V JORNADA CIENTÍFICA DE
ENGENHARIA ARQUITETURA E TECNOLOGIA
MOVIDOS POR CONHECIMENTO
Prazo de submissão: 10/11/2025
26 e 27 de novembro
ir.unis.edu.br/jeatec2025
Fepesmig 60 anos | Grupo UNIS

Compostagem de resíduos orgânicos em garrafas Pet com diferentes relações de carbono e nitrogênio

Composting organic residues in PET bottles with different carbon and nitrogen ratios

João Paulo Veiga Ávila[1], Lucas Baroni Rosendo[2], José Rodrigo dos Santos Júnior[3], Mateus Marcolino Justiniano[4], Davi Meneguci Adami[5], Denner Washington de Araújo Torres[6], Guilherme Gonçalves Coelho[7], Paula Rachel Rabelo Correa Basilio[8]

[1]Grupo UNIS, Varginha, Minas Gerais, joao.avila3@alunos.unis.edu.br

[2]Grupo UNIS, Varginha, Minas Gerais, lucas.rosendo@alunos.unis.edu.br

[3]Grupo UNIS, Varginha, Minas Gerais, jose.junior10@alunos.unis.edu.br

[4]Grupo UNIS, Varginha, Minas Gerais, mateus.justiniano@alunos.unis.edu.br

[5]Grupo UNIS, Varginha, Minas Gerais, davi.adami@alunos.unis.edu.br

[6]Grupo UNIS, Varginha, Minas Gerais, denner.torres@alunos.unis.edu.br

[7]Grupo UNIS, Varginha, Minas Gerais, guilherme.coelho@alunos.unis.edu.br

[8]Grupo UNIS, Varginha, Minas Gerais, paula.basilio@professor.unis.edu.br

Resumo

Visando o aprimoramento da gestão de resíduos urbanos e rurais, o presente trabalho desenvolveu composteiras em pequena escala, biorreatores, a fim de complexar os materiais usados e transforma-los em compostos orgânicos com utilidade agrícola. Partindo do princípio dos microorganismos decompositores, onde havendo uma fonte de nitrogênio (N) como substrato a reação acontece deslocando o balanço para uma concentração maior de carbono (C). Usando materiais do meio rural e urbano, foram criados quatro biorreatores de decomposição com diferentes proporções e avaliadas por 2 meses, onde foi verificado uma maior atividade microbiana na compostagem com relação C:N de 30:1.

Palavras-chave: Aeróbica, relação C:N, biorreator.

Abstract

Aiming to improve the management of urban and rural waste, the present work developed small-scale, bioreactor composters to complex the used materials and transform them into organic compounds with agricultural utility. Starting from the principle of decomposing microorganisms, where there is a nitrogen (N) source as a substrate, the reaction occurs by shifting the balance to a higher carbon (C) concentration. Using materials from rural and urban areas, four decomposition bioreactors with different proportions were created and evaluated over 2 months, where greater microbial activity was observed in the composter with a C:N ratio of 30:1.
Keywords: Aerobic process, C:N ratio, bioreactor**.**

1. Introdução

Um solo agricultável é rico em microorganismos, parte desses tem função decompositora e recicladora dos nutrientes essenciais à vida. Os fungos e bactérias presentes no solo também estão presentes nos resíduos que são descartados tanto no meio rural quanto urbano. As reações desses organismos podem ser aeróbias, produzindo gás carbônico (CO2) e água ou anaeróbicas, produzindo ácidos e o biogás.

Todos compostos naturais podem ser biodegradados, em condições ideais (Malajovich, 2017), e o principal desafio hoje, é o bom manejo do resíduo. Portanto, para conseguir um manejo esses resíduos precisam ser divididos em materiais ricos em nitrogênio e materiais ricos em carbono e a proporção dessa relação determinará a velocidade final da reação. Os fungos que são altamente eficientes na mineralização de nutrientes quando estão em condições ótimas, fazem a biodigestão dos resíduos consumindo N e produzindo energia (Kiehl, 2002). O calor eliminado dessa reação elimina a maioria dos microrganismos indesejáveis e acelera a decomposição. Esse processo, quando controlado, tem como objetivo estabilizar a relação C:N do composto, além de permitir a formação de quelatos orgânicos. A formação desses quelatos orgânicos vai induzir a perda do potencial de biodegradação desses compostos para que sejam usados como fertilizantes.

Assim, compreender e controlar a relação C:N dos materiais utilizados na compostagem é essencial para otimizar o processo, reduzir odores, acelerar a decomposição e produzir um composto estável e eficiente para uso agrícola. Desse modo, o estudo da compostagem com diferentes proporções de carbono e nitrogênio torna-se relevante tanto para a gestão sustentável de resíduos quanto para a melhoria da qualidade do solo. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar compostos com diferentes relações C:N para servir como referência na montagem de protocolos para compostagem rural e montagens educativas.

2. Revisão de literatura

2.1 O que é compostagem

A compostagem é essencialmente um processo de oxidação biológica no qual os microrganismos são os agentes ativos responsáveis pela degradação e humificação da matéria orgânica (Araujo et al., 2020). A comunidade microbiana, composta principalmente por bactérias, fungos e actinomicetos, é a principal responsável pela elevação da temperatura na fase termofílica e pela subsequente produção do composto orgânico maduro (Araujo et al., 2020).

2.2 Relação C:N

A atividade metabólica e, consequentemente, a taxa de decomposição, são diretamente controladas pela Relação Carbono/Nitrogênio (C/N) da mistura inicial. A Relação C/N ideal para a proliferação microbiana eficiente situa-se na faixa de 25:1 a 35:1 (EMBRAPA, 1995). Quando a Relação C/N é muito baixa, menor que 20:1, pode ocorrer a perda de nitrogênio por volatilização (amônia), ao passo que uma relação muito alta, maior que 60:1, limita o crescimento microbiano devido à escassez relativa de N, prolongando a duração da compostagem para até 90 a 120 dias (Teixeira, 2002). O estudo da quantificação microbiana permitirá correlacionar o número e o tipo de microrganismos com as condições de C/N estabelecidas.

A adição de húmus na mistura tem a função estratégica de atuar como inoculante biológico, fornecendo uma população microbiana inicial e diversificada que acelera a fase de latência e o início da decomposição (Oliveira; Fernandes, 2018). A borra de café, com C/N próximo a 25:1, contribui como fonte de nitrogênio e matéria orgânica, enquanto o sabugo de milho fornece a estrutura de carbono, garantindo a porosidade e a aeração essenciais para a manutenção do processo aeróbio e o desenvolvimento da comunidade microbiana (EMBRAPA, 1995). Em relação ao esterco bovino, apresenta relação C/N geralmente entre 20:1 e 25:1, o que o caracteriza como uma fonte equilibrada de nitrogênio e excelente material para misturas em compostagem, auxiliando na manutenção da atividade microbiana e na estabilidade do processo (Pretere, 2021).

3. Materiais e métodos

O experimento foi conduzido na laboratório multiuso da Agronomia do Grupo UNIS. Para sua realização foi necessário a montagem de biorreatores caseiros (garrafas Pets) no laboratório.

Para a montagem dos biorreatores foi construído uma coluna com auxílio de garrafas PETs e os seguintes materiais: Gazes, fita isolante, termômetro, faca e tesouras para cortar plástico.

A ventilação dentro dos biorreatores foi mantida por alguns furos cobertos com gases estéreis presas com fitas adesivas, de maneira a evitar a entrada de insetos. Um termômetro inserido na parte interna central do biorreator, permitiu verificar as mudanças de temperatura internas e externas.

O experimento consistiu na montagem de quatro unidades de compostagem distintas (biorreatores 1, 2, 3 e 4), cada uma representando um tratamento com uma proporção C:N específica. Cada biorreator foi tratada como uma unidade experimental independente para comparar a atividade microbiana e a eficiência da decomposição. Não foram realizadas repetições para cada tratamento em virtude da natureza exploratória do estudo, sendo este um ponto a ser considerado em futuras investigações. Os biorreatores foram mantidas em um ambiente com condições de luz e temperatura ambiente monitorados, buscando minimizar as variações externas não relacionadas aos tratamentos.

Antes da montagem dos biorreatores, os resíduos foram previamente selecionados e, quando necessário, triturados para uniformizar a granulometria e facilitar o acesso microbiano. Além disso, para conseguir a proporção correta todos os resíduos foram pesados em balança de precisão, homogenizados mantendo a proporção desejada para cada biorreator. A umidade inicial dos resíduos foi ajustada dentro dos biorreatores para aproximadamente 60%, uma condição considerada ótima para a atividade microbiana na compostagem.

Os materiais orgânicos utilizados no experimento foram provenientes de fontes rurais e urbanas (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos e materiais utilizados. Varginha-MG, 2025.

Tratamento	C:N	Materiais utilizados
Coluna 1	14:1	Borra de café, esterco de galinha e esterco de cavalo
Coluna 2	30:1	Erva mate seca, palha de café, borra de café, esterco de galinha, esterco de cavalo, torta de mamona
Coluna 3	30:1	Sabugo de milho, borra de café, húmus de minhoca
Coluna 4	60:1	Papelão, borra de café, húmus de minhoca e esterco bovino

Embrapa agroecologia, 2011.

4. Resultados e discussão

Os resultados demonstraram uma clara distinção na dinâmica de decomposição entre as unidades de compostagem. No biorreator 1 (C:N 14:1) e 2 (C:N 30:1), os resíduos orgânicos foram previamente triturados, enquanto nas biorreatores 3 (C:N 30:1) e 4 (C:N 60:1), os materiais foram mantidos com sua granulometria original. A trituração dos resíduos aumentou significativamente a área de superfície disponível para a colonização e ação dos microrganismos decompositores, conforme amplamente reconhecido na literatura sobre compostagem (Kiehl, 2002).

Na figura 1 são demontradas fotos tiradas dos biorreatores com diferentes proporções C/N. O resultados ilustrou pedagogicamente que quanto maior foi a relação do Carbono em relação ao Nitrogênio mais lenta aconteceu a biodegradação.

Figura 1 Resultados da compostagem nos biorreatores caseiros com diferentes proporções de Carbono/nitrogênio no laboratório multiuso da agronomia. Varginha-MG, 2025.

Esquerda 14:1, direita 30:1

Esquerda 60:1, direita 30:1.

A maior superfície de contato resultou em uma proliferação microbiana mais intensa nos biorreatores 1 e 2. Embora a proliferação bacteriana seja um indicativo de atividade decompositora, a rápida taxa de consumo de oxigênio por essa biomassa microbiana, em conjunto com a estrutura compactada dos resíduos triturados, levou ao esgotamento rápido do oxigênio disponível. Consequentemente, as condições internas desses

biorreatores tornaram-se predominantemente anaeróbias, resultando na detecção de "mal-cheiro" e na necessidade de aeração frequente, especialmente os biorreatores 1 e 2. O mal-cheiro foi um forte indicador de que o processo aeróbio foi comprometido, dando lugar à decomposição anaeróbia, que produziu compostos voláteis como sulfeto de hidrogênio e amônia, além de metano (Oliveira et.al., 2004). A aeração manual realizada nos biorreatores 1 e 2 confirmou a necessidade de intervenção para restabelecer as condições aeróbias e mitigar os odores indesejáveis.

Em contraste, os biorreatores 3 e 4, que continham materiais não triturados, apresentaram uma "reação mais lenta". A maior granulometria dos resíduos implicou em menor área de superfície por volume, limitando o acesso microbiano e, consequentemente, retardando o início e a velocidade da decomposição. No entanto, essa menor taxa de decomposição inicial pode ter contribuído para uma aeração mais intensa, reduzindo a chance de condições anaeróbicas severas e, implicitamente, a ocorrência de mal-cheiro e a necessidade de aeração forçada.

O monitoramento da temperatura revelou que os biorreatores 1 e 2 registraram variações entre 24 °C e 28 °C, enquanto os biorreatores 3 e 4 mantiveram temperaturas entre 24 °C e 26 °C. Essas faixas de temperatura são características da fase mesofílica da compostagem. A ausência de temperaturas elevadas, típicas da fase termofílica (geralmente entre 50 °C e 70 °C), pode ser atribuída à escala reduzida das unidades experimentais (microcomposteiras) e à consequente baixa massa de material, o que dificultou a retenção de calor gerado pela atividade microbiana. Em sistemas de compostagem maiores, a fase termofílica é crucial para a sanitização do composto, eliminando patôgenos e sementes de plantas daninhas.

A ligeira elevação da temperatura nos biorreatores Colunas 1 e 2 (até 28 °C), em comparação com os biorreatores 3 e 4 (até 26 °C), pode ser correlacionada à maior atividade microbiana resultante da trituração dos resíduos. Mesmo que não tenham atingido a fase termofílica, a intensidade da decomposição nas colunas com materiais triturados foi suficiente para gerar mais calor, refletindo uma taxa metabólica mais acelerada.

A relação C:N, conforme discutido no referencial teórico, é um fator determinante na velocidade e qualidade da compostagem. O biorreator 1 (14:1) apresentou uma relação C:N abaixo do ideal (25:1 a 30:1), indicando um excesso de nitrogênio. Em combinação com a trituração e a possível falta de aeração, esse excesso de nitrogênio foi propenso à volatilização na forma de amônia (NH3), contribuindo para o mau odor observado. O

biorreator 2 (30:1) possuía uma relação C:N considerada ótima para a atividade microbiana (Kiehl, 2002). No entanto, o rápido consumo de oxigênio devido à trituração e à intensa atividade microbiana pode ter levado a nichos de anaeróbiose e provocou os odores, apesar da relação C:N favorável.

O biorreator 4 (60:1), com uma alta relação C:N e materiais não triturados, exibiu a reação mais lenta, conforme esperado. Um excesso de carbono em relação ao nitrogênio limitou o crescimento microbiano, resultando em um processo de decomposição prolongado. A falta de trituração exacerbou essa lentidão, reforçando a interdependência entre os fatores químicos (C:N) e físicos (granulometria, aeração) do processo de compostagem (Teixeira, 2002).

Em síntese, os resultados sugerem que a trituração dos resíduos, embora acelere a fase inicial da decomposição, exige um manejo mais rigoroso da aeração para evitar condições anaeróbias e a geração de odores. Biorreatores com granulometria maior apresentaram um processo mais lento, mas potencialmente mais estável em termos de aeração passiva. A manutenção de uma relação C:N ótima, como no biorreator 2 (30:1), mostrou potencial para alta atividade microbiana, mas sublinha a importância de um sistema de aeração eficiente para sustentar essa atividade em condições aeróbias. A pequena escala do experimento limitou a elevação das temperaturas à fase termofílica, o que é um fator a ser considerado na interpretação da qualidade final do composto para aplicações agrícolas que exigem sanitização.

5. Conclusão

Apos avaliação do experimento ficou claro que quanto menor a relação C:N, mais rápido a reação de decomposição acontece.

6. Referências

ARAUJO, E. C. G.; SANTOS, A. C. L.; OLIVEIRA, F. S.; NASCIMENTO, J. P. **Compostagem: guia prático de revisão e produção.** [S. l.]: Uniedusul Editora, 2020.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S.; VIEGAS, I. de J. M. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Compostos orgânicos.** OLIVEIRA, A. M. G.; DANTAS, J. L. L. Brasília, 1995.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 3. ed. Piracicaba: E. J. Kiehl, 2002. 171 p.

LEAL, M. A. de A.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. dos G.; SANTOS, S. da S. **Processo de compostagem a partir da mistura entre capim-elefante e crotalária**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2011. 23 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 77).

LEAL, M. A. de A. Planilha: **cálculo da compostagem**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia; Embrapa.

OLIVEIRA, F. N. S. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. / - Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 17 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 89). ISNN 1677-1915.

TEIXEIRA, R.F.F. Compostagem. In: HAMMES, V.S. (Org.) **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, v.5, p.120-123.