

DEGRADAÇÃO DE PODAS DE ÁRVORES, RESÍDUOS ORGÂNICOS ALIMENTARES, PALITOS DE FÓSFORO E GUARDANAPOS USADOS POR MEIO DO PROCESSO DE VERMICOMPOSTAGEM

Bruna Henrique Sacramento¹ (brunahsacramento@hotmail.com), Fernanda Martins Nonaka¹ (nonaka.fernanda@gmail.com), Lílian Rodrigues de Lima Costa¹ (lilianrlcosta@gmail.com), Igor Shoiti Shiraishi¹ (igorshiraishi@alunos.utfpr.edu.br), Tatiane Cristina Dal Bosco¹ (tatianedalbosco@gmail.com)

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Londrina

RESUMO

Dentre os resíduos sólidos urbanos, a maior quantidade refere-se aos orgânicos, cuja destinação inadequada pode resultar em impactos ambientais negativos e perda de oportunidades para se agregar valor ao resíduo. Neste sentido, uma solução para o seu tratamento é a vermicompostagem, que consiste na transformação da matéria orgânica por meio da ação de microrganismos aeróbios e minhocas. Assim, este trabalho teve por objetivo estudar a vermicompostagem de resíduos orgânicos provenientes do Restaurante Universitário (R.U.) da UTFPR Câmpus Londrina, juntamente com poda de árvores em um reator aeróbio. Buscou-se ainda avaliar a degradabilidade de palitos de fósforos e guardanapos usados adicionados ao processo. O estudo foi conduzido por 56 dias e a relação carbono/nitrogênio inicial foi de 20/1. Foi feita uma pré-compostagem por 30 dias e, em seguida, inseriu-se as minhocas. No perfil de temperatura do reator não se observou a fase termofílica e a maturação do composto ocorreu nos últimos 9 dias de processo. A porcentagem final de sólidos voláteis do composto foi de 92,37%. A redução da massa e do volume foi de 73,95 e 78,71%, respectivamente. Houve descaracterização completa de todos os resíduos. Portanto, a vermicompostagem mostrou-se eficaz para o tratamento dos resíduos estudados.

Palavras-chave: Resíduos alimentares. Resíduo sólido urbano. Vermicomposto.

DEGRADATION OF TREE PRUNNING, FOOD ORGANIC WASTES, MATCHSTICKS AND USED NAPKINS BY VERMICOMPOSTING PROCESS

ABSTRACT

Within urban solid wastes, the largest amount refers to organic wastes, whose inadequate disposal can result in negative environmental impacts and loss of opportunities to add value to the waste. In this context, a treatment solution is vermicomposting, which consists on transforming organic matter through the action of aerobic microorganisms and earthworms. Therefore, this work aims to study the vermicomposting of organic wastes from the UTFPR Câmpus Londrina Restaurant, along with tree pruning in an aerobic reactor. It was also evaluated the degradability of matchsticks and used napkins added to the process. The study was conducted for 56 days and the initial carbon/nitrogen ratio was 20/1. Pre-composting was done for 30 days and then the worms were inserted. The thermophilic phase could not be observed in the reactor's temperature profile and the maturation of the compound occurred in the last 9 days of the process. The final percentage of volatile solids was 92.37%. The reduction in mass and volume was 73.95 and 78.71%, respectively. Therefore, vermicomposting was effective for the residues studied.

Keywords: Food waste. Solid urban waste. Vermicompost.

1. INTRODUÇÃO

No ano de 2015, foram geradas cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos e os índices crescem a cada ano: entre 2014 e 2015, por exemplo, houve um aumento de 1,7% na geração desses resíduos (ABRELPE, 2015). Desse total, cerca de 51% é matéria orgânica (IBGE, 2010).

Em 2010, foi promulgada a Lei nº 12.305 que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Dentre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, no Artigo 36 é proposta a implantação de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e a articulação dos agentes econômicos e sociais para utilização do composto produzido (BRASIL, 2010).

A compostagem resulta na degradação da matéria orgânica por microrganismos aeróbicos, sob dadas condições (COOPER et al., 2010). Outra possibilidade é a vermicompostagem que, segundo Kiehl (1985), consiste na utilização de minhocas, que além de revolverem o material, proporcionando maior aeração e homogeneização, degradam a matéria orgânica em seu trato digestivo, resultando num composto rico em nutrientes e de mais fácil assimilação pelas plantas. Resíduos orgânicos domiciliares com podas urbanas é um exemplo de associação de resíduos para tratamento via compostagem e vermicompostagem (TAIATELE JUNIOR, 2014).

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012), no ano de 2008 apenas 1,6% dos resíduos orgânicos foram tratados por meio de compostagem. Um desafio para a implantação desse método de tratamento de resíduos orgânicos é a segregação dos materiais na fonte (MASSUKADO, 2008). Misturas com palitos de fósforo, palitos de dente e guardanapos sujos normalmente são observadas.

Neste sentido, o presente estudo buscou verificar a viabilidade da vermicompostagem para o tratamento de resíduos orgânicos resultantes da alimentação humana, associado com poda de árvores, um resíduo gerado de forma abundante no meio urbano e, paralelamente, avaliar a degradação de guardanapos sujos e palitos de fósforos usados.

2. OBJETIVO

O estudo tem por objetivo verificar o desempenho da vermicompostagem para o tratamento de resíduos sólidos orgânicos provenientes de restos de alimentos e poda de árvore e, ainda, avaliar a eficiência de degradação de guardanapos e palitos de fósforos ao longo do processo.

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado entre 29/09 e 24/11/2015 na Casa de Vegetação da UTFPR Câmpus Londrina, sendo os primeiros 30 dias destinados para a pré-compostagem e os 26 dias subsequentes para a etapa de vermicompostagem.

Utilizou-se um reator em PEAD com pequenos furos nas laterais e volume útil de 100 litros. Os resíduos escolhidos para o processo foram poda de árvores e resíduos orgânicos alimentares devido ao potencial de decomposição aeróbia (TAIATELE JUNIOR, 2014). Os mesmos foram fornecidos pela Prefeitura de Londrina e pelo Restaurante Universitário (R.U.) da UTFPR Câmpus Londrina, respectivamente. Os dados de umidade, peso específico e porcentagem de carbono e nitrogênio dos resíduos no início do processo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Informações sobre os resíduos no início da compostagem

Resíduo	Carbono (%)	Nitrogênio (%)	Umidade (%)	Peso específico (kg m ⁻³)
Resíduos orgânicos	52,13	4,59	63,36	411
Podas de árvores	53,11	1,32	56,62	258

A relação carbono/nitrogênio (C/N) inicial foi de 20/1, escolhida por representar a proporção entre os resíduos mais adequada à homogeneização. Para o cálculo da massa de resíduos a ser inserida no reator, utilizou-se a metodologia proposta por Kiehl (2008), que resultou na proporção de 1,485 kg:1 kg de massa seca, respectivamente, para poda de árvore e resíduos do R.U. A partir do teor de umidade dos resíduos (Tabela 1), fez-se a correção de massa a ser utilizada no processo de montagem do reator. Assim, os valores corrigidos de massa e porcentagem de resíduos orgânicos e de poda foram de 2,729 kg (44%) e 3,424 kg (56%), respectivamente. Adotando-se um volume útil de 78 litros para o reator para permitir melhor aeração do processo, determinou-se que seriam necessários 52 litros do resíduo rico em carbono e 26 litros do resíduo rico em nitrogênio, o equivalente a 9,572 kg de poda de árvore e 32,742 kg de restos de comida. Na Figura 1 apresenta-se a forma de disposição dos resíduos no reator.

Figura 1. Disposição das camadas de resíduos no reator¹



De acordo com um levantamento a respeito da geração de resíduos orgânicos no R.U. da UTFPR Câmpus Londrina, os resíduos orgânicos necessários para atender a quantidade utilizada no experimento foram gerados por 139 consumidores do restaurante. Para adição ao reator, considerou-se, portanto, um guardanapo por refeição, que foram misturados ao longo da montagem. Quanto aos fósforos, adotou-se uma caixa com 40 unidades, dispostas nas 2 camadas constituídas de sobras de comida.

Durante a etapa de pré-compostagem, o reator foi revolvido duas vezes por semana, de modo a proporcionar a devida aeração para o processo. Quanto à água, sua adição foi de acordo com a necessidade, monitorada pelo “teste da mão” (NUNES, 2009).

Após a pré-compostagem foram adicionadas minhocas da espécie *Eisenia foetida* ao reator, devido ao potencial de adaptação a diferentes tipos de resíduos. A partir de Lorin (2013), foi determinado que seriam necessárias 72 minhocas no reator, cuja adição foi precedida por testes de condutividade elétrica para avaliação do composto. A variação na população dessas minhocas foi determinada pela contagem (por catação) ao fim do processo.

Para acompanhamento do processo de decomposição aeróbia, foram analisados parâmetros físico-químicos, cuja frequência de coleta de dados consta no Quadro 1. A temperatura foi aferida em 6 pontos do reator.

Quadro 1. Parâmetros físico-químicos monitorados ao longo da compostagem, frequências de medição e métodos de análise

Parâmetro	Frequência	Metodologia
Umidade aparente	3 vezes por semana	Nunes (2009)
Temperatura ¹	Diária	Termômetro tipo espeto
Redução do peso	Peso final e inicial	Balança digital
Redução do volume	Volume inicial e final	Cubicagem
pH	Início de cada etapa e final do processo	Tedesco et al. (1995)
Condutividade elétrica	Início de cada etapa e final do processo	Tedesco et al. (1995)
Sólidos totais, fixos e voláteis	Início e final do processo	APHA (1998)

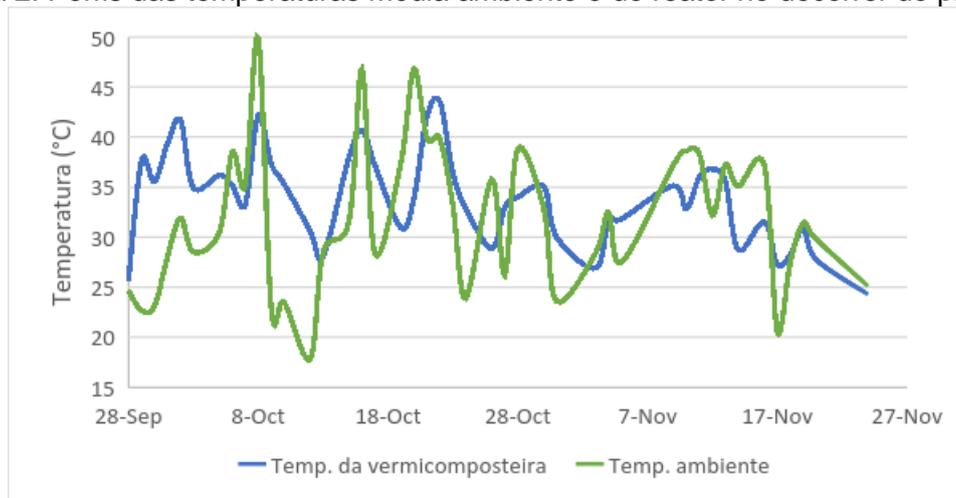
¹ Medições realizadas em seis pontos do reator

Ao longo dos 56 dias de vermicompostagem, as medidas de temperatura foram tomadas diariamente, por volta do fim da tarde.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 apresentam-se as medidas de temperatura tomadas durante o experimento. Nota-se que o processo não apresentou uma fase termofílica característica. Além disso, a maturação do composto deu-se nos últimos 9 dias da vermicompostagem.

Figura 2. Perfis das temperaturas média ambiente e do reator no decorrer do processo



Os resultados das determinações de pH e condutividade elétrica constam na Tabela 2. Houve aumento nos valores de pH, chegando próximo a oito. Paiva et al. (2010) destacam que valores de pH superiores a oito resultam em lenta degradação, justificando a não descaracterização total do resíduo observada no experimento referenciado.

Tabela 2. Resultados das análises de pH e condutividade elétrica durante a vermicompostagem

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	pH
1º dia	Resíduos orgânicos	2105	4,47
	Poda de árvores	474	6,46
21º dia		1835	7,73
26º dia	Composto	313	-
56º dia		490	7,90

Devido à alta condutividade elétrica no 21º dia ($1835 \mu\text{S cm}^{-1}$), foi necessário realizar uma lavagem do composto de modo a diminuir a concentração de sais. Após esse procedimento, a condutividade elétrica diminuiu para $313 \mu\text{S cm}^{-1}$, permitindo o acréscimo das 72 minhocas. De acordo com Massukado (2008), valores elevados de condutividade elétrica no composto estão diretamente relacionados com materiais ricos em sais solúveis, que em excesso, podem ser prejudiciais às minhocas, além de fitotóxicos.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das análises de série de sólidos e umidade no início e no final da vermicompostagem, respectivamente.

Tabela 3. Umidade e série de sólidos dos resíduos no início do processo e do vermicomposto final

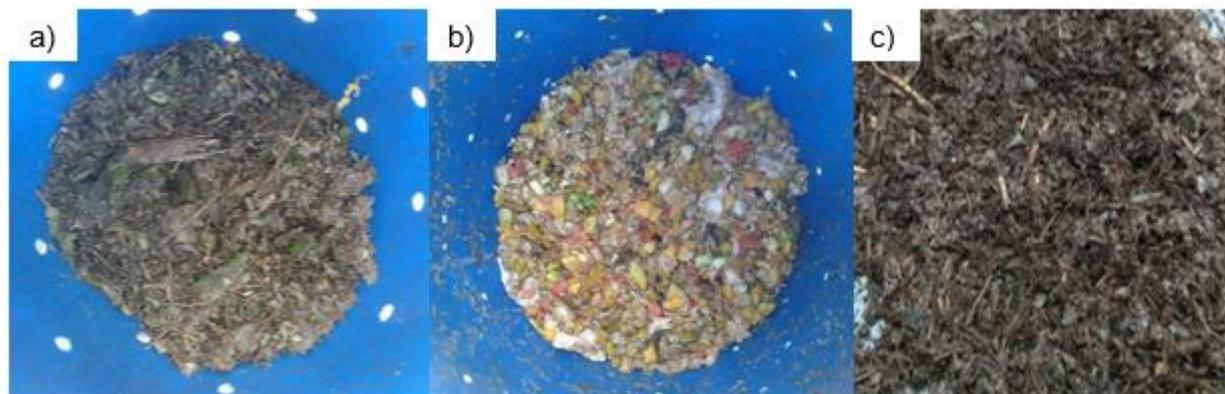
Início do processo				
	Massa úmida (kg)	Água (%)	Sólidos fixos (%)	Sólidos voláteis (%)
Resíduos orgânicos	32,742	72,63	5,02	94,98
Poda de árvore	9,572	59,93	4,83	95,17
Final do processo				
	Massa úmida (kg)	Água (%)	Sólidos fixos (%)	Sólidos voláteis (%)
Vermicomposto	6,36	57,17	7,63	92,37

O índice de sólidos voláteis ao final do processo foi de 92,37%. Demetrio et al. (2016), observaram uma porcentagem ligeiramente maior (cerca de 89%, numa compostagem utilizando os mesmos resíduos com uma relação C/N inicial de 15/1. Apesar das condições propícias, das 72 minhocas iniciais, apenas 18 foram encontradas no reator na contagem final, o que pode estar associado à diminuição da disponibilidade de alimento para as minhocas e, conseqüentemente, migração ou, ainda, predação por insetos.

A Figura 3 ilustra os aspectos iniciais dos resíduos no início do processo e a aparência do composto ao final da vermicompostagem. Nota-se que ocorreu a descaracterização dos resíduos utilizados, até os de mais difícil degradação como a poda de árvores, os guardanapos e os palitos de fósforo.

Ressalta-se que os restos de comida utilizados continham carne de frango e bovina em sua composição. Os resquícios do primeiro foram retirados, entretanto, a carne moída presente não pode ser eliminada com eficiência, o que fez com que houvesse uma intensificação da quantidade de larvas no processo de compostagem. Além disso, houve um forte odor na fase inicial da compostagem. De acordo com Nunes (2009) e Wangen e Freitas (2010) o excesso de umidade do composto juntamente com as características do resíduo utilizado podem favorecer o mau cheiro, o que acaba atraindo moscas. Assim, considerando a presença de carne, as características dos resíduos de comida presentes e o excesso de água proveniente da decomposição dos hortifrúteis, pode-se inferir que tais problemas seriam provenientes destes três fatores, no processo em questão.

Figura 3. a) Camada de restos de poda de árvores durante a montagem do reator b) Camada de resíduos orgânicos no início da compostagem c) Aspecto final do vermicomposto



Na Tabela 4 apresenta-se as reduções de massa e volume dos resíduos ao final do processo. Utilizando os mesmos resíduos, Demetrio et al. (2016) obtiveram uma redução de massa e volume de 72% e 60%, respectivamente, utilizando uma relação C/N inicial de 15/1. Portanto, conclui-se que a proporção adotada no presente trabalho (20/1) mostrou-se mais efetiva no que se refere à redução de massa e volume.

Tabela 4. Volume e massa no início e ao final do processo de tratamento (compostagem + vermicompostagem)²

	Volume (L)		Massa (kg)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
-	27,953	7,281	12,797	2,724
Redução (%)	73,95		78,71	

² Os cálculos de porcentagem de redução foram feitos a partir da massa e volume secos

5. CONCLUSÃO

Todos os resíduos vermicompostados foram descaracterizados, mesmo os de mais difícil degradação como a poda de árvore e os palitos de fósforo. A redução de massa e volume tiveram eficiência de 73,95 e 78,71%, respectivamente. Portanto, a vermicompostagem mostrou-se uma técnica eficiente para a degradação dos resíduos utilizados.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington: American Public Health Association, 1998. 1193 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. 92 p. 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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 Legislativo, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Seção 1, p.3.

COOPER, M.; ZANON, A. R.; REIA, M. Y.; MORATO, R. W.. **Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: Teórico e Prático**. Divisão de Biblioteca, Piracicaba, 35 p, 2010.

DEMETRIO, L. F. F.; NAKAGAWA, D. H.; PINTO, A. A. S.; PRESUMIDO, P. H.; BERTOZZI, J.; MICHELS, R. N.; DAL BOSCO, T. C.; PRATES, K. V. M. C. Compostagem em pequena escala de resíduos sólidos de restaurante universitário associado a poda de árvores. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 13., 2016, Poços de Caldas. **Anais**. Poços de Caldas, 2016. Disponível em: <<http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016/304.COMPOSTAGEM EM PEQUENA ESCALA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO ASSOCIADO A PODA DE ÁRVORES.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**: relatório de pesquisa. 82 p. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2017.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, E. J. **Adubação orgânica**: 500 perguntas & respostas. Piracicaba: Degaspari, 2008. 227 p.

LORIN, F. E. H. **Processos biológicos de estabilização de dejetos da bovinocultura de corte**: qualidade do adubo orgânico produzido. Qualificação – Mestrado em Engenharia Agrícola – Universidade Estadual Oeste do Paraná. Cascavel, 2013.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos domiciliares**. 2008. 204 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade**. 2009. Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/ct_59.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2016.

PAIVA, E. C.; MATOS, A. T.; COSTA, T. D. R.; JUSTINO, E. A.; PAULA, H. M. **Comportamento do pH e da temperatura do material durante a compostagem de carcaça de frango com diferentes materiais orgânicos**. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2010, Bauru. Catalão: Ibeas, 2010. p. 1 - 7. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2010/III-003.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2015.

TAIATELE JUNIOR, I. **Biodegradabilidade de embalagens biodegradáveis e sua compostabilidade com resíduos orgânicos domiciliares**. Londrina, 2014. 106 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) – UTFPR.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

WANGEN, D. R. B.; FREITAS, I. C. V. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 81-88, 2010.