

VIABILIDADE DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DE FOLHAS DE ÁRVORES E JARDINS

Arthur Couto Neves (*), Priscila da Costa, Marcos Paulo Gomes Mol

* Fundação Ezequiel Dias (FUNED) / Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

E-mail: coutharthur@gmail.com.

RESUMO

Considerando o desafio da gestão de resíduos em empreendimentos de médio e grande porte, os resíduos orgânicos e de podas de jardins podem ser considerados como potenciais produtos quando reutilizados. A fração orgânica dos resíduos sólidos, em geral, possuem uma lenta decomposição caso não sejam submetidos a um processo de compostagem. Este processo, além de acelerar a decomposição do resíduo, também fornece um composto orgânico como produto final, que pode ser aplicado ao solo, propiciando benefícios. O objetivo do presente estudo foi avaliar o processo de compostagem dos resíduos de folhas de árvores e jardins em escala piloto de uma instituição pública de Belo Horizonte, Brasil. Para a avaliação do processo, os seguintes parâmetros foram monitorados: temperatura, pH e umidade, sendo a frequência diária para a temperatura e semanal para os demais. A partir do 60º dia de experimento, o material orgânico em decomposição passou a apresentar aspectos de maturação. Durante o monitoramento, se observou que a temperatura se manteve entre os valores 32 e 58°C. Verificou-se também que a umidade média foi cerca de 54,9% (desvio padrão = 5,4%) e o valor médio para o pH foi igual a 7,38 (desvio padrão = 0,20), considerando-se todo o período de monitoramento. Constatou-se que todos os parâmetros monitorados (pH, temperatura e umidade) se mantiveram dentro das faixas recomendáveis pela literatura consultada, uma vez que estas proporcionam condições adequadas para atividade microbológica e, consequentemente, favorecendo a degradação do material orgânico durante o processo de compostagem. Trata-se, portanto, de uma técnica recomendável, visto que requer procedimentos simples em relação à manutenção, bem como possibilita a reutilização de resíduos que seriam destinados a aterros sanitários, aumentando a vida útil destes locais e favorecendo ao meio ambiente. Assim, o processo de compostagem pode ser considerado uma eficiente alternativa na gestão de resíduos orgânicos em instituições que possuem o desafio de gerenciar adequadamente estes resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Biodegradação, compostagem, gerenciamento de resíduos, resíduos de folhas.

ABSTRACT

Considering the challenge of waste management in medium and large sized enterprises, organic and pruning waste from gardens can be considered as potential products when reutilized. The organic fraction of solid waste usually has a slow decomposition if they are not submitted to a composting process. This process, in addition to accelerating the decomposition of the residue, also provides an organic compound as final product, which can be applied to the soil, providing it benefits. The aim of this study was to evaluate the composting process of the residues of tree leaves and gardens in pilot scale of a public institution of Belo Horizonte, Brazil. In order to evaluate the process, the following parameter were monitored: temperature, pH and moisture daily for temperature and weekly for the others. After the 60th day of experiment, the organic waste started to show aspects of maturation. Throughout the monitoring, it was observed that the temperature maintained values between 32 and 58°C. It was also found that the average moisture was around 54.9% (standard deviation = 5.4%) and the average value for pH was 7.38 (standard deviation = 0.20), considering the entire monitoring period. All monitored parameters (pH, temperature and humidity) were kept within the ranges recommended by the consulted literature, since, it provide adequate conditions for microbiological activity and, consequently, favoring the degradation of the organic material during the composting process. Hence, It is a recommendable technique, since it requires simple procedures in relation to maintenance, as well as permits the reuse of waste that would be destined to landfills, increasing its useful life and favoring the environment. Thus, the composting process can be considered an efficient alternative in the management of organic waste, especially in institutions that have the challenge of properly managing this waste.

KEY WORDS: Biodegradation, composting, waste management, leaf waste.

INTRODUÇÃO

O acúmulo de resíduos orgânicos, como folhas, representa um considerável desafio relacionado ao gerenciamento de resíduos sólidos, principalmente nos grandes centros urbanos (Strom e Finstein, 2000). Nesse contexto, a compostagem de resíduos orgânicos tem se consolidado como uma técnica de reaproveitamento, proporcionando benefícios quanto à

redução dos resíduos que seriam destinados em aterros sanitários, além de produzir compostos com propriedades de condicionadores do solo.

A compostagem caracteriza-se por um processo aeróbio controlado de decomposição acelerada sob condições favoráveis ao desenvolvimento de temperaturas termofílicas (entre 40 e 70°C), obtendo-se, ao fim do processo, um produto final estável com presença de nutrientes, cuja aplicação pode ser benéfica ao solo. O monitoramento de parâmetros como temperatura, umidade e pH são fundamentais para o controle do processo de compostagem. Além disso, torna-se necessária a aeração periódica do material a ser decomposto, movimentando suas camadas de modo a homogeneizá-lo por completo (Strom e Finstein, 2000; Pereira Neto, 2007).

Considerando a existência de poucas publicações acerca da técnica de compostagem exclusivamente com restos de jardins e folhas de árvores, o trabalho em questão discutiu a utilização destes resíduos em processos de compostagem, favorecendo a realização de novas pesquisas em torno do tema.

OBJETIVOS

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a viabilidade do processo de compostagem de resíduos de folhas de árvores e jardins em escala piloto de uma instituição pública de Belo Horizonte, Minas Gerais.

METODOLOGIA

Para o processo de compostagem foram utilizados resíduos não triturados de folhas e podas de jardins armazenados durante três meses em área aberta e expostos a chuvas e ao sol, antes do início do processo. As medidas obtidas da pilha, correspondentes ao comprimento, largura e altura, foram, respectivamente, 3,20 x 1,60 x 1,50 metros (Figura 1-a). Além disso, a pilha foi monitorada até o 56º dia (Figura 1-b).



Figura 1: Imagens da pilha registradas no dia de sua montagem (a) e no 56º dia de experimento (b).

Fonte: Autores do Trabalho.

Semanalmente, a pilha foi revolvida visando promover a oxigenação e a distribuição dos microrganismos presentes, sendo também umidificada nestes mesmos dias. Foram monitorados os parâmetros temperatura, umidade e pH. A temperatura foi monitorada cinco vezes por semana, através da inserção de um termômetro calibrado de medição externa, da marca *Incoterm*, aproximadamente no centro da pilha.

As amostras para a realização dos ensaios de pH e umidade foram coletadas a partir do 14º dia do experimento, semanalmente, em três pontos distintos da pilha (lado direito, lado esquerdo e centro). O monitoramento destes parâmetros foi realizado entre o 14º e o 52º dias de experimento e os dados brutos obtidos por meio dos ensaios analíticos foram tabulados em planilhas do *Excel*.

Os ensaios analíticos de pH e umidade foram adaptados das metodologias indicadas no Manual de Métodos de Análise de Solo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997) e nos padrões de qualidade estabelecidos pela Norma ABNT ISO/IEC 17025: 2005 (ABNT, 2005).

Para a umidade, os ensaios foram realizados em duplicata para cada ponto de amostragem da pilha, totalizando em seis amostras a cada dia de ensaio. Inicialmente, as amostras *in natura* foram dispostas em cápsulas de porcelana numeradas e de peso conhecido e, em seguida, foram pesadas em balança semi-analítica (Figura 2-a). Pesou-se, aproximadamente,

30 gramas de cada amostra (Figura 2-b) e as cápsulas foram, então, encaminhadas à estufa à 103°C (Figura 2-c), mantendo-se nesta condição por cerca de 20 horas (Adaptado de EMBRAPA, 1997).

As informações em relação ao peso das cápsulas e da amostra úmida foram registradas e, após o tempo indicado, as cápsulas com as amostras secas foram retiradas da estufa e inseridas em dessecadores para retornar à temperatura ambiente, permanecendo por cerca de 30 minutos (Figura 2-d).

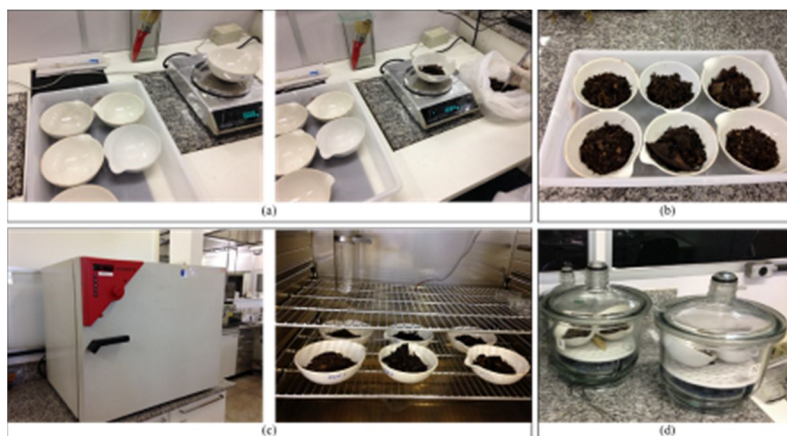


Figura 2: Procedimentos referentes ao ensaio analítico de umidade.

Fonte: Autores do Trabalho.

Em seguida, as cápsulas foram novamente pesadas em balança semi-analítica, obtendo-se o peso da amostra seca. Posteriormente, foi calculada a umidade (Equação 1).

$$Umidade\ gravimétrica\ (\%) = 100 \times \frac{\text{peso da amostra úmida}(g) - \text{peso da amostra seca}(g)}{\text{peso da amostra úmida}(g)}$$

Equação 1: Equação utilizada no cálculo da umidade gravimétrica, em percentual.

Fonte: Autores do Trabalho.

Utilizou-se a solução de extração Cloreto de Potássio (KCl 1N), conforme recomendado para análise de pH (EMBRAPA, 1997). Realizaram-se ensaios em replicata para cada ponto de amostragem da pilha, totalizando em três amostras por dia de análise. A medição do pH foi realizada pelo equipamento pHmetro digital (*Digimed* DM-20, precisão $\pm 0,01$).

Para a análise de pH, foram triturados cerca de 10 gramas de composto correspondente a cada ponto de amostragem em multiprocessador doméstico (Figura 3-a), totalizando em 30 gramas. Em seguida, os 30 gramas foram distribuídos, igualmente, em 3 béqueres de 100 mL, sendo adicionada, posteriormente, a solução de extração (Figura 3-b). Em seguida, as amostras foram homogeneizadas com bastão de vidro individual e permaneceram em repouso durante uma hora (Figura 3-c). As amostras, então, foram filtradas em funil de vidro e suporte de madeira com algodão e obteve-se o pH da solução resultante através do pHmetro (Figura 3-d) (Adaptado de EMBRAPA, 1997).

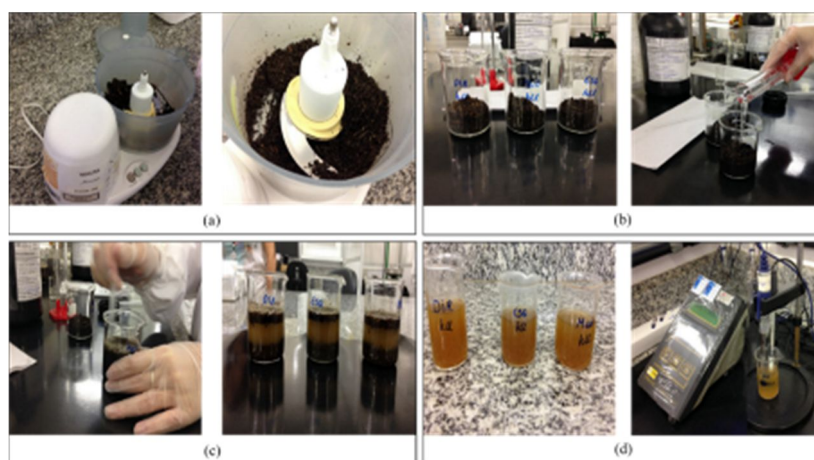


Figura 3: Procedimentos referentes ao ensaio analítico para medição do pH.

Fonte: Autores do Trabalho.

RESULTADOS

Durante o experimento, observou-se que a temperatura da pilha variou de 32 a 58°C, aproximadamente, indicando que houve um ambiente favorável para a atividade microbiológica de degradação. Foram constatados, ainda, tendência de aumento da temperatura alguns dias após cada revolvimento, provavelmente em função do consequente aumento da atividade microbiológica. A queda de temperatura próxima aos registros de revolvimento indica perda térmica decorrente da movimentação do composto (Figura 4).

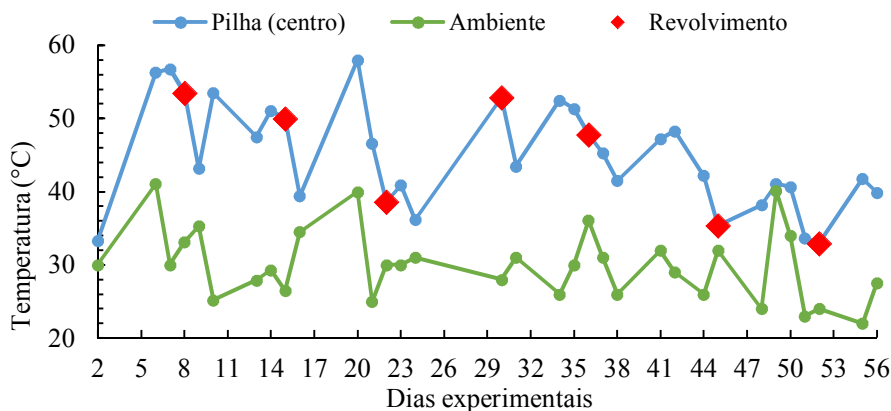


Figura 4: Gráfico das temperaturas da pilha e ambiente entre os 2 e 56º dias de experimento.

Fonte: Autores do Trabalho.

Foram observadas temperaturas superiores a 50°C logo nos primeiros dias de experimento, indicando acentuada atividade microbiológica (Pereira Neto, 2007). Também se verificou um decaimento da temperatura a cada revolvimento, podendo ser causada pela movimentação e umedecimento do composto (Paixão *et al.*, 2012). Apesar da literatura sugerir que a fase termofílica, com temperaturas em torno de 40 a 70°C, apresenta duração de 60 a 90 dias, constatou-se um período reduzido no presente estudo, uma vez que após o 38º dia a temperatura apresentou valores inferiores a 45°C (Pereira Neto, 1987). Assim, os baixos valores de temperatura observados indicam o fim desta fase e o início da fase de maturação, caracterizada pela estabilização do composto (CETEC, 2003; Epstein, 2011).

Na literatura, foram verificados estudos que utilizaram folhas, podas de árvore e aparas de grama na compostagem, cuja temperatura também atingiu 45°C em poucos dias, indicando o início da fase termofílica (Michel Junior *et al.*, 1996). A forma de estocagem do material anteriormente à montagem da pilha também pode ter acelerado o processo de compostagem, por meio da decomposição natural das folhas e resíduos de jardim, reduzindo, consequentemente, o período da fase termofílica.

Em relação ao ensaio de umidade, notou-se que os valores não ultrapassaram um percentual de 64% de umidade, mantendo-se em torno de 54,9% (desvio padrão = 5,4%) (Figura 5).

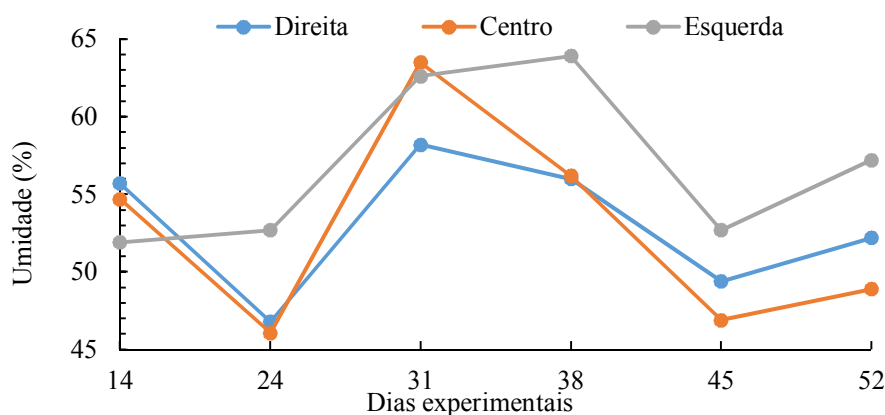


Figura 5: Gráfico dos resultados obtidos para o ensaio de umidade entre os 14 e 52º dias de experimento.
Fonte: Autores do Trabalho.

Em relação à umidade, os percentuais obtidos no presente estudo apresentaram variações entre 46 e 64%, próximos ao adequado para o desempenho do processo, uma vez que são indicados teores de umidade ideais entre 50 a 60% (Epstein, 2011). Os percentuais entre 46 e 60% foram observados somente no início e fim do experimento e, conforme Paixão (2012), percentuais entre 35 e 40% são, em geral, correspondentes a uma atividade microbiológica reduzida, mas não cessada.

Os resultados referentes ao ensaio analítico de pH indicaram baixa variação entre os dados obtidos que mantiveram-se, em geral, em torno de 7,45 (desvio padrão = 0,28), caracterizando uma amostra com pH próximo à condição de neutralidade em todo o experimento. Constatou-se, porém, um ligeiro aumento do pH entre o início e fim do experimento com variações entre 6,74 a 7,70 (Figura 6).

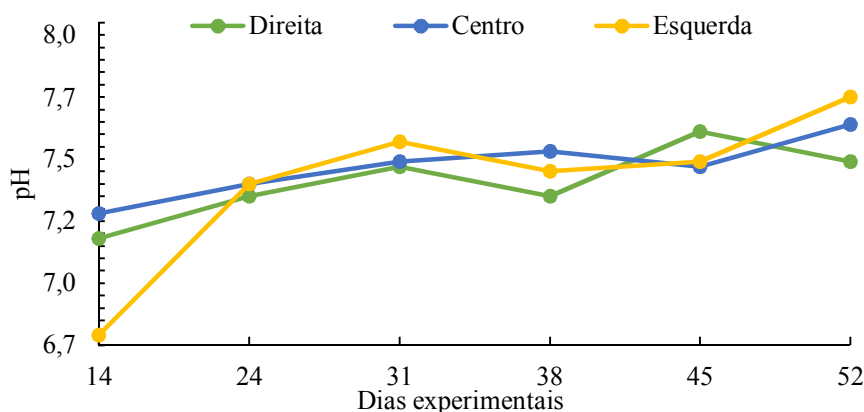


Figura 6: Gráfico dos resultados obtidos para o ensaio de pH entre os 14 e 52º dias de experimento.
Fonte: Autores do Trabalho.

Sobre a interferência do pH no processo de compostagem, a faixa recomendada para o desenvolvimento dos organismos decompositores é entre 5,5 e 8,5 (Spadotto e Ribeiro, 2006). Além disso, em processos de compostagem de resíduos de jardins, o pH tende a aumentar gradualmente conforme a intensificação do processo de degradação e, próximo à estabilização do produto, o pH do composto pode atingir valores entre 7,0 e 8,0 (Paixão, 2012; Strom e Finstein, 2000).

CONCLUSÕES

Concluiu-se que a utilização de resíduos de folhas de árvores e jardins no processo da compostagem permite a redução do volume de materiais encaminhados a aterros sanitários, possibilitando também um novo uso ao resíduo que seria descartado. Assim, verificou-se a viabilidade do processo que possibilita o uso do substrato obtido em jardins da própria instituição, favorecendo o desenvolvimento e a manutenção de áreas verdes. A compostagem de folhas e demais resíduos

orgânicos deve, portanto, ser incentivada em empreendimentos que tenham o desafio de atuar com este tipo de resíduo, desde que seja possível o adequado monitoramento.

Para o processo ser satisfatório, sugere-se o controle de parâmetros como umidade, pH e temperatura, bem como a realização de revolvimentos periódicos que possibilitem uma aeração apropriada. Além disso, recomenda-se que pesquisas similares sejam realizadas implementando parâmetros de avaliação como a relação carbono nitrogênio e demais, conforme especificado pelo Anexo III da Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 para a caracterização de fertilizantes orgânicos mistos e compostos (MAPA, 2009), proporcionando novas discussões acerca do processo de compostagem.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG) pelo apoio financeiro acerca da participação no evento 1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade em Gramado/RS e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro na realização deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. NBR ISO/IEC 17.025. **Requisitos Gerais para a Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração**, 2005.
2. CETEC. **Curso de Compostagem de Resíduos Orgânicos**, Belo Horizonte, 2003. 19 p.
3. EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
4. Epstein, E. **Industrial composting: environmental engineering and facilities management**. Boca Raton: CRC Press, 2011. 338 p.
5. MAPA. **Instrução Normativa nº 25**. Brasília: DOU, 28 jul. 2009. 18 p.
6. Michel Junior, F. C. Effects of Turning Frequency, Leaves to Grass Mix Ratio and Windrow vs. Pile Configuration on the Composting of Yard Trimmings, **Compost Science & Utilization**, 1996, 26–43.
7. Paixão, R. M.; Silva, L. H. B. R.; Teixeira, T. M. **Análise da Viabilidade da Compostagem de Poda de Árvore no Campus do CESUMAR**, VI Mostra Interna de Iniciação Científica. Paraná, 2012
8. Pereira Neto, J. T. **Manual de Compostagem: Processo de Baixo Custo**, UFV, Viçosa, 2007. 81 p.
9. Spadotto C. A., Ribeiro, W. **Gestão de Resíduos na agricultura e agroindústria**, Botucatu: FEPAF, 2006.
10. Strom, P. F., Finstein, M. S. **Leaf Composting**. In KUSER, J. E. Handbook of Urban and Community Forestry in The Northeast. EUA: Springer US, 2000. 311-335.