

7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.7.24.IV-025>

David Brito Negrisoni*, Thiago Edwiges, Marcia Bartolomeu Agostini, Cristhiane Rhode e Larissa Maria Silveira Pereira

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus medianeira davidnegrisoni@alunos.utfpr.edu.br

RESUMO

Nas últimas décadas o volume de resíduos sólidos urbanos (RSU) cresceu mais que a taxa de crescimento populacional e a composição destes resíduos é majoritariamente orgânica. A compostagem é uma alternativa eficiente à destinação final adequada dos RSU, visto que transforma a matéria orgânica em composto natural que pode ser reaproveitado na agricultura ou em recuperação degradadas. Este trabalho objetivou a montagem de uma leira de compostagem de aproximadamente 1 m³ com resíduos alimentares, dejetos bovinos, aparas de grama e galharia. Análises de temperatura, onde a ambiente e a do centro da leira começaram distintas e ao final do processo se encontraram, umidade, pH, condutividade elétrica (CE), onde ao longo das análises manteve-se na faixa ideal para o processo de compostagem, isto é, indo de 0,95 mS/cm no começo do processo até cerca de 1,70 mS/cm ao final, teor de matéria orgânica (SV) que foi reduzindo devido a atividade biológica presente na leira, teor de matéria mineral (SF), teor de nitrogênio orgânico e amoniacal (NTK), carbono orgânico total (COT) e a relação C/N começando de 20,6 terminando em 14,4, assim, claramente indicando maturação. O processo de compostagem mostrou-se eficiente para a redução da relação C/N, concentração do nitrogênio e dos micronutrientes minerais medidos indiretamente pela CE, agregando valor ao composto final produzido.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem, Sustentabilidade, Reaproveitamento de resíduos, Recuperação de nutrientes.

ABSTRACT

In recent decades, the volume of municipal solid waste (MSW) has grown more than the population growth rate, and the composition of this waste is predominantly organic. Composting is an efficient alternative for the proper final disposal of MSW, as it transforms organic matter into natural compost that can be reused in agriculture or for land restoration. This study aimed to set up a composting heap of approximately 1 m³ with food waste, bovine manure, grass clippings, and branches. Temperature analysis, where the ambient and center of the heap temperatures started differently and converged at the end of the process, humidity, pH, electrical conductivity (CE), which remained within the ideal range for the composting process, ranging from 0.95 mS/cm at the beginning of the process to about 1.70 mS/cm at the end, organic matter content (SV), which decreased due to biological activity in the heap, mineral matter content (SF), organic and ammoniacal nitrogen content (NTK), total organic carbon (COT), and the C/N ratio, starting at 20.6 and ending at 14.4, clearly indicating maturation. The composting process proved to be efficient in reducing the C/N ratio, nitrogen concentration, and mineral micronutrients indirectly measured by CE, adding value to the final compost produced.

KEY WORDS: Composting, Sustainability, Waste reuse, Nutrient recovery.

INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), com a lei 12.305/2010, definiu que a destinação final ambientalmente adequada compreende a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes (Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2022). No Brasil, é visível o aumento da geração de resíduos sólidos e a preocupação gerada em torno disso. A compostagem surge como uma alternativa eficiente e ecologicamente viável para a destinação final adequada dos resíduos sólidos, isso se dá ao fato de que o teor de matéria orgânica dos RSU gerados no Brasil é de 50% (Ministério do Meio Ambiente, 2019). Através desse processo, a matéria orgânica presente no resíduo é transformada em adubo natural, que pode ser reaproveitado na agricultura, em jardins e plantas, substituindo a necessidade de utilizar produtos químicos prejudiciais ao meio ambiente (Araújo *et. al.*, 2015). O Oeste do Paraná se trata de uma região forte em produção agropecuária, o que gera grande quantidade de dejetos animais, produzindo adubo orgânico a partir da

compostagem e reduzindo o impacto ambiental desses dejetos. Apesar dos desafios existentes, através da compostagem, pode-se reduzir o impacto ambiental gerado pela disposição final resíduos sólidos em aterros, corpos hídricos e em perímetro urbano.

OBJETIVO

Avaliar a eficiência da compostagem como uma alternativa de tratamento de resíduos orgânicos com o uso de dejetos bovino, podas de grama, resíduos alimentares e galharia para aeração, visando de reduzir a geração de resíduos sólidos através de um processo de baixo custo, evitando a disposição dos resíduos alimentares em aterros sanitários e gerando um substrato com potencial de uso como fertilizante natural.

METODOLOGIA

Para a compostagem foram utilizadas quatro fontes de resíduos, sendo elas resíduos alimentares, dejetos bovinos, aparas de grama e galharia. Os Resíduos alimentares (RA) foram coletados durante uma semana no Restaurante Universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), em Medianeira/PR. Os resíduos eram formados em sua maior parte por verduras e legumes, como alface, cenoura e beterraba. O DB foi coletado em uma propriedade rural de produção leiteira, em Medianeira/PR. As aparas de grama (AP) foram coletadas na UTFPR, em Medianeira/PR. A galharia (GA) já estava disponível no pátio de compostagem da Universidade, por conta de pesquisas anteriores (Figura 1).



Figura 1: Dejetos bovinos (a), aparas de grama (b) e resíduos alimentares (c). Fonte: Autoria própria (2023)

Para a caracterização dos resíduos foram determinadas as análises de pH, condutividade elétrica (CE), sólidos totais (ST) e voláteis (SV), nitrogênio total Kjeldahl (NTK) e carbono orgânico total (COT) (APHA, 2005). A leira (Figura 2) foi montada no pátio de compostagem da UTFPR sendo coberto em piso impermeável e com o uso de uma lona plástica para a montagem. A leira foi montada em camadas com os resíduos para buscar um equilíbrio das relações necessárias, iniciando com grama, depois dejetos bovinos e por fim resíduo vegetal, repetindo essa ordem de camadas até acabar os resíduos, enquanto a galharia foi distribuída em todas as camadas.

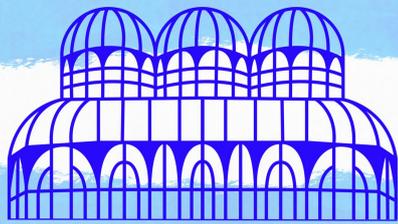


Figura 2: Leira. Fonte: Autorial Própria (2023)

RESULTADOS

A temperatura da leira no início do processo foi de 31 °C, atingindo o máximo de 36 °C após 3 dias. A temperatura ideal para o processo de compostagem é de 60 a 70°C (Vilela *et. al.*, 2015) para acelerar o processo de degradação aeróbia. Esperava-se que pelo menos 2 semanas após a montagem da leira, que ela atingisse a fase termofílica (50 – 70 °C), o que não aconteceu por diversos fatores, dentre eles, a leira ter sido montada no período de inverno e também pelo volume insuficiente, que por sua vez impediu a retenção do calor gerado dentro da leira. Ao final do processo de compostagem, a temperatura ambiente e do centro da leira se encontraram, indicando fim da atividade biológica (Figura 3).

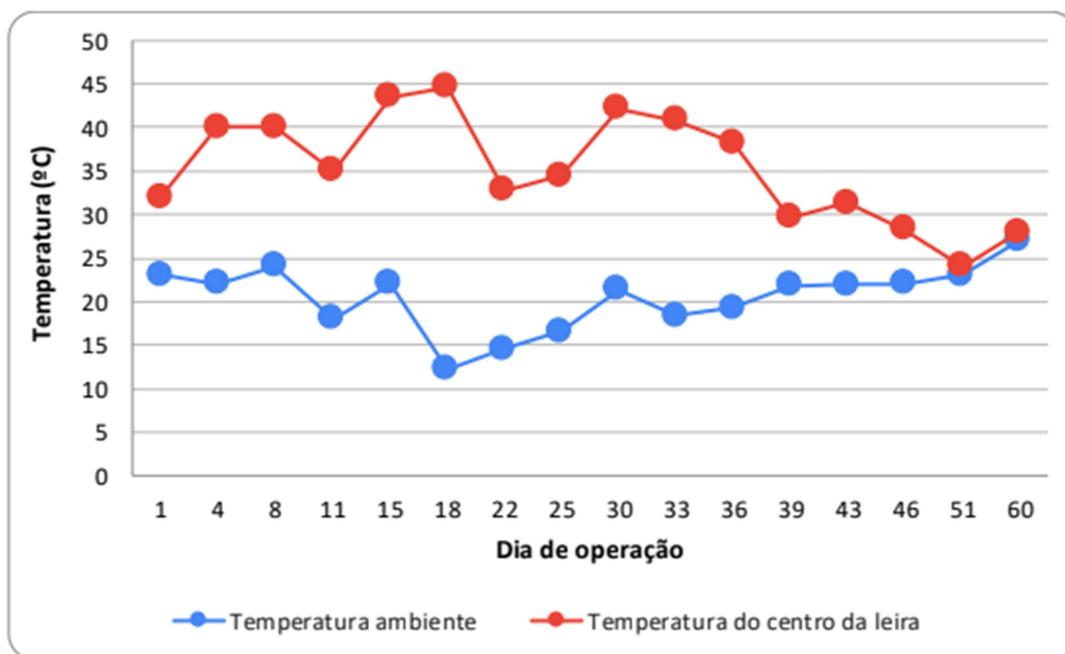
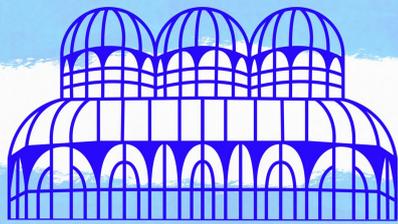


Figura 3: Temperatura como indicador de maturação e fim de atividade biológica. Fonte: Autorial própria (2023)

No início do processo de compostagem o pH foi de 7,7, atingindo um pico de 9,3 após 9 dias de operação (Figura 4). O aumento do pH no início do processo pode ter se dado pelo rápido consumo de ácidos orgânicos de fácil degradação proveniente, majoritariamente, dos resíduos alimentares. Os valores de pH reduziram posteriormente, mantendo-se dentro de uma faixa de 7,5 a 8,5, indicando adequada atividade biológica. De acordo com Costa *et. al.* (2015), a matéria orgânica com pH variável entre 3 e 11 pode ser compostada. No entanto, valores próximos a neutralidade como 5,5 a 8,0 são considerados ideais.



7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

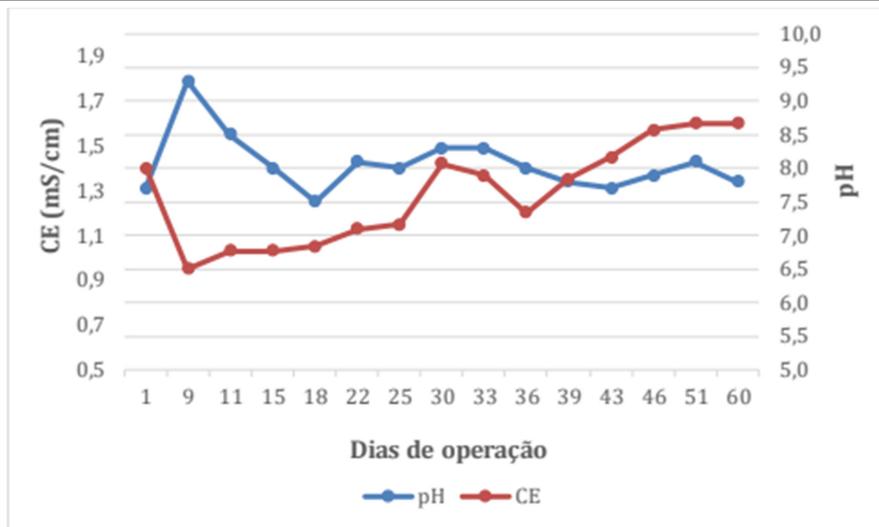


Figura 4: Leitura de pH e CE ao longo dos 60 dias do processo de compostagem. Fonte: Autoria própria (2023)

Conforme a temperatura aumentou e as atividades biológicas aconteceram, a matéria orgânica foi transformada em CO₂ de umidade em função de atividades de biodegradação durante o processo de compostagem. Esta evolução está em concordância com o fato de ocorrer a mineralização de nutrientes, explicando a queda de pH no mesmo período do aumento de CE (Mendonça, 2017). Os ST representam a parte seca das amostras, ou seja, o que resta da matéria após a evaporação da água sob as condições usadas para tal, e são divididos em duas categorias: SV (matéria orgânica) e SF (matéria mineral). No início do processo de compostagem, a umidade era de 82% (Quadro 1), mas como a temperatura da leira foi subindo progressivamente, a água também foi evaporando e assim reduzindo a umidade, chegando a 70% de umidade no 57º dia.

Quadro 1. Dados de monitoramento da compostagem. Fonte: Autorial própria (2023)

Dia	ST (%)	Umidade (%)	SF (%)	SV (%)	NTK (%ST)	COT	C/N
4	17,9±1,4	82,1	21,9±1,4	78,1±1,4	2,11±0,1	43,4	20,6
18	22,5±0,4	77,5	25,3±1,5	74,7±1,5	2,03±0,1	41,5	20,4
25	25,9±1,1	74,1	26,8±0,3	73,2±0,3	2,31±0,0	40,7	17,6
33	29,0±0,7	71,0	27,8±1,4	72,2±1,4	2,54±0,0	40,1	15,8
39	22,9±1,7	77,1	32,0±2,4	68,0±2,4	2,44±0,0	37,8	15,5
43	24,3±1,1	75,7	32,8±1,1	67,2±1,1	2,50±0,1	37,3	14,9
50	26,9±0,1	73,1	32,4±0,1	67,6±0,1	2,46±0,1	37,6	15,3
57	29,9±1,5	70,1	33,6±0,8	66,4±0,8	2,56±0,1	36,9	14,4

ST: sólidos totais; SF: sólidos fixos; SV: sólidos voláteis; NTK: nitrogênio total Kjeldahl; COT: carbono orgânico total; C/N: carbono/nitrogênio. Fonte: APHA (2005).

Um requisito importante para que os tratamentos de resíduos orgânicos sejam usados como fertilizantes é o seu alto grau de maturidade, um indicativo que vem sendo usado para esta finalidade é a fitotoxicidade (Ripp et. al., 2016). Foi realizado um estudo para saber se o digestato do composto afetaria de maneira prejudicial outras plantas (fitotóxico) ou de maneira benéfica (fitoestimulante), a planta escolhida para a análise foi a alface (*Lactuca sativa*). A porcentagem de germinação em relação ao controle apresentou maiores resultados nas diluições (digestato/água) 20/80 e 10/90, ambas alcançando 112%. Em relação ao índice de germinação, essas mesmas diluições tiveram resultados elevados (Figura 5), onde a diluição 20/80 teve o índice de 137,6 enquanto o de 10/90 foi de 129,3.

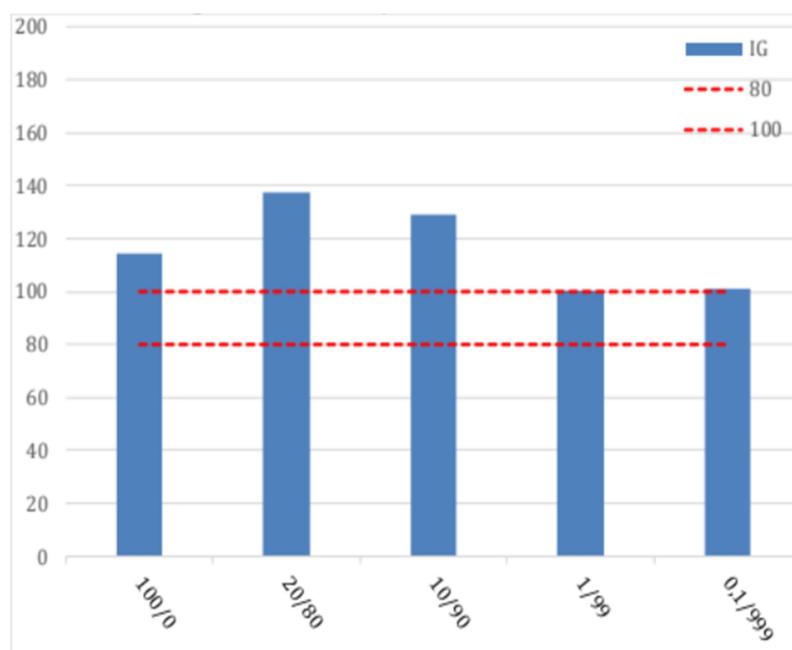
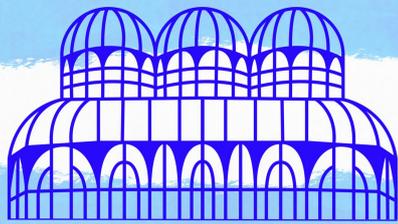


Figura 5: Teste de potencial fitoestimulante. Fonte: Belo (2011)



7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

CONCLUSÕES

O processo de compostagem mostrou-se eficiente para a redução da relação C/N, concentração do nitrogênio e dos micronutrientes minerais medidos indiretamente pela CE, agregando valor ao composto final produzido. As desvantagens de operação de uma leira estão principalmente na obrigatoriedade de monitoramento e operação constantes para a análise e o revolvimento. Também há desvantagens e vantagens situacionais, como por exemplo a estação do ano que se está realizando o processo, visto que no verão é mais fácil de atingir a fase termofílica, enquanto no inverno é mais difícil de se atingir a temperatura desejada. No entanto, o baixo custo operacional do processo de compostagem é vantajoso para reduzir a quantidade de resíduos enviados aos aterros sanitários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st ed. Washington: American Water Works Association, 2005.
2. ARAÚJO, A., ALMEIDA, F., BASSO L. **Compostagem dos resíduos dos restaurantes universitários e dos resíduos de poda na Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira**, 2015. Disponível em: http://pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=14290. Acesso em: 29 jan. 2024
3. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Programa Nacional Lixão Zero**. Coordenação geral de Sabrina Andrade dos Santos Lima. Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos, Coordenação-Geral de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos. Brasília, DF. MMA, 2019. Acesso em: 03 ago. 2024
4. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares**. Coordenação de André Luiz Felisberto França. Carlos Roberto Vieira da Silva Filho, Brasília, DF. MMA, 2022. Disponível em: <https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2024.
5. COSTA, A., XIMENES, T., XIMENES, A., BELTRAME, L. O processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos. **GEAMA**, v. 1, n. 2, p. 246-260, 2015.
6. MENDONÇA, Luiz Felipe Pinto. **Aditivos biológicos na compostagem de resíduos para produção de mudas de alface**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19425/3/AditivosBiologicosCompostagem.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2024.
7. RIPP, P. G., GUSMÃO A. P. **Utilização de compostos orgânicos para produção de mudas**, 2016. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12598/1/utilizaçãocompostorgânicoproduçãomudas.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2024.
8. VILELA, D. M.; PIESANTI, J. L. Gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos da UFGD por meio da compostagem. **Rev. Ciência. Ext.** v.11, n.3, p.28-39, 2015.