

### III - 005 - COMPOSTAGEM COMUNITÁRIA DESCENTRALIZADA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS: EXPERIÊNCIA NO PROJETO “ARTE, HORTA & CIA”.

#### **Marcelle Azevêdo Rodrigues de Souza<sup>(1)</sup>**

Mestranda em Engenharia Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEA/UFRJ). Especialista em Gestão de Projetos Ambientais pelo Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ). Engenheira Ambiental e Sanitária pela Universidade Estácio de Sá - UNESA. Assistente em Agroecologia – Museu Bispo do Rosário Arte Contemporânea/RJ.

#### **Felipe Sombra dos Santos<sup>(2)</sup>**

Doutor em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ. Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais na área de Engenharia de Processos e Meio Ambiente pela PUC-Rio. Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Engenheiro Químico pela PUC-Rio. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Bioquímica da Escola de Química da UFRJ.

#### **Monica Pertel<sup>(3)</sup>**

Doutora em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos e Saneamento - COPPE (Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia) da UFRJ. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. Engenheira Ambiental pela Universidade Salgado de Oliveira, Graduada em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo - IFES e em Biologia (bacharelado e licenciatura) pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. Professora adjunta da Escola Politécnica da UFRJ.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Estr. Rodrigues Caldas, 3400 - Taquara, Rio de Janeiro - RJ, 22713-375 - Brasil - Tel: (21) 3432-2402 - e-mail: [marcellears.pea2022@poli.ufrj.br](mailto:marcellears.pea2022@poli.ufrj.br)

#### **RESUMO**

O presente trabalho analisou o desenvolvimento do processo de compostagem descentralizada comunitária. O experimento foi realizado no projeto “Arte, Horta & Cia”, na comunidade Colônia Juliano Moreira, Rio de Janeiro, durante os meses de outubro de 2022 a fevereiro de 2023. Foram coletados 193 kg de resíduos orgânicos durante o período do estudo. Houve o monitoramento do ponto de entrega voluntário – PEV, e a medição das variáveis temperatura e umidade, bem como o uso de diferentes tipos de materiais, para obtenção do produto final, que foi o composto curado, como palha, esterco de galinha e resíduos orgânicos domiciliares. A pilha de compostagem foi montada no terreno do projeto, aproveitando a estrutura de concreto existente no local, com tamanho aproximado de 3 m de comprimento x 2,8 m de largura x 1,6 m de altura. A avaliação do processo ocorreu durante 90 dias e, no final, foi obtido material com aspecto homogêneo, coloração marrom escura e com odor característico de terra. O composto curado será analisada em laboratório, para verificação dos teores de nutrientes presentes, a fim de utilizar o material obtido nas leiras de plantio presentes no local. A temperatura máxima atingida foi de 68,0 °C, o que estava dentro do esperado. Corroborou-se a necessidade de inserir a rega periódica na pilha de compostagem, com o propósito de manter a umidade necessária para promover a degradação completa do resíduo orgânico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compostagem Descentralizada, Resíduos Orgânicos, Composto Curado, Horta Comunitária.

#### **INTRODUÇÃO**

O crescimento econômico, a expansão urbana, a baixa eficácia dos sistemas de coleta e de tratamento são fatores preponderantes que levam à geração de uma grande quantidade de resíduos sólidos urbanos de alta complexidade e variedade (CHEN, ZHANG e YUAN, 2020).

Os sistemas de gestão de RSU atuais necessitam incorporar métodos e tecnologias sustentáveis, especialmente para o tratamento dos resíduos de natureza orgânica. A maior parte desses resíduos, como os restos de alimentos, o esterco animal e os resíduos agrícolas, são dispostos em aterros sanitários, e essa ação a longo

prazo, torna-se insustentável, devido à limitação do espaço de destinação para os RSU, e ainda assim, os possíveis impactos ambientais gerados pelo processo (SOOBHANY, 2018).

O processo de compostagem é uma técnica recomendada ao tratamento da matéria orgânica, que permite reduzir o quantitativo considerável, desse tipo de material nos aterros sanitários, podendo gerar grandes benefícios ambientais, auxiliar na minimização de custos envolvidos, e atuar de forma circular na cadeia de gestão com a recuperação de recursos (CERDA *et al.*, 2018; VAVERKOVÁ *et al.*, 2020).

Existem diversas maneiras de implementar um sistema de compostagem, podendo ser em pequena escala ou em escala industrial. O processo pode ser desenvolvido por leiras aeradas, leiras estáticas, reatores biológicos, vermicompostagem, sendo esses os mais utilizados. A escolha do método dependerá de vários fatores, como quantidade proporcional de matéria orgânica fonte de nitrogênio e carbono, controle de umidade, temperatura, pH e outros agentes como custo, emprego de mão de obra e necessidade de operacionalização (LEAL, 2006; SAYARA *et al.*, 2020).

A compostagem descentralizada comunitária, com tratamento dos resíduos em escala local ganha importância, conforme relatado por SIQUEIRA e ASSAD (2015), os quais concluíram que a atividade descentralizada se mostra positiva no tratamento adequado dos resíduos sólidos urbanos locais, possuindo como vantagem adicional, a educação ambiental e a sensibilização comunitária.

Dessa forma, esse trabalho propõe analisar o processo de compostagem comunitário descentralizado e, o monitoramento da inserção do composto gerado para adubação de leiras de plantio do projeto “Arte Horta & Cia”, no bairro Colônia Juliano Moreira, contribuindo assim para o fortalecimento da autogestão e da economia circular.

## OBJETIVOS

Construir um sistema de Compostagem de resíduos orgânicos comunitários com o posterior aproveitamento do composto em hortas no projeto “Arte, Horta & Cia”, na comunidade Colônia Juliano Moreira.

## METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia desenvolvida para o presente trabalho tem como metodologia pesquisa aplicada, quantitativa, de campo, bibliográfica e será dividido em quatro etapas, sendo elas:

**Etapa 1:** Instalação e monitoramento do ponto de entrega voluntário - PEV, para captar quantidade considerável de resíduos orgânicos da comunidade, para possibilitar a perpetuidade do processo, caracterizando os tipos de resíduos a serem compostados, através do uso de bombonas plásticas com capacidade de 200 litros com tampa rosqueada, para receber e armazenar os resíduos coletados.

**Etapa 2:** Sensibilização da comunidade acerca do projeto, do local de entrega e dos tipos de resíduos orgânicos a serem coletados. Montagem das pilhas de compostagem, utilizando folhas secas, palhas e serragem (fontes de carbono - C), contidas no próprio terreno do projeto, resíduos orgânicos coletados nos PEV, e esterco de galinha (fonte de nitrogênio - N). Os materiais serão misturados nas proporções de 30:1 (C:N), com umidade ótima entre 40% e 60%. O cálculo de partes para mistura ideal será feito a partir da densidade seca dos materiais, com auxílio da planilha “CompostCalc”, desenvolvida pela EMBRAPA Agrobiologia (LEAL, 2021). Ainda serão realizados o monitoramento e avaliação contínua do processo biológico de reciclagem da matéria orgânica, analisando temperatura e umidade, e a evolução dos dados obtidos, durante o período experimental.

**Etapa 3:** Análise físico-química do produto, de acordo com os parâmetros definidos para classificação dos fertilizantes orgânicos, com vistas à utilização segura na agricultura, conforme legislação vigente (CONAMA 498/2020), como quantitativo de macronutrientes (nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K)), relação C/N (Carbono/Nitrogênio), Umidade e CTC (capacidade de trocas catiônicas), conforme as metodologias contidas na Instrução Normativa nº 61 de 2020, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, bem como através das orientações contidas no “Manual de métodos de análise de solo” da EMBRAPA Solos (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

**Etapa 4:** Aplicação do composto orgânico, como produto final da compostagem, na horta comunitária de acordo com o tipo de cultura, baseado em estudos elaborados EMBRAPA Solos e Agrobiologia para aplicação na produção agrícola (INÁCIO e MILLER, 2009; AQUINO e ASSIS, 2012; FREIRE, 2013) e da legislação pertinente (CONAMA 498/2020).

## RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Através do desenvolvimento dessa pesquisa são esperados que alguns resultados sejam alcançados, como: obtenção de um produto final da compostagem, composto curado, com aspecto homogêneo, coloração escura, com parâmetros de acordo com os contidos na legislação vigente e nas especificações técnicas, sendo eles: relação C/N, umidade, pH.

A utilização do composto orgânico gerado dentro dos parâmetros ótimos nas leiras de plantio da horta, favorecendo o desenvolvimento de culturas de hortaliças e a produção de mudas. É esperado que o composto orgânico aumente gradualmente a capacidade de troca de cátions (CTC) no solo, reduza as perdas por lixiviação, aumente a estabilidade do pH, agregue as partículas, favorecendo a aeração, incremente a biodiversidade da microbiota e iniba o desenvolvimento de fitopatógenos.

É desejado que as práticas desenvolvidas sirvam de exemplo, para que os alunos do projeto reproduzam futuramente as técnicas de compostagem em suas casas, replicando o conhecimento adquirido, e abandonando as práticas de consumo exagerado.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O propósito precípua para implementação da compostagem no projeto está associado ao aproveitamento do composto gerado na adubação das leiras de plantio. Além disso, busca-se criar uma metodologia para aplicação do insumo. Com isso, a análise visa também contribuir com a amplitude da temática de compostagem comunitária descentralizada.

Após consulta inicial a bibliografia acerca do tema, foi feita a instalação do ponto de entrega voluntário - PEV em local adequado. As bombonas plásticas com capacidade de 200L foram dispostas em área próxima à entrada do terreno - Figura 1(a). Um cavalete foi exposto na calçada informando sobre o recebimento de resíduos orgânicos - Figura 1(b). Durante os meses analisados, de outubro de 2022 a fevereiro de 2023, foram coletados 193 kg de resíduos orgânicos.



Figura 1 (a) - Bombonas plásticas a serem dispostas para armazenamento dos resíduos orgânicos. (b) Divulgação do ponto de entrega voluntário - PEV. Fonte: Os autores, 2022.

Houve o treinamento dos alunos do projeto, de forma teórica e prática, para o correto manuseio das composteiras a serem implementadas. Foi destacada a necessidade da alocação dos resíduos nas bombonas tampadas, evitando a proliferação de insetos e vetores. Junto ao treinamento, no local de estudos foi instalada a pilha de compostagem abrangendo uma área de aproximadamente 20 m<sup>2</sup>, aproveitou-se três estruturas de concreto existentes no terreno, como é apresentado nas Figuras 2(a) e 2(b).



Figura 2(a) Vista aérea do terreno do projeto e local de instalação da composteira. (b) Estrutura de concreto disponível no terreno, espaço destinado a montagem da pilha de compostagem. Fonte: Os autores, 2022.

Para a montagem das pilhas, os alunos colocaram camadas de folhas secas, palha e serragem, compondo os estratos iniciais do processo. A partir disso, foram inseridos os resíduos orgânicos previamente triturados de forma mecânica e o esterco de galinha – Figura 2. O cálculo da proporção ótima foi feito a partir do uso da planilha “CompostCalc”, a qual determina uma proporção de 30:1 (C:N), podendo conter pequenas variações entre 25:1 e 35:1. As quantidades utilizadas de matérias-primas foram medidas com base na massa seca, o material foi colocado previamente em local coberto e seco no qual foi feita a pesagem. A tabela 1 apresenta os valores obtidos para inserção de cada matéria-prima após cálculo na ferramenta.



Figura 2 – Montagem dos estratos da pilha de compostagem. Fonte: Os autores, 2022.

Tabela 1 – Relação C:N de matérias-primas

Material	Proporção C	Proporção N	Proporção C:N	Fonte
Esterco de galinha	32.7	3.6	9.0	CompostCalc EMBRAPA
Serragem	48.2	0.3	160.7	CompostCalc EMBRAPA
Palha	40.2	0.7	57.4	CompostCalc EMBRAPA

Fonte: Os autores, 2023.

A compostagem resulta do processo de oxidação da matéria orgânica oriunda da ação de microrganismos. É dividida em três fases distintas, denominadas: fase inicial ou mesofílica, tendo como característica temperaturas próximas a 40°C; fase termofílica, sendo de intensa decomposição e altas temperaturas, atingindo até 75° C, possibilitando a quebra de constituintes ricos em lignina; fase de bioestabilização ou fase

de cura, sucedendo a redução gradual da temperatura ocasionada pela carência de nutrientes para a população microbiana (KIEHL, 2004).

De acordo com PEIXOTO E FERNANDES (2016) a estimativa é que todo o processo, do início da compostagem até a obtenção do composto curado, ocorra em um intervalo de 60 a 90 dias, podendo chegar a 120 dias, dependendo principalmente dos fatores temperatura, umidade e pH.

Durante o período analisado, entre outubro de 2022 e fevereiro de 2023, a temperatura da pilha variou de 25°C, no primeiro dia, tendo seu ápice de temperatura 68 °C, no vigésimo primeiro dia, voltando para 25 °C, no nonagésimo dia, igualando-se a temperatura ambiente, conforme ilustrado na Figura 3. As aferições foram feitas diariamente com auxílio de um termômetro digital, tipo espeto, com comprimento de um metro, no ponto central da pilha.

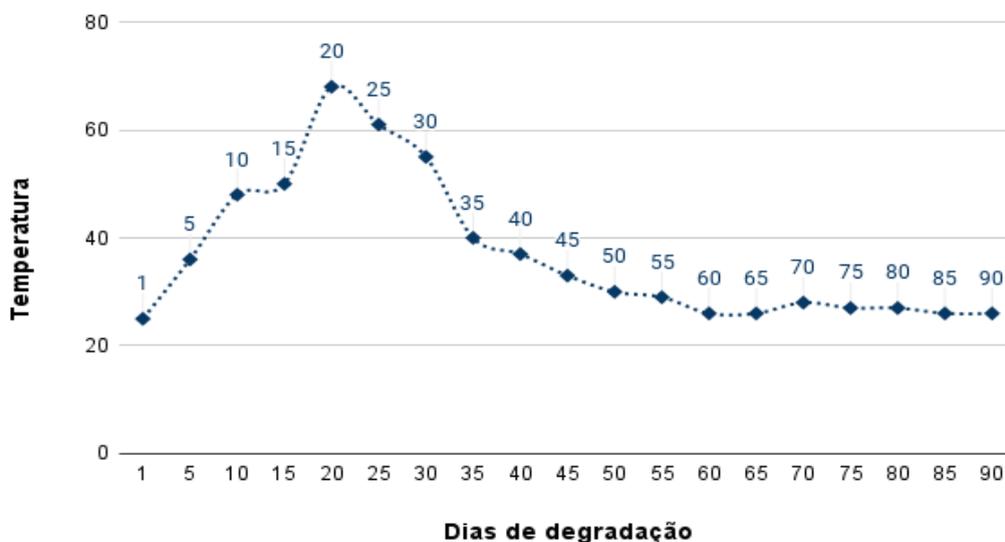


Figura 3 – Perfil térmico da composteira ao longo do tempo de degradação. Fonte: Os autores, 2023.

Visando fomentar a aeração necessária ao processo de decomposição aeróbia, o revolvimento da pilha foi efetuado com intervalos regulares semanais, até o vigésimo oitavo dia, após inseriu-se um sifão construído com estrutura de ferro envolta por tela de aço galvanizado, apresentado através da Figura 4.

A pilha nas primeiras semanas atingiu temperaturas gradativamente acentuadas. Passou da fase mesofílica para a fase termofílica após o décimo dia. Permaneceu na segunda fase até aproximadamente o trigésimo segundo dia, no qual se observou uma queda gradual da temperatura, migrando para a terceira e última fase, período mais longo dentre os observados. Esse processo ocorre, pois, nos dias iniciais do empilhamento dos resíduos, os microrganismos oxidam os compostos simples, que durante a degradação liberam calor, favorecendo a elevação da temperatura, provendo um recinto propício para as bactérias termofílicas (FETTI, 2014; LIN *et al*, 2022).

Destaca-se que, a evolução nos valores apurados de temperatura ocorre como resultado da intensa e diversa atividade de microrganismos. Sucessivas atividades microbianas possibilitam a criação do ambiente propício ao processo, o qual apenas encontra-se completo ao passar por todas as fases descritas.



Figura 4 – Inserção de sifão para melhoria da aeração do processo. Fonte: Os autores, 2022.

Não foram observados ao longo dos 90 dias, a presença de mau odor ou vetores. Houve uma significativa redução de volume da pilha, bem como mudanças nas características na tonalidade do composto, que passou a apresentar coloração marrom escura e odor característico de terra, e o material tornou-se homogêneo, conforme mostrado na Figura 5.

A umidade foi monitorada a cada três dias, durante os primeiros trinta dias do período experimentado, sendo observada uma variação de volume entre 30% a 52%, permitindo assim, nessa faixa de intervalo desse indicador, a atividade microbiana e a degradação completa da matéria orgânica. Níveis de umidade abaixo de 40% reduzem a atividade microbiana, bem como níveis acima de 65% causam condições propícias para o desenvolvimento de microrganismos anaeróbios (SAYARA *et al.*, 2020). Para obter os níveis de umidade desejados, durante o período de análise, foi necessária a rega da composteira, em especial durante os meses de janeiro e fevereiro 2023, em que houve um calor intenso e os níveis pluviométricos estavam diminutos no Rio de Janeiro.



Figura 5 – Pilha na fase de cura. Fonte: Os autores, 2023.

## CONCLUSÕES

A partir dos parâmetros físicos monitorados, o composto após o período de 90 dias é considerado curado.

A temperatura máxima atingida foi de 68°C, no vigésimo dia, dentro do esperado dos parâmetros do processo. Conforme monitoramento, houve a passagem por todas as fases térmicas na pilha de compostagem, tendo sido observada a fase mesofílica até o décimo dia. A fase termofílica, na qual as temperatura podem ultrapassam os 60°C, ocorreu entre o décimo primeiro e aproximadamente o trigésimo segundo dia, no qual a pilha passou a

ter um decaimento gradual da temperatura, migrando para fase final de cura do composto, fase mais longa. Corroborou-se a necessidade de inserir a rega para manter-se a umidade necessária para o desenvolvimento dos microrganismos nas fases da degradação.

O PEV instalado tem funcionado não apenas como ponto para entrega dos resíduos orgânicos, mas também como forma de aproximar a população local da problemática das questões ambientais do território. Foi observado que, houve uma adesão dos moradores a essa ação desenvolvida pelo projeto, e dessa forma, deve-se aprofundar a divulgação da compostagem no projeto, para melhorar o quantitativo de resíduos orgânicos disponibilizados para a continuação da compostagem.

O presente estudo é parcial, pois encontra-se em andamento, carecendo dar continuidade às análises para atingir o objetivo proposto, sendo essas a análise do composto curado e a inserção nas leiras de plantio, além da exposição da metodologia de aplicação para nutrição vegetal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AWASTHI, M.K. PANDEY, A.K. KHAN, J. BUNDELA, P.S. JONATHAN, W.C. WONG, A.S. Evaluation of thermophilic fungal consortium for organic municipal solid waste composting, *Bioresource Technology*, Volume 168, 2014, Pages 214-221, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.048>. Acesso: 04 nov. 2022.
2. CERDA, A. ARTOLA, A. FONT, X. BARRENA, R. GEA, T. SANCHEZ, A. Composting of food wastes: Status and challenges. *Bioresource Technology* Volume 248, Part A, 2018, Pages 57-67. Disponível: [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852417310374?via%3Dihub](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852417310374?via%3Dihub). Acesso: 03 nov. 2022.
3. CHEN, T. ZHANG, S. YUAN, Z. Adoption of solid organic waste composting products: A critical review. *Journal of Cleaner Production* Volume 272, 2020. Disponível: [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620327591](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620327591). Acesso: 05 nov. 2022.
4. FETTI, G. L. R. Avaliação do efeito da inoculação de fungos termofílicos em pilhas de compostagem de lixo urbano. 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto De Biociências, Letras E Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho, São José do Rio Preto.
5. KIEHL, E. J. (2004) Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. E. J. KIEL. 173 p.
6. LIN, C. CHERUIYOT, N.K. BUI, X.T. NGO, H.H. Composting and its application in bioremediation of organic contaminants. *Bioengineered*, 13:1, 1073-1089, DOI: 10.1080/21655979.2021.2017624. Acesso: 30 out. 2022.
7. SAYARA, T.; BASHEER-SALIMIA, R.; HAWAMDE, F.; SÁNCHEZ, A. Recycling of Organic Wastes through Composting: Process Performance and Compost Application in Agriculture. *Agronomy* 2020, 10, 1838. Disponível: [www.mdpi.com/2073-4395/10/11/1838](http://www.mdpi.com/2073-4395/10/11/1838). Acesso: 09 ago. 2022.
8. SIQUEIRA, T. M. O.; ASSAD, M. L. R. C. L. Composting of municipal solid waste in the state of São Paulo (Brazil). *Ambiente & Sociedade*, v. 18, n. 4, p. 243-264, 2015.
9. SOOBHANY, N. Assessing the physicochemical properties and quality parameters during composting of different organic constituents of Municipal Solid Waste. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Volume 6, Issue 2, 2018, Pages 1979-1988. Disponível: [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343718301210](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343718301210). Acesso: 03 nov. 2022.
10. 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.
11. VAVERKOVÁ, M.D. ADAMCOVÁ, D. WINKLER, J. KODA, E. PETRZELOVÁ, L. MAXIANOVÁ, A. Alternative method of composting on a reclaimed municipal waste landfill in accordance with the circular economy: Benefits and risks, *Science of The Total Environment*, Volume 723, 2020, 137971, ISSN 0048-9697, Disponível: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720314844](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720314844). Acesso: 04 nov. 2022.