

III-083 - AVALIAÇÃO DE DOIS MODELOS DE VERMIDIGESTORES PARA O TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS CRUS

Tamara Simone van Kaick⁽¹⁾

Bióloga pela PUCPR, Mestre em Inovação Tecnológica pelo PPGTE da UTFPR Câmpus Curitiba, Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela UFPR. Professora Associada da UTFPR Câmpus Curitiba do Departamento de Química e Biologia.

Ana Claudia Nuernberg Vaz⁽²⁾

Tecnóloga em Processos Ambientais e Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental - PPGCTA pela UTFPR Câmpus Curitiba.

Endereço⁽¹⁾: Rua Tapajós, 871, Bairro Bom Retiro, Curitiba/PR – Brazil. CEP: 80520-260- Tel: (41) 996413136 - e-mail: tamara.van.kaick@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Rua Rosalino Mazziotti, 439, Bl 4 ap 406, Novo Mundo, Curitiba/PR - Brasil –CEP: 81020-090 Tel: (41) 98966170 - e-mail: ana_claudia_nuernberg@hotmail.com.

RESUMO

Do total de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU gerados no Brasil, cerca de 51% estão caracterizados como sendo resíduos orgânicos e são dispostos em aterros sanitários ou lixão. A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS de 2010, integra a Política Nacional do Meio Ambiente indicando no seu artigo 6º inciso VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Nesse sentido, a busca por soluções tecnológicas que possam transformar o resíduo orgânico em recurso e com o objetivo de promover geração de trabalho e promoção da cidadania, foram o objeto desta pesquisa. As Instituições de Ensino Superior –IES e de ensino formal do ensino básico no Brasil, também geram tipos de resíduos que refletem a mesma porcentagem que demonstrado nos dados oficiais para os RSU. O resíduo orgânico gerado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR câmpus Curitiba sede Ecoville, serviu como estudo de caso nessa pesquisa, e atualmente é destinado para Aterro Sanitário, o mesmo ocorre nas instituições de ensino básico. Devido à falta de espaço nas IES, verificou-se que a vermicompostagem em caixas ou vermidigestores seria uma opção para realizar o tratamento dos resíduos orgânicos crus de origem vegetal no próprio local. Os resíduos orgânicos utilizados para o experimento foram folhas de alface, repolho e cascas de pepino. Cada uma dos vegetais foi picado separadamente compondo 4 amostras de substrato de alimento contendo 1,7kg de cada vegetal, misturados com 1 kg de borra de café e 100g de folhas secas, e para compor o substrato inicial que vai no fundo das caixas modificadas, foram adicionados 10 kg de húmus contendo 1,21 kg de minhocas por m² para cada vermidigestor. Foram utilizados dois modelos de vermidigestores em duplicata, sendo um modelo com caixas com furos e outro com barras no fundo da caixa modificada. Os 4 vermidigestores receberam o substrato inicial e de alimento. O experimento foi planejado para ter duração de 60 dias tendo apenas uma aplicação de alimentação no dia zero. A cada três dias eram retiradas amostras para analisar os parâmetros temperatura, umidade, pH, quantidade de lixiviado, ácidos húmicos e fúlvicos, coliformes, salmonella, relação C/N no vermicomposto e do chorume, bem como macro e micronutrientes. Os resultados das amostras dos vermidigestores indicou que a temperatura variou entre 21 a 24°C, a umidade variou entre 81,70 a 82,20, o pH se manteve constante em 7,70, a relação C/N no vermicomposto e do chorume foi de 10,29/1 a 11,27/1 respectivamente, e a análise de micro e macro nutrientes indicou um fertilizante rico em nitrogênio, potássio abaixo do esperado, alta quantidade de ferro para os dois modelos testados. Observou-se que modelo do vermidigestor com barras obteve um melhor resultado quando se pretende aplicar a vermicompostagem para o gerenciamento e tratamento de resíduos em grande escala, para a aplicação em pequena escala, ambos os modelos se mostraram adequados.

PALAVRAS-CHAVE: Reciclagem, Compostagem, Vermidigestores.

INTRODUÇÃO

O objetivo desta pesquisa foi realizar uma avaliação de dois modelos de vermidigestores voltados para o gerenciamento e tratamento de resíduos orgânicos crus de origem vegetal gerados no Restaurante Universitário – RU da UTFPR Câmpus Curitiba sede Ecoville.

As universidades geram resíduos de diversas tipologias podendo ser grosseiramente caracterizados por recicláveis, orgânicos e contaminados. Para cada tipologia deve ser apresentada uma forma de coleta e armazenamento adequados que permitam o gerenciamento e destinação correta. A fração orgânica nas instituições de ensino superior são geralmente formadas pelo material proveniente dos banheiros, copas e restaurantes universitários, o que exige uma coleta e armazenamento diferenciado para adotar estratégias de reciclagem seguras. Vários pesquisadores como Bochnia et al. (2013) e Oliveira et al. (2014), iniciaram levantamentos em Universidades para verificar a fração do resíduo orgânico que seria compostável, e como proceder com o gerenciamento destes resíduos para iniciar um processo de compostagem nas próprias universidades.

Dentre os materiais orgânicos gerados na instituição estão os resíduos provenientes do preparo de alimentos da cozinha do restaurante, os quais podem ser divididos em dois grandes grupos, os de origem animal e os de origem vegetal. Os de origem animal são constituídos de partes não comestíveis e sobras de alimento preparado e que não foi consumido. Os resíduos vegetais são encontrados no descarte de duas maneiras distintas: cozidos ou *in natura*. Na forma *in natura* estão leguminosas, folhosas e frutas, sendo o material descartado constituído de cascas, pedaços danificados, unidades estragadas e sobras do *buffet*.

Estes resíduos orgânicos gerados na cozinha podem ser tratados através da compostagem e este processo pode ocorrer através de diferentes técnicas, das quais se dividem basicamente em dois tipos, as termofílicas e a mesofílica. As termofílicas precisam atingir altas temperaturas para completar o processo, e para isso necessitam de grande quantidade de resíduos gerados de uma só vez, além de uma grande área para ser utilizada no tratamento. A compostagem mesofílica ocorre em temperatura ambiente, não necessita de grandes áreas e a quantidade de resíduo a ser compostado pode ser menor.

Segundo Edward (2011) e Lourenço (2014), uma das opções a serem utilizadas no tratamento de resíduos urbanos orgânicos é a vermicompostagem. Esta técnica de compostagem foi aplicada e pesquisada pela Universidade Federal de Alfenas, campus de Poços de Caldas, para o tratamento de resíduos orgânicos provenientes do Restaurante Universitário (PEREIRA et al., 2012), assim como pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro, que encaminhou cerca de 80 litros de resíduos orgânicos (cascas de legumes, frutas e verduras) diariamente à vermicompostagem (OLIVEIRA et al., 2016).

Na compostagem mesofílica a reciclagem dos resíduos orgânicos ocorre através da ação de microrganismos e minhocas, e por isso é denominada de vermicompostagem. A pesquisa com a compostagem mesofílica, aplicando a técnica da vermicompostagem, foi desenvolvida tendo como finalidade propor uma tecnologia para reduzir a quantidade de resíduos orgânicos enviados ao aterro sanitário pela UTFPR câmpus Curitiba sede Ecoville. No processo de vermicompostagem não é recomendado o tratamento de resíduos cozidos, por isso foi definido usar nesta pesquisa os resíduos orgânicos vegetais crus gerados na cozinha do restaurante universitário.

A tecnologia da vermicompostagem também pode ser aplicada para grande escala, utilizando várias formas construtivas. No caso da UTFPR sede Ecoville, optou-se pela aplicação em caixas devido ao fato da instituição não possuir área suficiente para a construção de leiras para compostagem. A falta de espaço é um dos fatores decisivos na escolha da vermicompostagem, assim como, segundo pesquisa de Dores-Silva (2013), o processo de vermicompostagem se mostrou mais eficaz na estabilização dos resíduos quando comparado com o processo de compostagem, quando comparado com o processo de compostagem termofílica.

Na América Latina são conhecidos 960 espécies de minhocas, das quais a maioria são minhocas (BROWN & DOMÍNGUEZ, 2010), sendo que as mais utilizadas para a vermicompostagem são as espécies epígeas *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867), *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) e *Eisenia foetida* (Savigny, 1926), (LOURENÇO, 2014). As minhocas da espécie epígeas são detritívoras e onívoros, alimentam-se unicamente

de matéria orgânica morta, tanto de origem vegetal como de origem animal, desde que o pH não seja muito ácido ou muito básico, sendo que o pH ideal para estas espécies de 5,5 a 6,5 (LOURENÇO, 2014).

A degradação dos resíduos ocorre dentro do organismo da minhoca e se dá por meio de bactériassimbióticas, localizadas principalmente em seus nefrídios (BARTZ & BROWN, 2011; LOURENÇO, 2014). Desta forma, estas bactérias simbióticas são transmitidas de um indivíduo a outro através do casulo (BARTZ & BROWN, 2011). Do material ingerido pela minhoca, parte é utilizada pelo animal para sobrevivência e reprodução (cerca de 40%) e o restante será excretado na forma de coprólitos (denominado vermicomposto e vulgarmente chamado de “húmus de minhoca”), que pode ser usado como adubo orgânico (LOURENÇO, 2014).

Para identificar qual a melhor estrutura para desenvolver a vermicompostagem em caixas, foi realizada a comparação entre vermidigestores que possuem furos no fundo da caixa com os que possuem barras no fundo. Esta comparação da eficiência dos dois modelos poderá auxiliar na escolha da estrutura da vermicompostagem em grande escala que será aplicada na UTFPR Câmpus Curitiba.

METODOLOGIA

Para a vermicompostagem foram definidos alguns parâmetros para o processo como quantidade inicial de vermicomposto para compor a cama de minhocas, quantidade de minhocas, tempo de duração do experimento e a quantidade de resíduos a serem tratados, os quais foram definidos de acordo com Lourenço (2014). A quantidade de vermicomposto foi definida com base na recomendação de uma camada de cerca de 10 cm de altura, o que corresponde a cerca de 10 kg de vermicomposto, valor definido para o início do experimento. A quantidade de minhocas disponível após o período de vermicultura, que foi de 1,21 kg de minhocas por m², uma quantidade adequada ao sistema de tratamento e que ao mesmo tempo possibilita o aumento da população. O tempo de duração do experimento, utilizando a espécie *Eisenia foetida*, foi definido como sendo de 60 dias. A quantidade de resíduos adicionados utilizado no experimento foi de acordo com o consumo médio das minhocas, que segundo Lourenço (2014), é relativo a metade do massa corpórea do animal por dia. Com a estimativa da quantidade de minhocas utilizadas em quilogramas foi possível calcular a quantidade necessária de comida para todo o período de experimento.

Nesta pesquisa foram utilizados 4 vermidigestores, cada um composto por duas caixas plásticas empilháveis com uma tampa, na cor preta e com plástico opaco a luz. Cada caixa tem capacidade de 38 litros, com dimensões internas de 0,46 x 0,32 m e com altura de 0,26 m. Dois vermidigestores foram compostos por uma caixa com tampa e fundo modificado, no qual foram feitos 35 furos com broca 8 mm (7 fileiras com 5 furos) sobreposta em uma caixa sem modificação (Figura 01). Nos outros dois vermidigestores o fundo da caixa plástica foi cortado e foram adicionadas grades, formados por 10 tubos ¾ (25 cm de diâmetro), os quais foram atravessados nas laterais da caixa e fixados com rosca na parte interna e externa das caixas.

Nas 4 caixas do experimento com vermidigestores foram adicionadas “camas de minhocas”, que consiste em material orgânico já trabalhada pelas minhocas, ou seja, material retirado das caixas da vermicultura, que é um material no qual as minhocas já estão adaptadas e podem se esconder, quando é adicionado o volume de resíduos orgânicos que vão servir de alimento para as mesmas no vermidigestores. Foi adicionado uma “cama de minhoca” com cerca de 10 cm de altura em cada uma das 4 caixas.

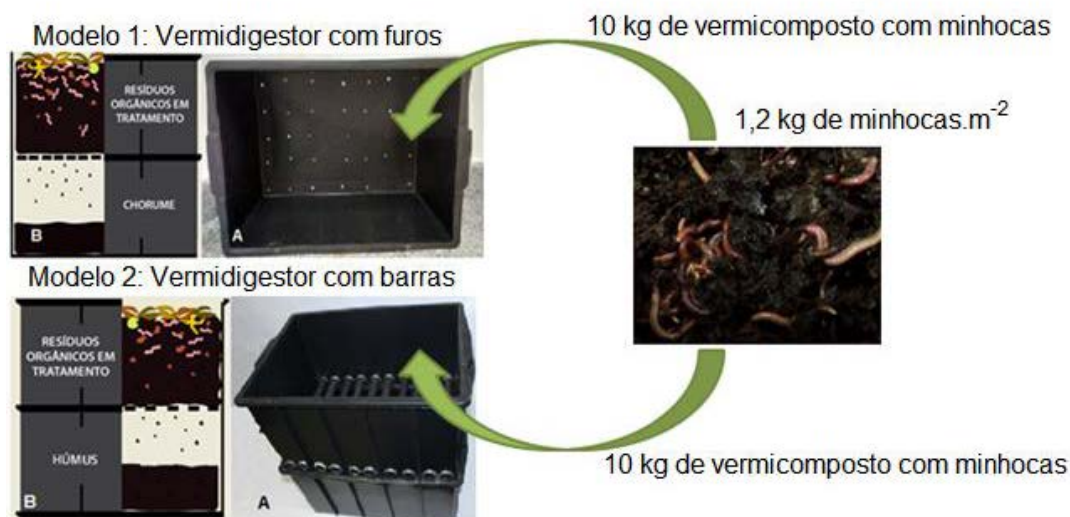


Figura 1: modelos dos vermidigestores utilizados na pesquisa.

A biomassa de minhocas é a quantidade de minhocas necessária para compostar um determinado volume de resíduos orgânicos. A relação biomassa de minhocas e resíduos orgânicos faz uma grande diferença para o processo de compostagem, e define a quantidade de resíduos a serem adicionadas diariamente em cada vermidigestor. Quando acrescentado em cada vermidigestor apenas o alimento consumível pela minhoca, leva-se em conta uma taxa de consumo 0,5g alimento, ou seja resíduos orgânicos, por 1g de biomassa de minhocas por dia (LOURENÇO, 2014). Após identificada a quantidade de minhoca, ou seja a biomassa de minhocas para cada vermidigestor, fez-se o cálculo de quanto alimento / ou resíduos orgânicos podem ser adicionados em cada um dos digestores. Na vermicompostagem, os resíduos são adicionados por camadas de 1 a 3 cm ao sistema de tratamento, em alturas que não deverão ultrapassar 35 cm totais em altura útil (LOURENÇO, 2014). Para este experimento a biomassa de minhocas e a adição de alimento/ resíduos orgânicos (Tabela 2) ficou determinada da seguinte forma:

- Vermicomposto inicial (Cama de minhocas): 0,1 m de altura e 10 kg de vermicomposto
- Minhocas: Densidade de cada vermidigestor: $1,0 \text{ kg minhoca/m}^2 = 173,6 \text{ g de minhoca}$
- Composição do substrato:
 $173,6 \text{ g de minhoca} \times 0,5 \text{ g} = 86,8 \text{ g/dia}$ (0,5 = coeficiente de alimentação minhoca/dia)
 $0,086 \text{ g} \times 60 \text{ dias} = 5.210 \text{ g de substrato disponível para as minhocas}$

Foram definidos como fontes de nitrogênio os seguintes resíduos orgânicos não cozidos do RU: a alface, folhas externas e não utilizadas para o preparo de alimento do repolho e cascas de pepino, junto com a borra de café gerado na copa dos servidores da UTFPR. Como fonte de carbono, foram utilizadas folhas secas proveniente das árvores plantadas na frente da sede Ecoville. As misturas de vários materiais diferentes podem ser processadas mais facilmente do que as individuais, porque desta forma podem manter as condições aeróbias, e resultar num produto melhor (Edwards, 1995). Este fator de misturar os diferentes materiais foi realizado nesta pesquisa, em que o substrato de alimento foi composto por cinco elementos diferentes de resíduos orgânicos não cozidos.

Os vegetais foram triturados individualmente por tipo, com o triturador utilizado foi possível obter um tamanho de aproximadamente 0,01m para os vegetais triturados, ou seja, a granulometria dos mesmos foi de 0.01m. para compor o substrato de alimento do vermidigestor, foram misturados os seguintes elementos na proporção conforme indicada na Tabela 01.

Para o cálculo da quantidade de resíduo disponível para ingestão das minhocas, foram utilizados os cálculos recomendados por Lourenço (2014), o qual informa que é necessário multiplicar a quantidade de resíduos pelo coeficiente de estabilização do mesmo, de modo a desconsiderar as perdas, como por volatilização de gases

formados. Desta forma é importante conhecer a relação C/N e umidade de cada um dos componentes do substrato de alimento.

Tabela 01 - Quantidade de resíduo adicionado em cada vermidigestor com respectivos cálculos de quantidade de substrato disponível para as minhocas, segundo coeficiente de estabilização apresentado por Lourenço (2014).

| Resíduo | Por vermidigestor (kg) | Coeficiente de estabilização (LOURENÇO, 2014) | de Substrato útil por vermidigestor (kg) |
|-----------------|------------------------|---|--|
| Alface | 1,70 | 0,85 | 1,45 |
| Repolho | 1,70 | 0,85 | 1,45 |
| Casca de pepino | 1,70 | 0,85 | 1,45 |
| Borra de café | 1,00 | 0,90 | 0,90 |
| Folhas secas | 0,10 | 0,98 | 0,098 |
| TOTAL | | | 5,26 |

Fonte: Autoras.

Para o cálculo da quantidade de resíduo disponível para ingestão das minhocas, foram utilizados os cálculos recomendados por Lourenço (2014), o qual informa que é necessário multiplicar a quantidade de resíduos pelo coeficiente de estabilização do mesmo, de modo a desconsiderar as perdas, como por volatilização de gases formados. Desta forma é importante conhecer a relação C/N e umidade de cada um dos componentes do substrato de alimento.

A relação C/N dos resíduos vegetais crus alface, repolho e pepino foi utilizado, para fins de cálculo, de Lourenço (2014), o qual informa que a relação de Carbono/Nitrogênio de resíduos de horticultura diversos é de 19/1, da borra de café 20/1 e de folhagens diversas de 60/1. A umidade utilizada foi a apresentada por NEPA (2011), para vegetais, no qual apresenta 61,1% para a alface (média entre a umidade da alface lisa, cresa e americana), 92,4 para o repolho (média entre repolho branco e roxo) e de 96,8 para o pepino. A umidade da borra de café e das folhas secas foi determinada em laboratório. Foi medida a massa das amostras coletadas e depois acondicionadas em uma estufa. Como o material pesquisado é orgânico, o valor da temperatura utilizado foi de 60°C, por 5 dias. Para esta pesquisa foi utilizada a relação entre o peso da água e o peso do sólido por consequência, a umidade pode ser determinada segundo a equação (1), conforme apresentada a seguir.

Equação 1:

$$Umidade (\%) = \frac{\text{peso úmido} - \text{peso seco}}{\text{peso úmido}} * 100 \quad (1)$$

Foram feitas amostras de 100g de cada tipo, em triplicata. Com a umidade da borra de café, 73,1 e das folhas secas, 20%, foi possível calcular a proporção de folhas secas adequada para ser adicionado no experimento, utilizando a Equação 2, de Lourenço (2014).

Equação 2:

$$\frac{C}{N} = \frac{\{M1[C1 * (100 - H1)] + M2[C2 * (100 - H2)]\}}{M1[N1 * (100 - H1)] + M2[N2 * (100 - H2)]} \quad (2)$$

M1 = Massa em relação ao peso úmido de resíduos fonte de Carbono (kg)

C1 = Carbono do resíduo fonte de Carbono (%)

N1 = Nitrogênio do resíduo fonte de Carbono (%)

H1 = Umidade do resíduo fonte de Carbono (%)

M2 = Massa em relação ao peso úmido de resíduos fonte de Nitrogênio (kg)

C2 = Carbono do resíduo fonte de Nitrogênio (%)

N2 = Nitrogênio do resíduo fonte de Nitrogênio (%)

H2 = Umidade do resíduo fonte de Nitrogênio (%)

Utilizando a fórmula acima, a relação C/N teórica do substrato de alimentação das minhocas ficou entre 23/1 e 24/1, sendo os valores recomendados por Lourenço (2014). A umidade do substrato de alimentação foi calculada fazendo-se uma média ponderada da quantidade de resíduos e suas respectivas umidades, chegando a um valor de 90,0% de umidade na mistura colocada como alimento para as minhocas, a qual está no limite máximo recomendado por Lourenço (2014), que é de 75 a 90%.

A amostragem do material do vermidigestor foi baseada em Lourenço (2010), que recomenda dividir o vermidigestor em quadrados com área conhecida, metodologia também utilizada por Gómez-Brandón et al. (2013). O experimento foi planejado para ter uma duração de 60 dias, prevendo a coleta de amostra no momento da montagem do experimento, dia zero, e a partir de então, tendo coleta a cada três dias, para os dois tipos de vermidigestores.

RESULTADOS

Em 2004, a UTFPR – Câmpus Curitiba implementou o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Câmpus Curitiba – PGRS - CC. O PGRS previa a campanha de comunicação para incentivar a coleta seletiva no câmpus Curitiba. O programa obteve resultados favoráveis para a coleta seletiva gerando uma melhoria de 40% na separação dos resíduos nos coletores, resultado este obtido pela gravimetria realizada entre início da comunicação e doze meses após implantação (KAZAMA & REZENDE, 2014). Esta campanha foi denominada Jogada Certa, e em 2012 foi alçada como programa institucional da coleta seletiva na UTFPR em seus treze câmpus (PGRS, 2015).

Segundo os dados do PGRS UTFPR câmpus Curitiba sede Ecoville (PGRS, 2015), estima-se uma geração mensal de 1.573,5 kg de resíduos orgânicos, compostos por restos de frutas, legumes, flores, plantas e restos de alimentos provenientes das lixeiras de orgânicos, dos pátios e corredores, das copas dos setores administrativos, do café/copa dos professores e do Restaurante Universitário – RU. Os resíduos orgânicos são armazenados em um compacteiner, que é retirado três vezes por mês e encaminhado para destinação final em aterro sanitário.

Em 2014 deu-se início a pesquisa de vermicompostagem dos resíduos orgânicos não cozidos gerados no Restaurante Universitário - RU da UTFPR câmpus Curitiba sede Ecoville, um estudo em escala piloto de vermicompostagem. Durante 25 dias letivos foram coletados 477,97kg de resíduos vegetais provenientes do preparo das refeições do RU, os quais foram tratados e resultaram em 288,8Kg de húmus e 94 litros de biofertilizante líquido (NUERNBERG et al., 2015).

Este resultado demonstrou a viabilidade de aplicar esta tecnologia em grande escala, utilizando caixas, pelo fato desta sede Ecoville não possuir área suficiente para a construção de leiras para compostagem. A falta de espaço é um dos fatores decisivos na escolha da vermicompostagem, assim como, segundo pesquisa de Dores-silva (2013), o processo de vermicompostagem se mostrou mais eficaz na estabilização dos resíduos quando comparado com o processo de compostagem.

O período de tratamento dos resíduos foi planejado para 60 dias, mas o modelo com barras teve o seu término no 45º dia, e o modelo com furos finalizou no período planejado. O vermidigestor com barras não tinha mais substrato para a coleta das amostras no 45º dia. O modelo do vermidigestor com barras permite que o vermicomposto pronto caia para a caixa coletora com maior facilidade, o que ocasionou a falta de substrato para a coleta das amostras. Este mesmo fator não acontece no vermidigestor com furos, no qual é necessário fazer a retirada do vermicomposto manualmente, os furos só permitem o escoamento do líquido na caixa coletora. Huang et al. (2014), também finalizaram seu experimento antes do planejado, o qual ocorreu após 5 semanas de tratamento.

Essa diferença do design no fundo do vermidigestor influencia no manejo do vermicomposto pronto. O modelo de barras permite uma separação do vermicomposto de maneira rápida e com poucas minhocas, enquanto o modelo com furos exige uma separação manual das minhocas do vermicomposto pronto em qualquer composição de duas ou três caixas/vermidigestores empilhados.

O experimento foi realizado à temperatura ambiente. O interior dos vermidigestores apresentaram uma variação de temperatura ambiente entre 21 a 28 °C e da temperatura dentro dos vermidigestores entre 21 a 27°C. O experimento foi realizado nos meses de novembro, dezembro de 2016 e janeiro de 2017, meses relativamente quentes para a cidade de Curitiba, num período de final de primavera e início de verão.

Segundo Edwards et al. (2011), na Universidade de Illinois/USA o centro de compostagem precisa aquecer o ambiente em que se encontram os vermidigestores, no período do inverno. Dependendo do local onde é realizada a vermicompostagem pode haver a necessidade de uma proteção adequada para evitar a queda da temperatura nos vermidigestores. Nesta pesquisa foi possível ter uma temperatura próxima da faixa ideal para a vermicompostagem.

Em relação ao pH, o mesmo se manteve praticamente estável durante o período do experimento. Os resultados mostraram pouca variação entre o modelo de vermidigestor com furos, que apresentou pH $7,71 \pm 0,08$, e o de barras que apresentou pH $7,70 \pm 0,07$. Segundo Lourenço (2014), a faixa de pH ideal para a vermicompostagem se apresenta entre 6,0 - 8,0, sendo considerado um pH ótimo de 6,5 – 7,5.

A literatura indica que o valor de pH no vermicomposto precisa ser igual ou maior à 6,0, portanto, o vermicomposto atende a legislação neste quesito. Neste experimento não houve adição de cascas de frutas cítricas, que pode ser um dos fatores de mudança de pH na vermicompostagem. Não foi verificada mudança significativa no pH com o substrato de alimento que foi adicionado nos vermidigestores.

Segundo Edwards (1995), a temperatura e a umidade auxiliam no processamento dos materiais orgânicos. A faixa de temperatura na qual o processamento se dá mais rápido, é entre 15 a 25 °C associado aos teores de umidade entre 70 a 90 % de umidade. A atividade e produtividade das minhocas cai drasticamente, e consequentemente o processamento da matéria orgânica, quando a temperatura e a umidade estiverem fora destas faixas. O problema observado no vermidigestor com furos e que deve estar relacionado a formação das zonas úmidas e lento processo de escoamento da água, foi a presença de moscas a partir do 30º dia do experimento. Este fato não ocorreu nos vermidigestores com barras.

A relação Carbono Nitrogênio dos resíduos é importante para que o processo de compostagem ocorra de forma adequada por meio dos microrganismos (KIEHL, 1985). Após o processo de vermicompostagem, valores baixos da relação C/N indicam maior grau de maturação do vermicomposto Lourenço (2014). A quantidade das substâncias carbono e de nitrogênio presentes no adubo, vermicomposto, resultante desse processo também é importante para uma nutrição vegetal adequada (RAIJ et al., 1997).

O resultado do composto gerado durante o processo de vermicompostagem no modelo de vermidigestor de furos, apresentou relação de $11,27 \pm 0,01$ ao final de 60 dias, equivalendo a média das cinco amostras foi de $10,73 \pm 0,42$; e o modelo com barras $10,88 \pm 0,18$ ao final de 45 dias, e a média de 4 amostras foi de $10,95 \pm 0,11$. Esta relação encontrada no produto final do processo indica que o mesmo se apresentou adequado e similar entre os dois modelos.

CONCLUSÕES

Como foi observado nesta pesquisa, existe uma inconstância na geração de resíduo no RU, o que implica em volumes diários diferenciados ao longo da semana e de um mês. É importante desenvolver um sistema de gerenciamento de resíduos dentro do RU, realizando melhorias na estrutura e treinamento dos funcionários, com objetivo de tratar os resíduos vegetais crus por meio da vermicompostagem.

Com a presente pesquisa é possível concluir que o modelo de vermidigestor com fundo de barras/grades, após a avaliação dos diversos parâmetros físico e químicos se mostrou como sendo o mais adequado pelas seguintes razões: Facilidade no recolhimento de vermicomposto pronto; Capacidade de se estabilizar mais rapidamente

quando analisados os seguintes parâmetros: escoamento de lixiviado; degradação da matéria orgânica lábil; manutenção da população de minhocas e rápido equilíbrio do ambiente impedindo formação de zonas úmidas no vermidigestor.

O vermidigestor em barras suporta melhor os erros de gerenciamento, no caso de adição de substrato em excesso, ao contrário do modelo com furos. Os parâmetros físico e químicos e de macro e micro nutrientes não se mostraram diferentes entre os dois modelos, mas o modelo em barras finalizou o processo em 45 dias e o com furos em 60 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARTZ, M. L. C.; BROWN, G. G. As minhocas e o sistema direto na palha. Revista Plantio direto. Brasil. 2011. Disponível em: <http://febrapdp.org.br/download/publicacoes/754plantio_direto.pdf> Acesso em: 08 mar. 2017, 12:00.
2. BROWN, G. G.; DOMÍNGUEZ, J. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas. 3º encontro latino americano de ecologia e taxonomia de oligoquetas (ELAETAO3). Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), n. 2, 2010.
3. BOCHNIA, J.; SANTOS, J. T.; SILVA, A. G.; SILVA, C. A. A gestão de resíduos sólidos gerados no restaurante universitário de uma instituição de ensino superior. Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, v. 10, n. 2, 2013.
4. CARVALHO, I. C. M. As transformações na esfera pública e a ação ecológica: educação e política em tempos de crise da modernidade. Revista brasileira de educação. v.11 nº 32. Rio de Janeiro Maio/Agosto.2006
5. CEZAR, L. C.; BARBOSA, T. R. C. G.; REIS, M. C. T.; JÚNIOR, F. F. Panorama acadêmico sobre resíduos sólidos: análise da produção científica a partir do marco legal do setor. Revista Metropolitana de Sustentabilidade. Volume 5, nº 2. ISSN: 2318-3233- 2015
6. FORNES, F., MENDOZA-HERNÁNDEZ, D., GARCÍA-DE-LA-FUENTE, R., ABAD, M., & BELDA, R. M. Composting versus vermicomposting: a comparative study of organic matter evolution through straight and combined processes. Bioresource technology. 2012.
7. DE OLIVEIRA, Rafael Castelfranchi et al. Implantação do processo de vermicompostagem no aproveitamento de resíduos orgânicos no campus universidade/UFTM–uberaba-MG. Blucher Engineering Proceedings, v. 3, n. 2, p. 920-926, 2016.
8. DORES-SILVA P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem Quim. Nova, Vol. 36, nº. 5, 2013.
9. EDWARDS, C. A. Historical overview of vermicomposting. BioCycle. Jun, Vol. 36. Color Photographs. ISSN:0276-5055. 1995
10. EDWARDS, C.A., ARANCON, N.Q., SHERMAN, R. (Eds.). In:Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes and Environmental Management. CRC Press, Boca Raton. 2011.
11. HUANG, K; LI, F.; WE,Y.; Fu, X.; CHEN, X. Effects of earthworms on physicochemical properties and microbial profiles during vermicomposting of fresh fruit and vegetable wastes. Contents lists available at ScienceDirect. Bioresource Technology. 2014.
12. KIEHL, Edmar José. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, 1985.
13. LIU, K; Pric, G.W. Evaluation of three composting systems for the management of spent coffee grounds. Bioresour. Technol. 2011.
14. LOURENÇO, Nelson. Manual de Vermicompostagem. FUTURAMB. 1.ª Edição. Lisboa - Portugal. 2014.
15. NEPA, N. D. E. E. P. E. A. TACO: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Campinas SP: Unicampi, 2011. 161p. Relatório Técnico.
16. NUERNBERG, A. C. & KAICK, T. S. Vermicompostagem utilizando resíduo orgânico não cozido do restaurante universitário da utfpr câmpus curitiba - sede ecoville (estudo de caso). Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro. 2015.
17. OLIVEIRA, C. G. S.; MARQUES, L. M.; BIZARRO, L. M. C. E.; SOTOCORNO, L. M. S. Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados na praça de alimentação em uma universidade do interior do estado de São Paulo. Colloquium Exactarum, v. 6, n.3. 2014.
18. RAIJ, B van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2º ed. Rev. Atual. Campinas, Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, 1997.