

DESEMPENHO DE COMPOSTEIRA DOMICILIAR CONFECCIONADA A PARTIR DE MATERIAIS REUTILIZADOS

DOI: 10.19177/rgsa.v9e0l2020425-440



Jaqueline de Moura¹

Priscila Soraia da Conceição Ribeiro²

Hernan Vielmo³

Denise Andreia Szymczak⁴

RESUMO

Quando os resíduos sólidos orgânicos são direcionados adequadamente à compostagem, há um prolongamento da vida útil de aterros sanitários, contribuindo para o desenvolvimento sustentável. Assim, o presente trabalho objetivou desenvolver uma composteira domiciliar, construída a partir de materiais reutilizados, bem como acompanhar o desempenho da mesma. Foram tratados resíduos orgânicos provenientes de restaurante universitário e poda oriunda dos serviços de limpeza urbana, obedecendo a relação C/N de 2:1. O teor de água do composto iniciou adequado (40 – 60%) mas, ao longo do processo se elevou excessivamente. Para auxiliar no controle de teor de água, foi adicionada poda e, conseqüentemente, o teor de sólidos voláteis aumentou e apresentou redução de cerca de 10% ao final do processo. Tal resultado

¹ Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Francisco Beltrão. E-mail: jmoura@alunos.utfpr.edu.br

² Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Francisco Beltrão. E-mail: priscilas@utfpr.edu.br

³ Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Francisco Beltrão. E-mail: hvielmo@utfpr.edu.br

⁴ Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Francisco Beltrão. E-mail: denisea@utfpr.edu.br

corroborar com os encontrados na literatura, com redução do teor de sólidos voláteis inferior a 40%, em condições semelhantes às estudadas. Os valores de pH se mantiveram dentro da faixa considerada ideal para a compostagem e a temperatura para as três repetições da composteira alcançou faixas termofílicas entre o 1º e 20º dias de compostagem. Após 126 dias, se obteve um composto maturado. De acordo com os resultados desse trabalho, a composteira é uma potencial tecnologia para tratamento de resíduos sólidos orgânicos.

Palavras-chave: Tratamento. Resíduos sólidos orgânicos. Compostagem domiciliar. Reutilização de resíduos.

DEVELOPMENT OF DOMICILIAR COMPOSTER FROM REUTILIZED MATERIALS

ABSTRACT

When the solid organics residues are directed adequately to the composting process, there is a prolongation of the life use of landfills contributing significantly to the sustainable development. Thus, the present work accompanied the development of a domiciliary composter built with reutilized materials, and also monitoring the development of it. There were treated organics residues from the university restaurant and pruning from the urban cleaning services, following the relation C/N of 2:1. About the water content, it has initiate in an adequate band (40-60%), but during the process it got excessively elevated. It was added pruning to the process with the intention to reduce the water content. This action elevated the volatile solids content and also presented a reduction close to 10% at the ending of the process. This result corroborates those found in the literature, with a reduction in the content of volatile solids below 40%, under similar conditions to those studied in this work. The pH values were maintained in the band considered ideal to the composting process and the temperature to the three repetitions reached thermophilic bands between the first and the twentieth day of composting. After 126 days, it was got a matured compost. According to the results of this work, the domiciliary composter is a potential technology to treat organics residues.

Keywords: Treatment. Organic solid waste. Household composting. Reuse of waste.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de resíduos sólidos deve ser entendido, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, como sendo todo material, objeto, substância ou até mesmo um bem descartado que é intrínseco às atividades humanas diárias. Portanto, ao passo que a todo momento há geração de resíduo, é necessário que sejam encontradas alternativas para seu tratamento e disposição.

Nesse sentido, nota-se que a temática resíduos sólidos gera discussões, que vão de encontro aos empecilhos atrelados aos mesmos. Assim, é de conhecimento geral que, é necessária a existência de diretrizes acerca do gerenciamento dos resíduos sólidos e, a PNRS vem como ferramenta norteadora para todos os envolvidos na geração de resíduos (BRASIL, 2010).

Ao passo que a todo momento há geração de resíduos, a disposição dos mesmos em lixões a céu aberto, bem como o tratamento inadequado dos mesmos, implica na poluição da água, ar e solo, acarretando enorme prejuízo aos ecossistemas, inclusive ao ser humano, responsável, este, pela geração de grandes impactos negativos. Tais impactos provocam uma reação em cadeia dentro do ciclo de geração de resíduos, uma vez que o meio ambiente precisa depurar toda a carga de poluição diária destinada a ele. Porém, é difícil estimar até quando isso será possível (PEIXE; HACK, 2014).

No ano de 2016, o Brasil apresentou grande retrocesso em relação à disposição final dos resíduos. Estima-se que 58,7%, ou 41,7 milhões de toneladas de resíduos sólidos foram enviadas para aterros sanitários. Além disso, 29,7 milhões de toneladas de resíduos (41,6%), foram encaminhadas para lixões, totalizando 3.331 municípios que destinam inadequadamente seus resíduos sólidos (ABRELPE, 2016).

Uma das formas de reduzir a carga de resíduos enviadas à disposição final é por meio da reutilização. Esse processo tem por objetivo o aproveitamento dos resíduos sólidos sem que haja transformação biológica, física ou físico-química e está em terceiro na ordem de prioridade de gestão e gerenciamento de resíduos (BRASIL, 2010). Santos et al. (2011) pontuam a importância da reutilização no âmbito econômico, uma vez que ocasiona redução de custos com matéria-prima, além de agregar valor ao resíduo reutilizado.

Ainda, a reutilização impacta diretamente na conservação da energia de materiais. Segundo um estudo da Midwest Research Institute – MRIGlobal (1972), se fosse reutilizada a sucata na produção de 1000 toneladas de barras de aço ao invés de utilizar matéria-prima bruta, haveria uma economia de 74% no consumo de energia. Da mesma forma, para cada tonelada de vidro reutilizado, economizaria aproximadamente 290 kg de petróleo usado na fundição. Para o papel, a conservação de energia estaria em torno de 70%.

Além da reutilização tem-se o tratamento de resíduos sólidos como uma importante medida para contribuir com a gestão correta dos resíduos sólidos. Nesse sentido, considerando que cerca de 60% dos resíduos sólidos gerados no Brasil são de origem orgânica, a melhor alternativa para tratar tamanha carga de resíduos, é a compostagem (BRASIL, 2010). Além da PNRS, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos instituído pelo Ministério do Meio Ambiente em 2012, versa sobre a relevância da gestão adequada dos resíduos sólidos orgânicos. Em um processo relativamente simples de decomposição e estabilização da matéria orgânica, a compostagem pode fornecer um produto final de ótima qualidade, agregando à estrutura dos solos, resultando em maior qualidade de cultivo nos mesmos (PEREIRA NETO, 2007).

Para que a compostagem ocorra, efetivamente, existem alguns métodos empregados na atualidade. Um dos métodos consiste na formação de pilhas ou leiras de decomposição dos resíduos. No entanto, existem também técnicas de confinamento dos resíduos em equipamentos ou reatores com emprego de maior ou menor grau de tecnologia (MMA, 2010). Ashby (2013) salienta a possibilidade de realizar a compostagem em reatores em um processo conhecido como Dano, onde os resíduos são compostados no interior de cilindros rotativos horizontais.

Nesse sentido, o foco desse estudo concentra-se no desenvolvimento de um modelo de composteira domiciliar para tratamento de resíduos sólidos orgânicos eficiente e de baixo custo, para que seja acessível ao maior número possível de pessoas. Dessa forma, esse estudo atenderá a dois objetivos da PNRS, a reutilização de materiais para a confecção do protótipo e o tratamento dos resíduos orgânicos por meio da compostagem. Além disso, o processo de compostagem no reator será avaliado a partir de parâmetros físico-químicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Construção da composteira com materiais reutilizados

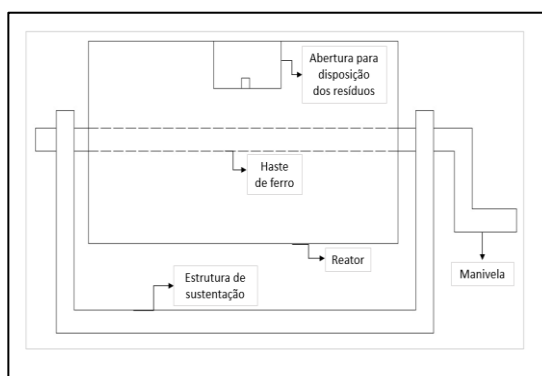
O trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão. O material que compôs o reator compreendeu um galão de 20 litros, oriundo de doação de uma empresa de ferro-velho, situada na cidade de São José do Cedro, SC.

Para montagem da composteira, o galão de 20 litros foi perfurado no topo e na base, onde foi introduzida uma estrutura de ferro de, aproximadamente, 1 metro que teve uma de suas extremidades encurvadas formando um L a fim de funcionar como uma manivela para auxiliar na movimentação da massa de compostagem.

Foi inserida também uma abertura no topo horizontal do galão, para depositar os resíduos e coletar as amostras. Também foi adicionada uma estrutura de sustentação para a composteira feita de madeira reutilizada oriunda de doação de uma fábrica de móveis de São José do Cedro, SC, fixada às duas extremidades da estrutura de ferro (Figura 1).



Figura 1: Croqui da composteira domiciliar e composteiras construídas.



Fonte: Autoria própria, 2018.

2.2 Manejo da composteira construída

O período de compostagem ocorreu entre 25/04/2018 até 28/08/2018, totalizando 126 dias de compostagem. Nesse processo, a fim de compor a relação carbono/nitrogênio de 30/1, que o Ministério do Meio Ambiente (2010) traz como ideal, foi utilizado poda de árvores do município de Francisco Beltrão, proveniente de doação pela prefeitura da mesma cidade e resíduo orgânico do restaurante universitário (RU) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão.

A aeração foi efetuada três vezes na semana em conjunto com a verificação da necessidade de acrescentar água à composteira. Esse parâmetro foi determinado pelos fatores organolépticos tato e visão. Essas sensações são obtidas pressionando a massa com as mãos e verificando se há escorrimento de água ou não. Caso haja, a massa em compostagem está com excesso de umidade. Já se a massa se desprender das mãos ao ser pressionada, indica que a mesma está muito seca. Ainda, se ao pressionar, a massa não apresentar escorrimento e também não se desprender em pedaços, indica um bom controle de umidade pelo operador do processo.

2.3 Determinação dos parâmetros físico-químicos

A amostragem do composto foi efetuada com repetição de três composteiras e em triplicata para cada uma delas, seguindo os procedimentos da NBR 10.007. Nesse sentido, as amostras foram retiradas do centro, extremidade direita e esquerda, homogeneizadas e quarteadas (ABNT, 2004).

Após a coleta semanal das amostras (Figura 2), as mesmas seguiram para análise do teor de água, teor de sólidos voláteis (SV), pH e temperatura, no laboratório de águas e efluentes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão, seguindo a metodologia abordada por Andrade e Abreu (2006). Após, os dados foram comparados com os presentes na literatura, a fim de testar a efetividade do processo de compostagem.

Figura 2: Amostras dispostas em béquer para análise.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Para a análise de teor de água, foram pesados 10g de amostra em um béquer, incubando as mesmas em cadinho de cerâmica na estufa por 24 horas e em temperatura de 105° C, de acordo com o método utilizado por Carmo e Silva (2012). Retirando-se da estufa e após um período de 10 minutos, as amostras foram novamente pesadas e, por meio da equação 1, o teor de água foi calculado e obtido em porcentagem.

$$\text{Teor de água (\%)} = 100 \times [(m_u - m_s)/m_u] \quad (1)$$

Na equação 1, m_u e m_s representam, respectivamente, a massa úmida e a massa seca da amostra.

Para a análise de teor de sólidos voláteis (SV), foi adotado o método estabelecido por Goldin (1987), onde as amostras secas, oriundas das análises de teor de água, foram acondicionadas no forno mufla em cadinhos de cerâmica a uma temperatura de 550 °C por duas horas. Após, foi realizada a pesagem e, com auxílio da equação 2, determinado o teor de sólidos voláteis, ou o teor de matéria orgânica.

$$SV(\%) = 100 \times [(m_i - m_f)/m_i] \quad (2)$$

Onde, m_i representa a massa inicial da amostra e m_f , a massa final da amostra.

No que tange à determinação do potencial hidrogeniônico (pH), o procedimento adotado foi pesar em um béquer 10g das amostras, adicionando, em seguida, 20 mL de água destilada, agitando por cerca de 5 minutos e, após

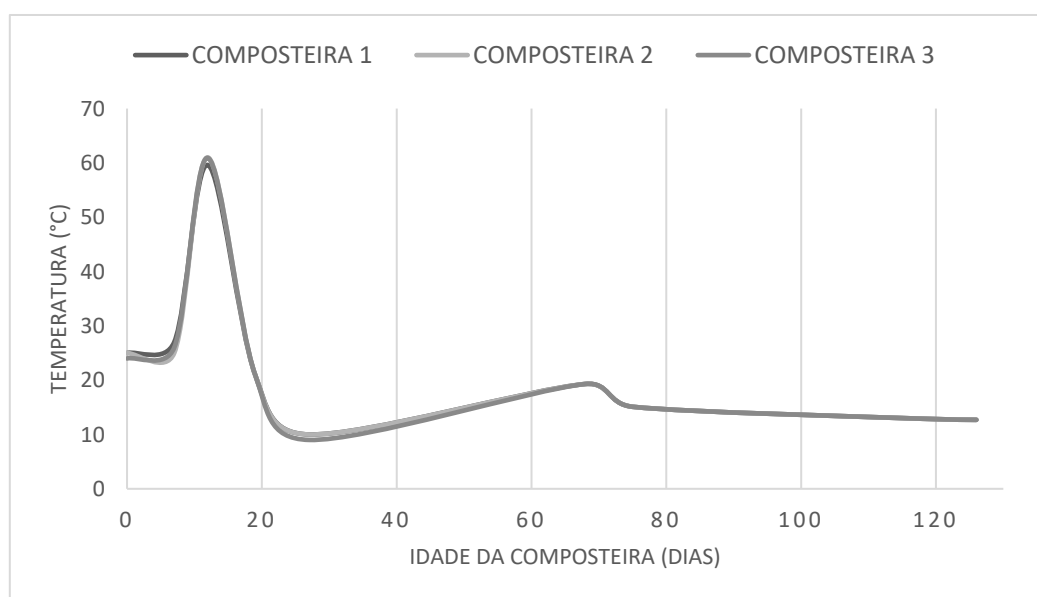
um tempo de cinco minutos de descanso, foi medido o pH por meio de um pHmetro de bancada. Para o monitoramento semanal da temperatura, foi utilizado um termômetro para compostagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Comportamento dos parâmetros físico-químicos

No que diz respeito à temperatura, todas as três repetições atingiram temperaturas termofílicas entre o 1º e 20º dias de compostagem (Figura 3). Após, o sistema perdeu calor, oscilando entre as faixas de 10 a 20°C até o final do processo.

Figura 3: Dados de temperatura em relação à idade das composteiras.



Fonte: Autoria própria, 2018.

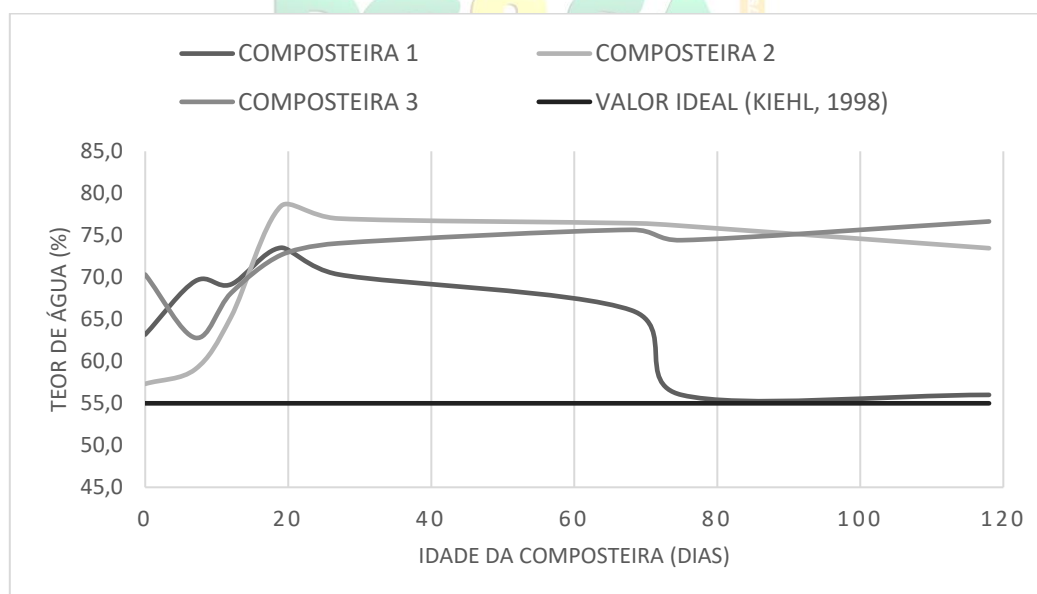
Dentre as hipóteses que justificam a queda de temperatura, tem-se a baixa aeração. Ao diminuir a disponibilidade de oxigênio na massa em compostagem, ocorre o decréscimo da atividade microbiana que depende essencialmente da presença de oxigênio. Com a diminuição da atividade microbiana, a liberação de calor proveniente da atividade exotérmica dos microrganismos também diminui e a temperatura no sistema não sobe (KIEHL, 1998).

Nesse contexto, no estudo realizado por Adhikari; Trémier e Barrington (2012), a manutenção da temperatura no protótipo estudado pelos autores durante as 20 semanas de compostagem foi atribuída ao correto reviramento mensal dos resíduos em compostagem.

A queda na temperatura, após o 20º dia, também pode estar associada à variação do teor de água ao longo do processo. Em um estudo realizado por Arrigoni; Paladino e Laos (2015), os autores notaram temperaturas termofílicas intercaladas por oscilações entre temperaturas mesofílicas ao longo de todo o processo. Essa ocorrência, de acordo com os autores, também é explicada pela variação do teor de água do material ao longo de todo o processo.

O teor de água para as composteiras 1 e 2 iniciou em uma porcentagem adequada para o processo de compostagem (entre 40 e 60%), de acordo com Kiehl (1998). No entanto, para a composteira 3, esse parâmetro iniciou acima do recomendado (Figura 4).

Figura 4: Teor de água das composteiras.



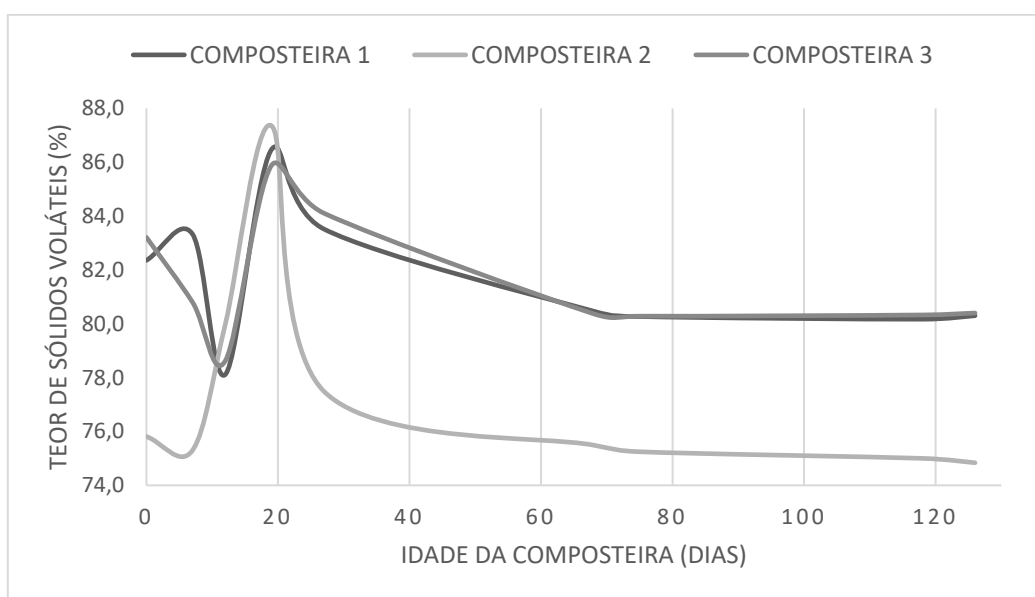
Fonte: Autoria própria, 2018.

Entretanto, a ocorrência de intensos eventos pluviométricos prejudicou a estabilização do teor de água. Sendo assim, após o controle, efetuado por meio das lonas e adição de poda seca, foi possível acompanhar a gradativa diminuição do teor de água das composteiras. Para a composteira 1, essa diminuição, chegou a aproximadamente 55% a partir dos 65 dias de

compostagem. Já para as composteiras 1 e 2, o teor de água manteve-se elevado em relação à composteira 1, durante todo o processo.

A incorporação de poda seca à massa em compostagem nos reatores resultou em aumento de matéria orgânica e, conseqüentemente, elevação do teor de sólidos voláteis que havia iniciado em, aproximadamente, 80% para as três composteiras, valor geralmente observado para resíduo domiciliar em início de processo (PEREIRA NETO, 2007) (Figura 5). Após cessar a adição de poda nas composteiras, os valores de teor de sólidos começaram a diminuir.

Figura 5: Dados de teor de sólidos voláteis das composteiras.



Fonte: Autoria própria, 2018.

A redução de teor de sólidos voláteis foi de 10%, inferior ao ideal de 40%, indicado por Pereira Neto (2007). Porém, em relação à massa houve redução média de 98% para os reatores. Em relação ao volume, houve redução média de 97% (Tabela 1).

Tabela 1: Dados de redução em massa e volume para as composteiras.

| Composteira | Redução em massa (%) | Redução do volume (%) |
|-------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 98 | 96 |
| 2 | 98 | 96 |
| 3 | 97 | 98 |
| Média | 98 | 97 |

Fonte: Autoria própria, 2018.

Apesar do valor de redução de teor de sólidos voláteis não ser esperada, não se pode dizer que o processo foi ineficiente quanto à redução de massa de resíduos. Essa redução contribui diretamente para o aumento da vida útil de aterros sanitários, já que diminui a carga de resíduos destinada a esses locais. Nesse sentido, a compostagem desses materiais contribuiu para o correto tratamento desses resíduos, evitando assim, a disposição inadequada dos mesmos (BRASIL, 2010).

Ainda que a redução de teor de sólidos voláteis observada tenha sido inferior ao estabelecido como ideal por Pereira Neto (2007), esse valor se aproxima da redução obtida em outros estudos, como os de Jain; Jambhulkar e Kalamdhad (2018), Kalamdhad et al. (2009) e Rodríguez et al. (2012).

No estudo realizado por Jain; Jambhulkar e Kalamdhad (2018), a porcentagem de redução de teor de sólidos voláteis, em um reator semelhante ao estudado foi de, aproximadamente, 14,9%. No trabalho em questão, o reator também foi testado em três tratamentos, mas possuía capacidade de 550 litros. Além disso, os resíduos utilizados foram biochar (biomassa carbonizada), *Hydrilla verticillata* (macrófita aquática invasora), esterco de vaca e serragem.

Kalamdhad et al. (2009) estudaram o processo de compostagem de resíduos de vegetais verdes crus, folhas secas de árvore, esterco de búfalo e serragem, em uma composteira de tambor rotativa com capacidade de 3500 litros, nas estações inverno, primavera e verão. Os autores obtiveram valores para perda de matéria orgânica iguais a 23%, 18% e 20%, respectivamente.

Rodríguez et al. (2012) avaliaram o desempenho do processo de compostagem de resíduos vegetais, estrume de vaca, serragem e folhas secas de árvore, em um reator de tambor rotativo com capacidade de 100 litros. Os

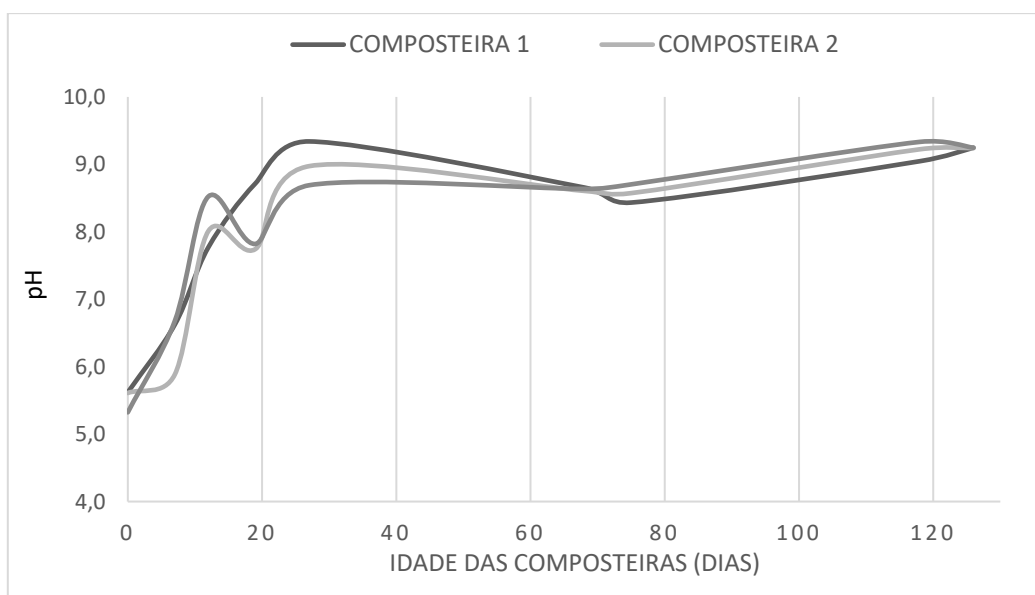
autores realizaram oito tratamentos, com diferentes porções de cada resíduo. Ao final, obtiveram uma média de 7% de redução de teor de sólidos voláteis.

Apesar dessa redução inferior a 40%, os autores mencionados também consideraram a compostagem adequada. Jain; Jambhulkar e Kalamdhad (2018) salientam que a taxa de degradação obtida com o uso do reator de tambor rotativo resultou em um composto que pode ser utilizado para melhoramento agrônômico.

Kalamdhad et al. (2009) atribuem a eficiência do processo de degradação à rápida diminuição da relação C/N durante os primeiros 60 dias de compostagem. Já Rodríguez et al. (2012) afirmam que após 150 dias de compostagem, obtiveram um composto maturado por meio de um reator de tambor rotativo horizontal.

Outro parâmetro utilizado para acompanhar o processo de compostagem nos reatores foi o pH. De acordo com Vilhena (2010), em início de processo, para resíduo domiciliar, a faixa de pH está entre 4,5 e 5,5. Com o andamento da degradação microbiana, esses valores começam a subir, alcançando a zona alcalina. Neste trabalho, o pH iniciou na região ácida, como Vilhena (2010) pontua ser a característica do resíduo domiciliar. No decorrer do processo, o pH se elevou a uma média de 9,2 para as três composteiras (Figura 6).

Figura 6 – Valores de pH em relação à idade das composteiras



Fonte: Autoria própria, 2018.

Pereira Neto (2007) salienta que o pH pode variar na faixa de 4,5 a 9,5 durante todo o processo de compostagem, sendo que é recomendado que o pH do composto maturado seja superior a 7. Portanto, o valor final obtido para o pH encontra-se na faixa aceitável para o processo de compostagem.

3.2 Manejo da composteira

No decorrer do processo de compostagem, foi observado que os materiais utilizados na estruturação das composteiras, as barras de ferro para confecção das manivelas nos reatores, não se mostraram eficientes. Isso ocorreu, pois, as barras de ferro oxidaram rapidamente, desta forma, sugere-se que, em próximos experimentos, ou as composteiras sejam mantidas em local com cobertura ou que outro material seja utilizado na confecção.

Ainda, a manivela inserida no galão a fim de funcionar como estrutura responsável pela aeração do material não se mostrou eficiente ao movimentá-la manualmente. Ao girar a manivela, a massa presente no interior apenas era movimenta de uma extremidade à outra do galão, quando o objetivo da mesma era a de homogeneizar o material. Assim, é sugerido que, em novos trabalhos, sejam inseridas estruturas que se assemelhem a chicanas no interior do reator.

Com relação à granulometria da poda de arborização utilizada, é interessante que em um próximo estudo, a mesma seja triturada e se retire os materiais de granulometria maior que dois centímetros para, assim, aumentar a área superficial de ataque dos microrganismos (KIEHL, 1998).

Outro ponto que pode ter afetado a eficiência de degradação do processo de compostagem foi a ocorrência de intenso evento pluviométrico entre a primeira e segunda semana de compostagem. Durante esse evento meteorológico, se notou entrada de água pelas extremidades da abertura das composteiras, gerando acúmulo no interior.

Apesar dos materiais mencionados nesse estudo não terem se mostrado adequados, é importante salientar que a reutilização de materiais é prevista em lei como forma adequada de gerenciar resíduos sólidos. Também, esse trabalho contribuiu para a conservação da energia que seria consumida na produção de um protótipo a partir de matéria-prima bruta.

4 CONCLUSÃO

Com a realização desse estudo, foi possível perceber que os materiais utilizados para a confecção do protótipo não foram adequados. Assim, recomenda-se que, em estudos futuros, os materiais elencados para estruturação do protótipo não oxidem ao serem submetidos a eventos climatológicos ou a composteira seja coberta. Além disso, é interessante que sejam inseridas estruturas no reator, complementares à aeração, como chicanas.

Ao final da compostagem foi possível obter um composto maturado, de aparência e cheiro terrosos e coloração marrom escura, apesar de não ter sido possível controlar inteiramente o teor de água ao longo do processo. Portanto, em estudos futuros, é interessante que o teor de água seja controlado assim como a granulometria dos materiais no reator e também o método de aeração. Dessa forma, poderá contribuir para a melhora do processo de compostagem ao longo de todo o tempo.



REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2016.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. **NBR nº 10007. Amostragem de resíduos sólidos**. 2ª ed., 2004.

ADHIKARI, B. K; TRÉMIER, A; BARRINGTON, S. **Performance of five Montreal West Island home composters**. Environmental Technology, 2012.

ANDRADE, J. C; ABREU, M. F. **Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 2006.

ARRIGONI, J. P; PALADINO, G; LAOS, F. **Feasibility and Performance Evaluation of Different Low-Tech Composter Prototypes**. International Journal of Environmental Protection, vol. 5. 2015.

BRASIL. Lei nº 12.305, de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 ago. 2010.

CARMO, D. L.; SILVA, C. A. **Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2012.

GOLDIN, A. **Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils**. Commun. Soil Sci. Plant. Anal., 18:1111-1116, 1987.

JAIN, M. S; JAMBHULKAR, R; KALAMDHAD A. S. **Biochar amendment for batch composting of nitrogen rich organic waste: Effect on degradation kinetics, composting physics and nutritional properties**. Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Guwahati, Guwahati 781039, India. Bioresource Technology, 2018.

KALAMDHAD, A. S; SINGH, Y. K; ALI, M; KHWAIRAKPAM, M; KAZMI, A. A. **Rotary drum composting of vegetable waste and tree leaves**. Bioresource Technology, 2009.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba, SP: JG Digitação, 1998.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito dos consórcios públicos**. Brasília, 2010.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano nacional de resíduos sólidos**. Fevereiro, 2012.

MRI – MIDWEST RESEARCH INSTITUTE. **Economic Studies in Support of Policy Formation on Resource Recovery**. Unpublished report to the Advisory Committee on Environment, 1972.

PEIXE, M; HACK, M. B. **Compostagem como método adequado ao tratamento dos resíduos sólidos urbanos: experiência do município de Florianópolis/SC**. 2014.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007.

RODRÍGUEZ, L; CERRILLO, M, I; GARCÍA-ALBIACH, V; VILLASEÑOR, J. **Domestic sewage sludge composting in a rotary drum reactor: Optimizing the thermophilic stage.** Journal of Environmental Management: Elsevier, 2012.

SANTOS, J. G. FERREIRA, C. E. V. RAMALHO, A. M. C. UNIPÊ, N. M. M. N. M. **A importância das cooperativas de reciclagem na gestão dos resíduos sólidos urbanos: um estudo em uma cooperativa de campina grande – pb.** XIV Semead. Outubro, 2011.

VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** São Paulo, SP: CEMPRE, 2010.

