é esperado que a produtividade em áreas adubadas com o composto orgânico se aproxime, ao longo dos ciclos sucessivos, daquela obtida com a adubação 100% mineral. Do ponto de vista econômico, embora o tratamento com 100% de adubação mineral tenha proporcionado maior produtividade, a redução progressiva dos custos à medida que se diminuiu a proporção de fertilizantes minerais resultou em receitas líquidas semelhantes entre os tratamentos, mesmo nos que apresentaram menor produtividade. Esse desempenho econômico decorre do menor custo do composto orgânico (subsidiado e de menor custo operacional) e do maior custo dos

fertilizantes minerais, associado ao parcelamento das aplicações, que eleva a demanda por mão-de-obra. Ressalta-se que a análise econômica considerou apenas os custos diretamente relacionados à adubação, não representando o lucro total da atividade.

Fischer & Glaser (2004) ao avaliar o efeito da aplicação de composto orgânico de esterco bovino na cultura da soja em solos loess, observou-se aumento na produtividade da cultura em até 30%, passando de 3.000 kg ha^{-1} para aproximadamente 3.900 kg ha^{-1} , além de contribuir na melhoria da retenção de água e atividade microbiana do solo. Corroborando com Ghosh et al. (2005), na Índia, ao avaliar o efeito do composto orgânico elaborado de resíduos de colheita e esterco bovino na cultura da soja combinado com adubação mineral e 100% adubação mineral, observaram-se um aumento de 15% na produtividade da soja, passando de 2.700 kg ha^{-1} para cerca de 3.105 kg ha^{-1} .

He et al. (2010), na China, observaram que a aplicação de 10 t ha^{-1} de composto orgânico elaborado de esterco de aves e resíduos vegetais, resultou em um aumento de 25% na produtividade da cultura da soja, elevando a produtividade de 3.200 kg ha^{-1} para 4.000 kg ha^{-1} . Já Santos et al. (2015) observaram um aumento de 18% na produtividade na produtividade da soja quando foi aplicado composto orgânico elaborado de esterco bovino e resíduos de plantações anteriores, passando de 4.500 kg ha^{-1} para 5.310 kg ha^{-1} , e quando combinado com a adubação mineral proporcionou um incremento de 10%, chegando a 5.841 kg ha^{-1} .

Melo (2020) ao avaliar o efeito da aplicação do composto orgânico elaborado de carcaças de frango na produtividade da cultura da soja nas doses de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 t ha^{-1} em solo Latossolo Vermelho distroférico, observou-se a regressão foi linear com o aumento das doses de composto orgânico, onde a maior dose obteve uma produtividade de 4092 t ha^{-1} . De acordo com o autor, o composto orgânico foi suficiente para fornecer nutrientes essenciais para produção da soja, resultando, assim, alta produtividade de grãos.

Entretanto, Nakao et al. (2016) ao avaliar o efeito da aplicação de doses do composto orgânico (0, 2, 4 e 6 t ha^{-1}) e adubo químico no feijoeiro e seu residual na cultura do milho em solo Latossolo Vermelho distrófico, observaram que a produtividade não houve efeito do composto orgânico. Do mesmo modo, ao analisar o efeito residual do composto na cultura do milho, os autores constataram a ausência de resposta produtiva, indicando que as doses aplicadas não promoveram incrementos agrônômicos mensuráveis na sucessão avaliada.

Corroborando com Calgaro & Borsoi (2023) ao avaliar a produtividade da cultura da soja submetida a diferentes tipos de adubação (esterco de aves, composto orgânico de carcaças de frango e adubação química (NPK) em solo Nitossolo Vermelho eutrófico não

foram observadas diferenças estatísticas significativa entre os tratamentos avaliados. Dessa forma, a produtividade da soja, sob diferentes regimes de adubação orgânica e mineral, manteve-se semelhante, indicando que as estratégias de fertilização testadas não promoveram variações relevantes no desempenho produtivo da cultura.

Já Gomes et al. (2005) ao avaliar o efeito de doses de composto orgânico (5, 10, 20 t ha⁻¹) e adubação mineral (0, 250, 500 kg ha⁻¹ do NPK 04-14-08) na produtividade da cultura do milho em solo Argissolo Vermelho-Amarelo observaram que aplicação de adubação orgânica resultou em incrementos nos componentes de produção do milho. De acordo com os autores, a dose 20 t ha⁻¹ de composto orgânico proporcionou produtividade estatisticamente semelhante à obtida com a aplicação de 500 kg ha⁻¹ do fertilizante mineral NPK, evidenciando o potencial do composto orgânico como alternativa viável à adubação química convencional.

A aplicação combinada de fertilizantes orgânicos e minerais foi proposta por Zerssa et al. (2021), como estratégia para aumentar a produtividade de forma sustentável e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE). No entanto, os efeitos desses fertilizantes variam conforme o tipo de solo, e ainda há poucas informações sobre os Nitisóis na Etiópia. Logo, este estudo avaliou os impactos de diferentes proporções de composto orgânico de resíduos biológicos e fertilizantes minerais (N, P e enxofre) na produtividade do milho ao longo de dois anos. Amostras de solo foram analisadas em incubação de 28 dias para medir emissões de óxido nitroso (N₂O), CO₂, CH₄ e atividade microbiana, sob dois níveis de umidade do solo (40% e 75% do espaço poroso preenchido com água – WFPS). A substituição gradual dos fertilizantes minerais por composto orgânico, mantendo um suprimento de N de aproximadamente 100 kg ha⁻¹, resultou em um aumento de 12% a 18% na produtividade do milho em comparação ao uso exclusivo de fertilizantes minerais. As emissões de N₂O e CO₂ foram influenciadas pelos tratamentos e pelo nível de umidade do solo, mas o CH₄ não foi afetado. Em 75% WFPS, o tratamento exclusivamente mineral emitiu 16,3 g ha⁻¹ de N₂O, mais que o dobro da emissão observada no tratamento com 100% de composto (6,4 g ha⁻¹) e superior a do tratamento com 50% de composto (9,4 g ha⁻¹). Os resultados indicam que a substituição de 40% a 70% do nitrogênio mineral por composto pode aumentar a produtividade do milho e, ao mesmo tempo, reduzir as emissões de GEE nos Nitisóis do sudoeste da Etiópia.

3.CONCLUSÃO

O uso de compostos orgânicos constitui uma alternativa eficiente para reduzir a dependência de adubos minerais e promover sistemas agrícolas mais sustentáveis, e além disso, a adubação orgânica, isolada ou associada à mineral, melhora a qualidade do solo, podendo alcançar produtividade semelhantes às obtidas com fonte exclusivamente mineral. Ademais, os efeitos residuais da matéria orgânica tendem a potencializar esses benefícios ao longo dos ciclos produtivos, reforçando sua relevância como prática de manejo com impacto agronômico de médio e longo prazo.

4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, E.D.; SUSIAN, C.M.; HILTON, S.P. Assad, Eduardo Delgado, Susian Christian Martins, and Hilton Silveira Pinto. “Sustentabilidade no agronegócio brasileiro.” (2010). Em: **Coleção de estudos sobre diretrizes para uma economia verde no Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2010. v. 201, p. 51.

ABOU-EL-HASSAN, S.; ABD ELWANIS, M.; EL-SHINAWY, M. Application of compost and vermicompost as substitutes for mineral fertilizers to produce green beans. **Egyptian Journal of Horticulture**, v. 44, n. 2, p. 155–163, 2017.

AZIM, K.; SOUDI, B.; BOUKHARI, S.; PERISSOL, C.; ROUSSOS, S.; ALAMI, T.I. Composting parameters and compost quality: a literature review. **Organic Agriculture**, v. 8, n. 2, p. 141-158, 2018.

AYILARA, M.; OLANREWaju, O.S.; BABALOLA, O.O.; ODEYEMI, O. Waste Management through Composting: Challenges and Potentials. **Sustainability**, v. 12, n. 11, p. 4456, 2020.

ABDEL-HAMIED, A.A. Evaluation of nitrite, nitrate and nitrosamine compounds in Upper Egypt vegetables. **Alexandria Science Exchange**, v. 22, n. 3, p. 323-332, 2001

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 481, de 3 de outubro de 2017**. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 191, p. 70–72, 2017.

BATISTA, J.G.F.; BATISTA, E.R.B. **Compostagem: Utilização de compostos em horticultura**. Universidade dos Açores, Centro de Investigação e Tecnologias Agrárias dos Açores, 2007.

BRISKI, F.; VUKOVIC, M.D. Environmental microbiology. **Physical Sciences Reviews**, v. 2, n. 11, p. 1-22, 2017.

BALDAN, A.; GASPARINI, L.V.; NAKAMURA, M.A.; SANTOS, P.R.G.; NASCIMENTO, W.A.H. Conectividade Rural: Oferta de produtos e serviços inovadores para o agronegócio do centro-oeste brasileiro. *Revista de Administração de Roraima*, v. 15, p. 1-25, 2024.

CADENA, E.; COLÓN, J.; ARTOLA, A.; SÁNCHEZ, A.; XAVIER, F Environmental impact of two aerobic composting technologies using life cycle assessment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 14, n. 5, p. 401–410, 2009.

CASTRO, N.R.; SPOLADOR, H.F.S.; GASQUES, J.G. Valor da produção, produtividade e uso dos insumos na agricultura – uma análise descritiva para alguns estados brasileiros. **Perspectiva Econômica**, v. 13, n. 1, p. 1-23, 2017.

CALGARO, F.A.C.; BORSOI, A. Produtividade da cultura da soja submetida a diferentes tipos de adubação. *Revista Cultivando o Saber*, p. 50-59, 2023.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira, v. 11, n. 12- safra 2023/2024-boletim de monitoramento agrícola, 2024.

COOPER, M., ZANON, A.R., REIA, M.Y., MORATO, R.W. **Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: teórico e prático**. Piracicaba: ESALQ – Divisão de biblioteca, 35p: il. (Série Produtor Rural, Edição Especial), 2010.

DAL BOSCO, T.C.; GONÇALVES, F.; ANDRADE, F.C.; TAIATELE JUNIOR, I.; SILVA, J.S.; SBIZZARO, M. **Contextualização teórica: compostagem e vermicompostagem**, p. 19-44. 2017.

DEMIREL, B.; SCHERER, P. The roles of acetotrophic and hydrogenotrophic methanogens during anaerobic conversion of biomass to methane: a review. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, v. 7, n. 2, p. 173-190, 2008.

ERIKSSON, O.; CARLSSON, R.; FROSTELL, B.; BJORKLUND, A.; ASSEFA, J.; SUNDQVIST, O.; GRANATH, J.; BAKY, A.; THYSELIUS, L. Municipal solid waste management from a systems perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 3, p. 241–252, 2005.

EPSTEIN, E. Basic Concepts of Composting. Em: **Industrial Composting**. CRC Press, 2011. p. 15–24.

FISCHER, G.; GLASER, B. Synergisms between compost and mineral fertilizers in phosphorus nutrition of barley. **Biology and Fertility of Soils**, v. 40, n. 5, p. 406-413, 2004.

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

FINATTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M.C.; RODRIGUES, M.; BASSO, V.; HOEHNE, L. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmico**, v. 5, n. 4, p. 85–93, 2013.

GOMES, J.A.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SAGRILO, E.; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 521-529, 2005.

GHOSH, P. K.; RAMESH, P.; BHARADWAJ, V.; MOHAJAN, A.; DAS, A.; RAO, A. S.; SINGH, P. K.; DESHMAND, M. R. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and chemical fertilizer on growth, yield and quality of maize (*Zea mays*). **Journal of the Indian Society of Soil Science**, v. 53, n. 1, p. 91-94, 2005.

GERKE, J. Concepts and misconceptions of humic substances as the stable part of soil organic matter: a review. **Agronomy**, v. 8, n. 5, p. 76, 2018.

HERNÁNDEZ, A.; CASTILLO, H.; OJEDA, D.; ARRAS, A.; LÓPEZ, J.; SÁNCHEZ, E. Effect of vermicompost and compost on lettuce production. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 70, n. 4, p. 583–589, 2010.

HE, Z.L.; SHI, W.; ZHANG, H. K. Effects of organic manure on soil phosphorus and potassium availability and maize yield in a red soil. **Soil & Tillage Research**, v. 106, n. 2, p. 72-78, 2010

IFB. **Compostagem Método UFSC – leira estática aeração passiva**. Disponível em: <<https://ifbonillo.org.br/compostagem-metodo-ufsc/>>. Acesso em: 26 mar. 2025.

MALAVOLTA, E. (2006). Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres.

KIEHL, E.J. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. 3. ed. Piracicaba-SP: Edição do autor, 2002.

MAINIER, F.B.; SANDRES, G.C.; TAVARES, S.S.M. Corrosão por sulfeto de hidrogênio (H₂S) e suas implicações no meio ambiente e na segurança industrial. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ENGENHARIA MECANICA, Cuzco, Peru. Anais do 8º congresso iberoamericano de engenharia mecânica, 2007

MATOS, A.T. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos**. Viçosa: UFV, 14 ago. 2014. (Nota técnica).

MAFFIA, A.; MARRA, F.; CANINO, F.; BATTAGLIA, S.; MALLAMACI, C.; OLIVA, M.; MUSCOLO, A. Humic substances from waste-based fertilizers for improved soil fertility. **Agronomy**, v. 14, n. 11, p. 1-2020, 2024.

MAHMOUD, E.K.; EL-KADER, N.A.; ROBIN, P.; AKKAL-CORFINI, N.; EL-RAHMAN. Effects of different organic and inorganic fertilizers on cucumber yield and some soil properties. **World Journal of Agricultural Sciences.**, v. 5, n. 4, p. 408–411, 2009.

MEHTA, C.M.; KANAK, S. Comparative study of aerobic and anaerobic composting for better understanding of organic waste management: a mini review. **Plant Archives**, v. 18, n. 1, p. 44-48, 2018.

MELO, W.S. Adubação da cultura da soja com fertilizante orgânico produzido a partir de carcaças de frango. 2020. 45 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura)- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2016/07/rs6-compostagem-manualorientacao_mma_2017-06-20.pdf>. Acesso em: 26 março 2025.

MUSA, Y.; FARID, M. NASARUDDIN, N.; MUHAMMAD, F.A.; AHMAD, F.A.; MUHAMMAD, F.; SULAIMAN, A.; HUANG, Y.C.; ISWOYO, H.; BAHRUN, A.H. ADNAN, A. Sustainability approach in cropping intensity (CI) 400 through optimizing the dosage of compost and chemical fertilizers to early-maturing rice varieties based on multivariate analysis. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 14, p. 100-907, 2023.

NOGUERA, J.O.C. Compostagem como prática de valorização dos resíduos alimentares com foco interdisciplinar na educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v 3, n. 3, p. 316-325, 2011.

NAKAO, A.H.; RODRIGUES, R.A.F.; SOUZA, M.F.P.; DICKMANN, L.; CATALANI, G.C.; CENTENO, D.C. Aplicação de composto orgânico e adubo químico no feijoeiro e seu efeito residual sobre a cultura do milho. **Cultura Agrônômica**, v. 25, n. 4, p. 387-400, 2016.

OLIVEIRA, F.N.S. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 69, 6 dez. 2004. (Nota técnica).

ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A., LUCAS JÚNIOR, J. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 538-545, 2010.

OLIVEIRA, M. M.. **Compostagem de borra de café e outros resíduos orgânicos com microrganismos eficientes**. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

RAMIRES, M.F.; SOUZA, E.L.; LANZANOVA, M.E.; SILVA, D.M.; GONÇALVES, G.K.; BOHRER, R.E.G.; ROCHA, M.; LARSSSEN, J.E.D.; GULART, E.A.; MENEZES, L.M. Dose de máxima eficiência técnica de composto orgânico para aveia preta (*Avena strigosa*). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. 1-15, 2022.

SCHWARZENBACH, R.P.; GSCHWEND, P.M.; IMBODEN, D.M. **Environmental organic chemistry**. (3rd ed). New Jersey: USA, Wiley-Interscience, 1026 p, 2017.

SANTOS, J.C.; COSTA, L.G.; FERREIRA, E.P.B. Application of organic compounds in soybean: impacts on productivity and soil health. **Brazilian Journal of Soil Science**, v. 39, n. 4, p.1230-1237, 2015.

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.

STEVENSON, F.J. Formas orgânicas do nitrogênio do solo. In: Stevenson, FJ, Ed., Química Húmica: Gênese, Composição, Reação, 2ª Edição, Wiley, Nova York, 1994.

SOUZA, L.A.; CARMO, D.F.; SILVA, F.C.; PAIVA, W.M.L. Análise dos principais parâmetros que influenciam a compostagem de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 3, 2020.

SOUZA, P. M.; SOUZA, T.G.; PANATIERI, R.B.; KIKUTI, E. Compostagem: uma proposta ambiental para diminuição do lixo doméstico. **Revista Em Extensão**, v. 19, n. 2, p. 87-100, 2020.

SOARES, V.B.; SILVA, J.A.F. Resíduos orgânicos no Brasil: métodos de compostagem para pequenas comunidades rurais. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, p. 156-195, 2021.

SOUSA, T.P. **Tratamento de lodo de esgoto por compostagem: uso agrícola do composto e a redução da emissão de gases do efeito estufa**. 118 f. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

SOUZA, L.O.; GAI, V.F. Cama de aviário, compostagem de frango e ureia, na produtividade da cultura do milho. **Revista Cultivando o Saber**, v.16, p. 218-227, 2023.

SOUZA, L.M.B.; LOPES, G.; ARAÚJO, J.B.S.; FAVARATO, L.F.; GUARÇONI, R.C. Desempenho agrônômico e avaliação econômica de composto orgânico que contém borra de café na adubação da cultura do milho. **Incap em Revista**, v. 13/14, p. 71-82. 2023.

TAN, K.H. *Humic Matter in Soil and the Environment: Principles and Controversies*. Boca Raton: CRC Press, 2014.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.; MORSELLI, T.B.G.A. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 224, p. 59-85, 17, 2008.

VAVILIN, V.; FENANDEZ, B.; PALATSI, J.; FLOTATS, X. Hydrolysis kinetics in anaerobic degradation of particulate organic material: An overview. **Waste Management**, v. 28, n. 6, p. 939–951, 2008.

VOGTMANN, H.; MATHIES, K.; KEHRES, B.; MEIER-PLOEGER, A. Enhanced Food Quality: Effects of Composts on the Quality of Plant Foods. **Compost Science & Utilization**, v. 1, n. 1, p. 82–100, 1993.

WU, J.; ZHAO, Y.; QI, H.; ZHAO, X.; YANG, T.; DU, Y.; ZHANG, H. Identifying the key factors that affect the formation of humic substance during different materials composting. **Bioresource Technology**, v. 244, p. 1193–1196, 2017.

ZHAO, Z.; ZHANG, Z.; LI, F.; GAO, S.; ZHANG, J. Effect of compost and inorganic fertilizer on organic carbon and activities of carbon cycle enzymes in aggregates of an intensively cultivated Vertisol. **Plos One**, v. 15, n. 3, 2020.

ZERSSA, G.W.; KIM, D.G.; KOAL, P.; EICHLER-LOBERMANN, B.N. Combination of compost and mineral fertilizers as an option for enhancing maize (*Zea mays* L.) yields and mitigating greenhouse gas emissions from a Nitisol in Ethiopia. **Agronomy**, v. 11, n. 11, p. 1-21, 2021.