



Compostagem como alternativa de tratamento de resíduos orgânicos Composting as an alternative for organic waste treatment

David Brito Negrisoli¹, Juliane Donel Pletsch², Thiago Edwiges³, Marcia Bartolomeu Agostini⁴, Cristhiane Rhode⁵

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: Sustentabilidade. Reaproveitamento de resíduos. Recuperação de nutrientes. Circularidade dos resíduos orgânicos.

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.

KEYWORDS: Sustainability. Reuse of waste. Nutrient recovery. Circularity of organic waste.

¹ Discente voluntário pelo Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: davidnegrisoli@alunos.utfpr.edu.br ID Lattes: 1389607204375005

² Discente voluntária pelo Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: julianepletsch@alunos.utfpr.edu.br ID Lattes: 1320947891790826

³ Docente no Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: thiagoe@utfpr.edu.br ID Lattes: 7643832070860943

⁴ Docente no Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: marciaagustini@utfpr.edu.br ID Lattes: 2647557534582483

⁵ Docente no Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: cristhianerohde@utfpr.edu.br ID Lattes: 9394152590946639



INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), em seu art 3º, inciso VII, 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. Dito isso, a compostagem surge como uma alternativa eficiente e ecologicamente viável para a destinação final adequada dos resíduos sólidos. 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).

Nos substratos mais convencionais como os resíduos alimentares (RA) gerados nos centros urbanos pode haver uma carência de nutrientes como por exemplo o nitrogênio e também de agente estruturante para dar volume às leiras de compostagem. Assim, esta pesquisa teve como objetivo explorar e validar a compostagem como uma alternativa de tratamento sustentável e de baixo custo de RA, dejetos bovinos (DB), aparas de grama (AP) e galharia (GA) para a estruturação da leira, abordando suas vantagens e desvantagens.

METODOLOGIA

COLETA E CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS

Para a compostagem foram utilizadas quatro fontes de resíduos, sendo elas resíduos alimentares, dejetos bovinos, aparas de grama e galharia. Os 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 AP foram coletadas na UTFPR, em Medianeira/PR. A 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).



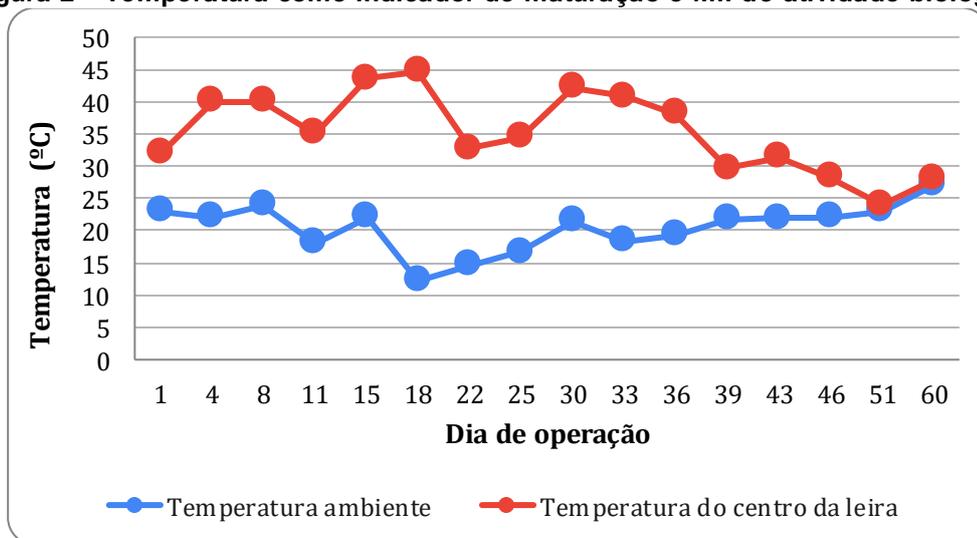
Para a caracterização dos resíduos foram determinadas as análises de pH, condutividade elétrica (CE), sólidos totais (ST) e voláteis (SV), nitrogênio total Kjeldahl (NTK) e carbono orgânico total (COT) (APHA, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS

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 para acelerar o processo de degradação aeróbia (Heck *et. al.*, 2013). 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 2).

Figura 2 – Temperatura como indicador de maturação e fim de atividade biológica



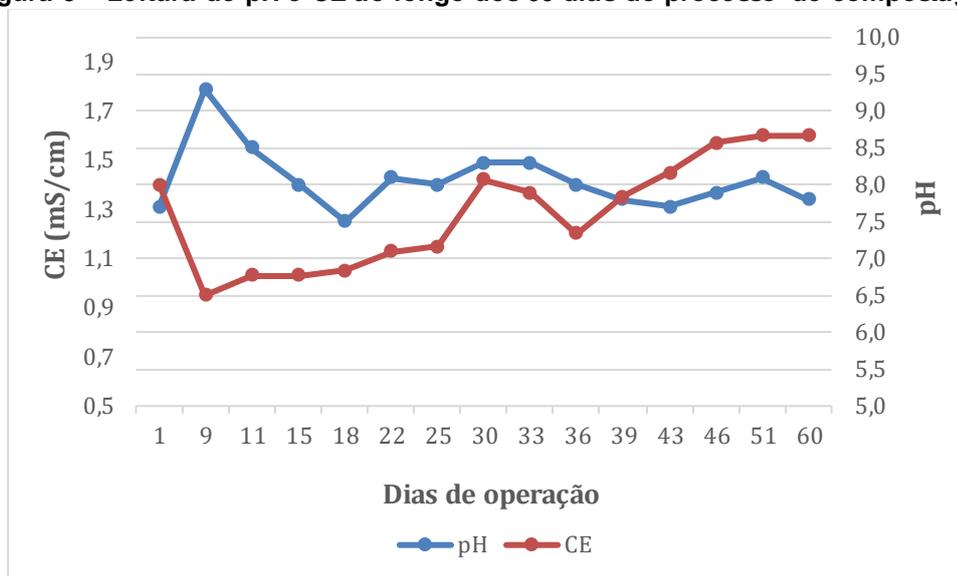
Fonte: Autoria própria (2023).

No início do processo de compostagem o pH foi de 7,7, atingindo um pico de 9,3 após 9 dias de operação (Quadro 2). 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.

Figura 3 – 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 (Marques, 2009). 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%, 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).

Quadro 3 – Dados de monitoramento da compostagem

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

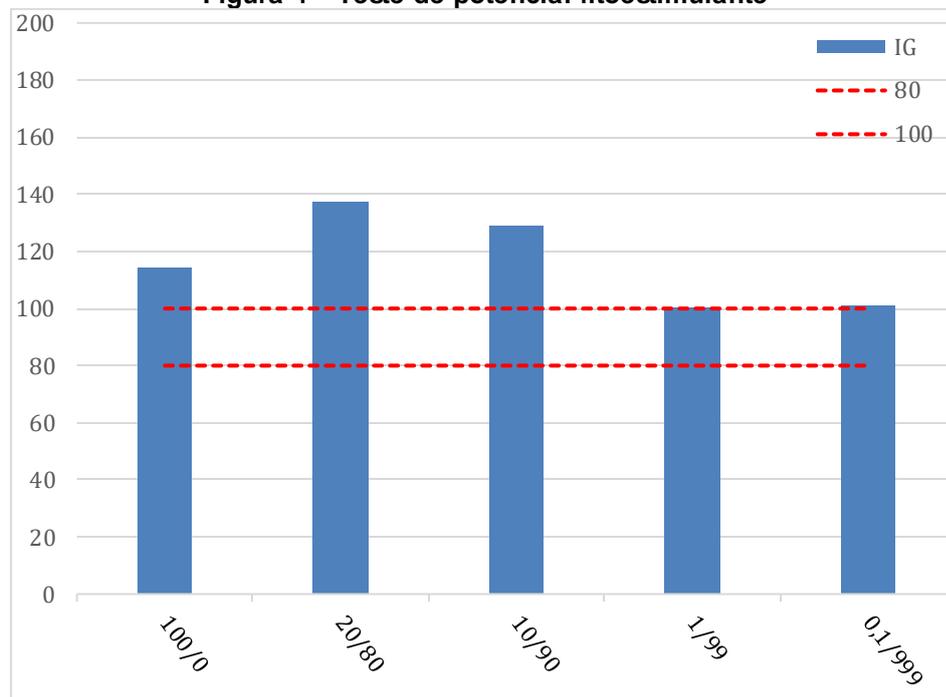
ST: sólidos totais; SF: sólidos fixos; SV: sólidos voláteis; NTK: nitrogênio total Kjeldahl; COT: carbono orgânico total; C/N: carbono/nitrogênio. Fonte: APHA (2005).



DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL FITOESTIMULANTE DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS GERADOS

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% (Figura 4). Em relação ao índice de germinação, essas mesmas diluições tiveram resultados elevados, onde a diluição 20/80 teve o índice de 137,6 enquanto o da de 10/90 foi de 129,3.

Figura 4 – Teste de potencial fitoestimulante



%G: porcentagem de germinação em relação ao controle; IG: índice de germinação. Fonte: Belo (2011).

Agradecimentos

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo incentivo para a realização da pesquisa, ao professor Thiago Edwiges, à professora Marcia Bartolomeu Agostini e à professora Cristiane Rhode.



SCSICITE
2023

XIII Seminário de Extensão e Inovação XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR

Ciência e Tecnologia na era da Inteligência Artificial: Desdobramentos no Ensino Pesquisa e Extensão
20 a 23 de novembro de 2023 - Campus Ponta Grossa, PR



Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st ed. Washington: American Water Works Association, 2005.

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: 15 jul. 2023.

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: 20 ago. 2023.

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.

HECK, K., MARCO, É., HAHN, A., KLUGE, M., SPILKI, F., SAND, S. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 54–59, 2013.

MARQUES, Douglas José. **Estresse mineral induzido por fertilizantes potássicos em plantas de berinjela (*Solanum melogena L.*) e seu efeito sobre parâmetros agrônômicos e metabólicos**. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/93488/marques_dj_me_botfca.pdf?sequence=1. Acesso em: 20 ago. 2023.

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: 1 ago. 2023.

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/utilizacaocompostorganicoproducaomudas.pdf>. Acesso em: 07 set. 2023.