http://journal.unoeste.br/index.php/ce/index
DOI: 10.5747/ce.2020.v12.n4.e343
ISSN on-line 2178-8332

Colloquium Exactarum

Submetido: 20/08/2020 Revisado: 24/09/2020 Aceito: 28/09/2020

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE VERMICOMPOSTAGEM PARA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS E DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

USE OF VERMICOMPOSTING TECHNIQUE FOR REUSE OF ORGANIC WASTE AND AQUATIC MACROPHYTES

Melissa Arantes Pinto, Bianca Soares de Souza, Isabela Marega Rigolin Fuzeto, Leila Maria Sotocorno e Silva, Monalisa Xavier dos Santos

Universidade Do Oeste Paulista – UNOESTE, Presidente Prudente, SP.
E-mail: melissa_arantes16@hotmail.com

RESUMO - Atualmente, a destinação final de resíduos orgânicos e de macrófitas aquáticas não ocorre de maneira eficaz, interferindo diretamente no meio ambiente e causando problemas ambientais. Diante disso, o trabalho teve como objetivo, realizar o reaproveitamento dos resíduos orgânicos do Campus 2 da UNOESTE, que são oriundos do restaurante universitário, limpeza urbana e esterco bovino de gado leiteiro, bem como as macrófitas aquáticas da represa da Cica no município de Presidente Prudente, por meio da técnica de vermicompostagem em diferentes tratamentos, analisando propriedades físicas e químicas do composto final e sugerindo uma melhor destinação para tais resíduos. Foram realizados quatro tratamentos, com três repetições cada, sendo eles: T1 (Esterco, Resíduo orgânico), T2 (Macrófita Aquática, Esterco, Resíduo orgânico), T3 (Resíduo de limpeza urbana, Esterco, Resíduo Orgânico) e T4 (Macrófita, Resíduo de limpeza urbana, Esterco, Resíduo orgânico). Após a coleta do composto, foram realizadas análises laboratoriais, onde foi constatado um aumento expressivo na umidade quando comparada aos parâmetros da Instrução Normativa SDA nº 25 de 2009. Nos tratamentos realizados, o T4 se apresentou como destaque pela procriação das minhocas. Portanto, através da execução desse trabalho foi possível confirmar que a aplicação da técnica de vermicompostagem é viável para o tratamento de resíduos orgânicos.
Palavras-chave: *Eisenia foetida*; Resíduos Sólidos; Vermicomposto.

ABSTRACT – Currently, the final destination of organic residues and aquatic macrophytes does not occur effectively, directly interfering with the environment and causing environmental problems. Therefore, the work aimed to reuse the organic waste from UNOESTE Campus 2, which comes from the university restaurant, urban cleaning and dairy cattle manure, as well as the aquatic macrophytes of the Cica dam in the municipality of President Prudent, using the vermicomposting technique in different treatments, analyzing the physical and chemical properties of the final compound and suggesting a better destination for such residues. Four treatments were carried out, with three repetitions each, namely: T1 (Dung, Organic waste), T2 (Aquatic Macrophyte, Dung, Organic waste), T3 (Urban cleaning waste, Dung, Organic waste) and T4 (Macrophyte, Waste urban cleaning, manure, organic waste).

After collecting the compost, laboratory analyzes were carried out, which showed a significant increase in humidity when compared to the parameters of Normative Instruction
SDA No. 25 of 2009. In the treatments carried out, T4 was highlighted by the breeding of earthworms. Therefore, through the execution of this work it was possible to confirm that the application of the vermicomposting technique is feasible for the treatment of organic waste.
Keywords: Eisenia foetida; Solid Waste; Vermicompost.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos são partes remanescentes dos processos derivados das atividades humanas, animais e de processos industriais. Quando esses resíduos são encaminhados aos locais inadequados de disposição final, eles podem causar problemas envolvendo aspectos sanitários, ambientais, sociais e econômicos (CETESB, 2010).

Sendo assim o reaproveitamento de resíduos principalmente orgânicos a partir de técnicas de compostagem, torna-se um meio extremamente viável e ecologicamente correto, que visa à produção de novos compostos.

Essas técnicas condizem em transformar resíduos orgânicos antes não utilizados em um novo composto, rico em nutrientes propícios para uso na agricultura e projetos de recuperação de áreas degradadas. Dentro desse contexto, uma vertente que vem sendo utilizada é a técnica de vermicompostagem, que faz a utilização de minhocas para a estabilização dos resíduos orgânicos, urbanos e agroindustriais (AQUINO; DE-POLLI; ALMEIDA, 1994).

Com isso, a presente pesquisa visa aplicar essa técnica de vermicompostagem para realizar o reaproveitamento de resíduos de limpeza urbana e orgânicos de um campus universitário, em conjunto com macrófitas aquáticas. O local de execução da pesquisa situa-se no campus II da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, no município de Presidente Prudente (SP), onde grande parte dos resíduos a serem utilizados como insumos são gerados dentro da própria unidade. Já a utilização das macrófitas no processo se dará em função do seu recolhimento na represa da Cica do município de Presidente Prudente, onde existe um ponto de captação de água para abastecimento humano.

Contudo este projeto justifica-se como uma forma de auxílio para reaproveitar e reutilizar os resíduos orgânicos e de limpeza urbana que são produzidos todos os dias no campus da universidade, bem como buscar dar destino adequado para as macrófitas, que podem prejudicar a vida dos seres vivos do meio aquático.

O reaproveitamento dos resíduos orgânicos do Campus 2 da UNOESTE será advindo do restaurante universitário, assim como os resíduos de limpeza urbana e o esterco bovino de gado leiteiro que também serão fornecidos pela universidade, juntando-se assim as macrófitas aquáticas, a fim de obter-se um vermicomposto final que possa ser passível de utilização, bem como proceder a sua caracterização física e química por meio de análises experimentais.

Sendo assim, será avaliado o processo de transformação da matéria orgânica dos resíduos e das minhocas nos diferentes tipos de tratamentos, onde serão analisadas as propriedades físicas e químicas do composto final, e por fim, será pontuado o aproveitamento de resíduos orgânicos da universidade em busca de uma melhor destinação.

2. METODOLOGIA

A metodologia de aplicação da vermicompostagem se dá em função do proposto no Manual de Vermicompostagem emitido pela EMBRAPA em 1996.

O local de execução e instalação da pesquisa foi no Setor de Minhocultura localizado no Campus 2 da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, onde já havia a existência de canteiros que são utilizados para procriação das minhocas. Esses canteiros serviram como base para instalação do experimento, já que a procriação das minhocas e fabricação do vermicomposto dessa pesquisa foi realizada em baldes de plástico com capacidade de 12 litros que foram posteriormente acondicionados dentro da leira 6 deste setor, por um período de 60 dias, compreendendo a etapa de pré-decomposição e inicio da vermicompostagem.

O experimento foi instalado no dia 13 de setembro de 2019, onde todos os insumos utilizados para a pesquisa foram previamente pesados a fim de utilizar os volumes precisos, evitando assim erros grosseiros quanto à realização da técnica.

Os resíduos utilizados provenientes do campus da universidade foram coletados durantes 25 dias devido à oscilação diária de insumo que era gerada. Os resíduos orgânicos recolhidos eram provenientes do restaurante universitário oriundos principalmente dos "restos" das refeições que ali são servidas. Já os resíduos de limpeza urbana do campus se diz respeito principalmente à poda das árvores e serviço diário de limpeza das vias de circulação. O esterco bovino de gado leiteiro era advindo da criação de gado leiteiro na universidade, tanto para fins universitários como de insumo humano (ordenha de leite). Em relação às macrófitas aquáticas, as mesmas foram retiradas da represa da Cica no município de Presidente Prudente.

Sendo assim a etapa seguinte foi a de pré-decomposição dos insumos, que teve como objetivo diminuir a fermentação dos materiais no processo de decomposição, visto que nessa fase ocorre o aumento de temperatura e liberação de gases que são prejudiciais as a sobrevivência das minhocas. Sendo assim, o tempo instituído para essa etapa foi de aproximadamente 20 dias, onde apenas esterco bovino de gado leiteiro, resíduos de limpeza urbana e as macrófitas aquáticas passaram por esse processo. Em relação aos resíduos orgânicos, os mesmos foram utilizados de forma direta nos tratamentos, a fim de evitar com que houvesse a disseminação e procriação de larvas de mosca no insumo, visto que as mesmas podem deixar o composto muito ácido para a sobrevivência das minhocas (E-CYCLE, 2018).

Deste modo, cada insumo coletado foi compostado separadamente, para obter a quantidade em litros de cada composto gerado.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), que contou com 4 tratamentos e 3 repetições, totalizando 12 parcelas experimentais conforme descrito na Tabela 1. Em cada unidade experimental foi adicionado cerca de 30 indivíduos adultos da espécie de minhoca *Eisenia foetida*. Essa adição das minhocas nos tratamentos ocorreu quando todos os insumos foram homogeneizados na instalação do experimento.

Tabela 1. Delineamento experimental para aplicação da técnica de vermicompostagem.

TRATAMENTO	INSUMO + MINHOCAS
T1	6L Esterco Bovino Leiteiro (EBL) + 6L Resíduo Orgânico (RO) + 30 Minhocas Adultas
T2	4L Macrófita Aquática (MA) + 4L Esterco Bovino Leiteiro (EBL) + 4L Resíduo Orgânico (RO) + 30 Minhocas Adultas
T3	4L Resíduo de Limpeza Urbana (RLU) + 4L Esterco Bovino Leiteiro (EBL) + 4L Resíduo Orgânico (RO) + 30 Minhocas Adultas
T4	3L Macrófita Aquática (MA) + 3L Resíduo de Limpeza Urbana (RLU) + 3L Esterco Bovino Leiteiro (EBL) + 3L Resíduo Orgânico (RO) + 30 Minhocas Adultas

Fonte: Os autores (2019).

Em relação ao monitoramento das unidades experimentais o mesmo ocorreu duas vezes no decorrer da semana, durante os primeiros 30 dias, para acompanhamento dos seguintes parâmetros:

- **Umidade:** feita através do teste da mão, onde é retirada uma amostra do vermicomposto e o material coletado é moldado com as mãos. O indicativo para a umidade ideal é de 40 a 60%, ou seja, quando o material for comprimido entre os dedos deve escorrer apenas algumas gotas de água.
- **Qualidade do vermicomposto:** executada no final do período de 40 dias da aplicação da técnica, onde uma amostra do vermicomposto é retirada e esfregada nas mãos. Se o aspecto estiver próximo ao de graxa preta significa que o material está maturado.
- **Desenvolvimento das minhocas:** realizado através de observações visuais para acompanhar se os indivíduos se adaptaram e desenvolveram ou ocorreu à morte devido a algum fator.

Após os esses 30 dias decorridos o vermicomposto foi coletado no dia 23 de outubro

de 2019, nas primeiras horas da manhã, totalizando assim 40 dias do processo de vermicompostagem. Em cada unidade experimental foram retiradas apenas uma amostra do vermicomposto, onde as mesmas foram encaminhadas ao Laboratório de Solos e Tecidos de Vegetais da Universidade do Oeste Paulista para realizar a análises dos parâmetros especificados na presente pesquisa.

A coleta foi realizada depositando o vermicomposto maturado referente a cada tratamento, em uma peneira metálica de malha de 8 mm. Após o peneiramento, o composto foi colocado em sacos plásticos devidamente identificados com peso de aproximadamente 650 gramas.

Sendo assim, ao final desse processo as amostras foram analisadas através da Metodologia de Análise LANARV (1998) disponibilizada pelo Ministério da Agricultura. Os parâmetros analisados foram pH, umidade a 60-65°C, matéria orgânica total, carbono total, nitrogênio total e relação C/N.

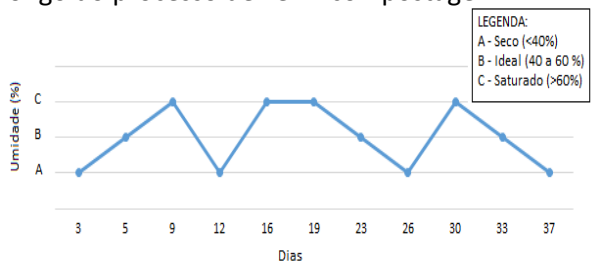
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após todo o monitoramento das unidades experimentais, os resultados obtidos serão discutidos nos tópicos a seguir.

3.1. Umidade

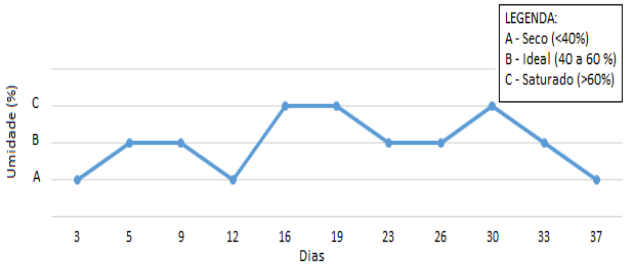
Os dados obtidos sobre a umidade e sua relação com o decorrer dos dias de acordo com cada tratamento está disposto nas Figuras 1 a 4 a seguir:

Figura 1. Umidade do tratamento T1 (EBL+RO) ao longo do processo de vermicompostagem.



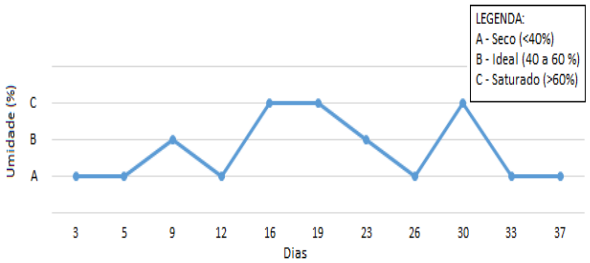
Fonte: Os autores (2019).

Figura 2. Umidade do tratamento T2 (MA+EBL+RO) ao longo do processo de vermicompostagem.



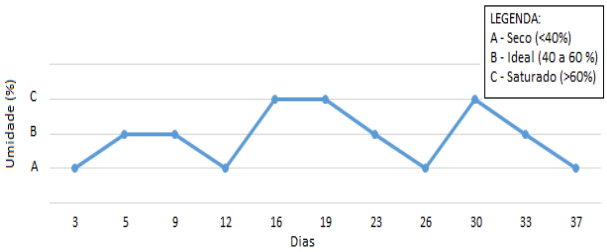
Fonte: Os autores (2019).

Figura 3. Umidade do tratamento T3 (RLU+EBL+RO) ao longo do processo de vermicompostagem.



Fonte: Os autores (2019).

Figura 4. Umidade do tratamento T4 (MA+RLU+EBL+RO) ao longo do processo de vermicompostagem.



Fonte: Os autores (2019).

Através da observação dos gráficos de linhas de cada tratamento, foi possível notar que a maioria se manteve dentro das classificações de seco ou ideal, devido às altas temperaturas da região do Oeste Paulista, que se encontravam próximas a 30 e 38ºC fazendo assim com que o vermicomposto perdesse umidade com muita facilidade. Referente aos dias em que os tratamentos se encontravam como saturados, se deve ao fato de que os tratamentos foram molhados excessivamente e que no dia 19 de averiguação da umidade, havia chovido no dia anterior molhando as unidades no Setor de Minhocultura (laterais do local são abertas). Aos dias em que se encontravam secos foi feita a adição de água até o ponto máximo de umidade ideal (~60%).

De acordo com Kiehl (1985), Nunes (2017) e Pigatin (2017) a umidade do vermicomposto deve estar entre 40 a 60%, sendo o mesmo adotado na pesquisa. Referente aos tratamentos que tem como insumo as macrófitas aquáticas, nas observações visuais foi possível notar que tais tratamentos retinham maiores quantidades de água, isso pelo fato das características fisiológicas da planta, pois de acordo com Cruz (2011) as mesmas possuem capacidade de absorver diversos elementos, um deles a água.

Sendo assim esses valores puderam garantir que o processo ocorresse dentro das faixas desejáveis de umidade conforme a literatura estabelecia tornando o processo eficiente.

3.2. Análise da qualidade do vermicomposto e desenvolvimento das minhocas

Esse monitoramento foi apenas realizado na coleta do vermicomposto. Sendo assim os vermicompostos coletados não se encontravam totalmente maturados, visto que o aspecto resultante nas luvas não era de graxa preta. Deste modo pode-se justificar que os tratamentos não atingiram o ponto de maturação, pois os autores optaram por utilizar o menor tempo disponível na literatura quanto à duração do processo de vermicompostagem. Aquino, Almeida e Silva (1992) em seu estudo envolvendo esterco bovino, bagaço de cana e leguminosas, relatou que obteve composto maturado, em condições similares as descritas aqui na pesquisa, em 40 a 45 dias. Entretanto tal fato não foi observado no experimento realizado pelos autores, isso devido a outros fatores como temperatura ambiente, umidade, pH e insumos utilizados.

Diante do exposto na literatura, o tempo adotado para a vermicompostagem vai depender na grande maioria dos casos dos insumos que vão ser utilizados (AQUINO; DE-POLLI; ALMEIDA, 1994; AQUINO; OLIVEIRA; LOUREIRO, 2005). O tempo comumente utilizado nas pesquisas de, Ricci (1996), Dores-Silva, Landgraf e Rezende (2013), COTTA *et al*. (2015), Panisson (2017), Ribeiro (2019) pode variar de 30 até 160 dias para que o vermicomposto possa estar maturado, pois como já exposto anteriormente vai depender do tipo de material a ser utilizado na técnica. Portanto o ponto de maturação do vermicomposto da pesquisa não chegou até o processo final, devido a esses fatores, o tempo, a quantidade de insumos utilizados em cada tratamento e a ausência de minhocas ao final do processo.

Em relação ao desenvolvimento das minhocas em cada unidade experimental ao final da aplicação da técnica, a quantidade de minhocas adultas e filhotes são expressos na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2. Quantidade de minhocas em cada unidade experimental ao final dos 40 dias de aplicação da técnica de vermicompostagem.

	MINHOCAS	
TRATAMENTOS	**Adultas**	**Filhotes**
T1R1	0	0
T1R2	0	0
T1R3	0	0
T2R1	1	0
T2R2	30	36
T2R3	0	0
T3R1	0	5
T3R2	0	0
T3R3	16	10
T4R1	27	14
T4R2	0	0
T4R3	0	0

Fonte: Os autores (2019).

Ao analisar a Tabela 2 identifica-se que o desenvolvimento das minhocas em cada unidade experimental variou consideravelmente, apresentando na maioria dos casos nenhum tipo de oligoquetos. Durante as visitas realizadas entre o dia 3 e 30 da aplicação da técnica foram observadas minhocas em todos os tratamentos, apenas a partir do dia 33 e 37 não foram observadas nas unidades pertencentes ao T1 e suas respectivas repetições, T2R3, T3R2, T4R2 E T4R3 nenhum tipo de minhoca.

O tratamento 1 que envolvia EBL+RO que não apresentou nenhuma minhoca, dentro da pesquisa era considerado o controle, visto que na literatura dispunha que são os insumos mais utilizados na técnica de vermicompostagem. Os demais tratamentos e suas respectivas repetições apresentaram quantidades consideráveis em determinadas unidades, visto que no início do

processo foram inseridas 30 minhocas adultas. O T2R2 apresentou no final da técnica 66 minhocas, sendo delas 30 adultas e 36 filhotes. Esse tratamento em todas as visitas de monitoramento foi o que mais apresentava minhocas, atribuindo ao fato de que a umidade se concentrava mais próxima das macrófitas, já que suas raízes acumulavam água quando era corrigida a umidade. Outro tratamento que também apresentou grande quantidade de minhocas foi T4R1 que é o correspondente ao experimento que conta com todos os insumos. Vale ressaltar que esse tratamento em todas as visitas se encontrava bem úmido devido a ter macrófitas aquáticas e resíduos de limpeza urbana, que guardam grandes quantidades de umidade, que são essenciais a sobrevivência das minhocas.

Farias (2001) em seu estudo envolvendo diferentes porcentagens de esterco bovino, resíduo de poda/capina e lixo cru não observou tal comportamento de mortandade ou fuga das minhocas mesmo em temperaturas elevadas, esse fato pode não ser comprovado na presente pesquisa, pois não houve possibilidade de aferição de tal parâmetro.

Outro fator ainda associado à fuga das minhocas se dá pelo relatado por Nunes (2017), onde após 95 dias de aplicação da técnica se encontravam fora do experimento, isso segundo o autor se deu ao fato de que as mesmas estavam com falta de alimento. Ricci (1996) também afirma que a fuga das minhocas dos canteiros está associada à falta de alimento, muitas vezes relacionado ao material decomposto.

Esse fato descrito por Ricci (1996) e Nunes (2017) pode estar associado aos experimentos aqui realizados, visto que após a adição inicial de alimentos os tratamentos não receberam novos acréscimos de insumos.

De acordo com Ricci (1996) e Sodré (1988) alguns inimigos naturais também podem comprometer a sobrevivência das minhocas, sendo eles sanguessugas, centopeias, lesmas, rãs, galinhas e formigas.

Durante a avaliação das unidades a partir do dia 23 foi perceptível notar uma leve infestação de formigas no experimento. Essa infestação permaneceu até o dia 30 do monitoramento, visto que nesse dia o composto se encontrava encharcado, que segundo Ricci (1996) faz com que as mesmas acabem saindo do local aonde se encontram..

Também foi observado em todos os tratamentos a partir do dia 16 do monitoramento larvas da mosca soldado (*Hermetia illucens*), que de acordo com Penna (2016) essa larva quando em poucas quantidades no composto não causa nenhum dano ao processo, entretanto quando ocorre uma infestação pode atrapalhar o desenvolvimento das minhocas. Deste modo os autores quando notaram a presença de tal larva, as retiram dos tratamentos, porém como o local era aberto, ocorreu que nas semanas seguintes a quantidade de larvas havia aumentado o que impossibilitou a sua retirada total. Tal fato também pode estar associado à morte das minhocas, pois conforme Penna (2016) essa grande infestação no experimento aqui realizado por ter interferido de forma direta na sobrevivência das minhocas.

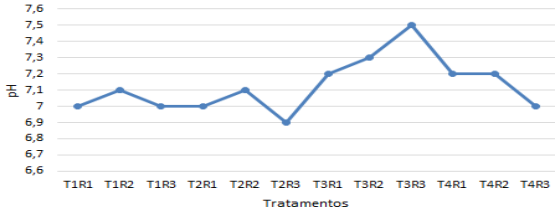
3.3. Análises laboratoriais

As análises dos parâmetros do experimento realizado foram feitas apenas no final do processo e o vermicomposto produzido na pesquisa pode ser classificado como Classe A de acordo com a Instrução Normativa SDA nº 25 de 2009, deste modo os resultados aqui apresentados serão discutidos conforme a mesma.

3.3.1. pH

Ao final do processo de vermicompostagem o valor de pH resultante das análises laboratoriais está disposto na Figura 5 a seguir.

Figura 5. Valores de pH obtidos ao final da aplicação da técnica de vermicompostagem.



Fonte: Os autores (2019).

Ao analisar a Figura 8 de pH é perceptível que todas as unidades experimentais apresentaram características básicas, não diferenciando muito entre os tratamentos, visto que estavam entre o pH de 6,9 a 7,5.

Referente à Instrução Normativa SDA nº 25 de 2009, a mesma dispõe que o valor mínimo de pH no vermicomposto a ser comercializado, deve ser de pH 6, sendo assim todos os

tratamentos realizados na presente pesquisa apresentaram pH acima desse valor estabelecido. Diante da análise desse parâmetro seria possível que o mesmo pudesse ser comercializado.

Pigatin (2017) em seu trabalho também relatou um aumento de pH, onde a mesma atribui esse fato ao composto já estabilizado. Nunes (2017) relatou que ao final do processo o vermicomposto se apresentava com características alcalinas estando os valores entre 7,67 a 8,57, estando assim com valores superiores ao apresentado aqui na referente pesquisa, entretanto ainda se encontrava com características alcalinas.

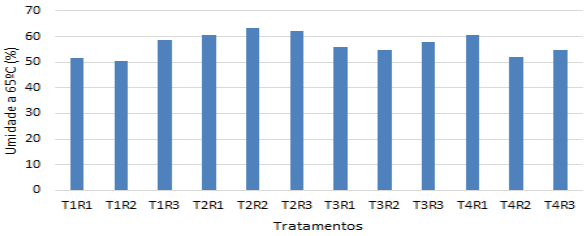
Outro autor que descreve esse comportamento alcalino é Veras e Povinelli (2004) com aplicação da técnica em lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano, onde ao final do processo praticamente todas as leiras apresentavam essa característica de pH próximo a 7,5.

Portanto é possível concluir que a característica de alcalinidade dos vermicomposto ao final do processo é comum, visto que esse parâmetro é associado à própria atividade de alimentação das minhocas.

3.3.2. Umidade a 65ºC

Apesar da umidade do composto ter sido avaliada durante todo o processo de aplicação da técnica com intuito de deixá-la ideal, esse parâmetro é previsto como uma análise fundamental disposta na Instrução Normativa SDA nº 25 de 2009. Sendo assim os resultados obtidos dessa análise são dispostos na Figura 6 a seguir.

Figura 6. Valores de umidade a 65ºC obtidos ao final da aplicação da técnica de vermicompostagem.



Fonte: Os autores (2019).

A variação de umidade contida nas amostras analisadas não se diferenciou consideravelmente entre os tratamentos, visto que todos eles receberam as mesmas condições de restabelecimento da umidade quando encontrados no ponto a abaixo do ideal ou saturados.

Quanto ao disposto na Instrução Normativa SDA nº 25 de 2009, a umidade máxima aceita nos vermicomposto Classe A é de 50%, deste modo todos os compostos finais se encontravam com porcentagens acima desse valor. Uma alternativa referente a esse parâmetro, a fim de que o mesmo se enquadrasse dentro da normativa, seria a correção da umidade uma semana antes da coleta final do vermicomposto, para que no dia do recolhimento do mesmo a umidade se enquadrasse dentro da normativa.

O alto teor de umidade aqui relatado também é encontrado nos estudos de Farias (2001), onde o mesmo atribui essas porcentagens a fácil adaptação das minhocas que mesmo em teores baixos de umidade, a mesma contínua a realizar o processo de vermicompostagem.

Esse parâmetro em grande parte da literatura está ligado à sobrevivência das minhocas, entretanto torna-se relativo quando analisados diversos estudos, visto que a minhoca tem fácil adaptabilidade quando o meio a favorece para tal característica de sobrevivência.

3.3.3. Matéria orgânica total

Ao analisar a Figura 10 nota-se que os valores de M.O variaram entre aproximadamente 15 e 20%, não apresentando grandes discrepâncias. O único tratamento que se mostrou com maiores teores de M.O foram os tratamentos T4R2 e T4R3, devido ao fato desses experimentos serem os que contêm as maiores diversidades de insumos utilizados, o único tratamento que não apresentou valores próximos aos demais foi o T4R1, devido ao fato das minhocas terem fugido ou morrido do tratamento no dia 30 do monitoramento, não terminando assim o processo todo da vermicompostagem.

Outro tratamento que através da Figura 7 se mostrou diferente dos demais pelo seu valor baixo foi o T2R3, onde ocorreu o mesmo fato das minhocas terem fugido ou morrido.

Figura 7. Valores de matéria orgânica total em % obtidos ao final da aplicação da técnica de vermicompostagem.



Fonte: Os autores (2019).

Referente à Instrução Normativa SDA nº 25 de 2009, esse parâmetro não se encontra com valores mínimos ou máximos, porém devem ser declarados nas embalagens que comercializam o vermicomposto.

Esse parâmetro esta segundo Dores-Silva, Landgraf e Rezende (2013) está amplamente ligado ao carbono, pois conforme há diminuição de C nos compostos a M.O também reduz, devido ao fato de não haver mais degradação dos insumos por parte das minhocas. Em seu estudo o mesmo apresenta elevadas porcentagens de M.O, não estando em conformidade com os dados dessa pesquisa.

Nos estudos de Farias (2001), COTTA *et al*. (2015) e Nunes (2017) também é possível notar teores maiores de M.O, onde todos os autores associam esse fato à decomposição de determinados componentes por parte das minhocas e dos microrganismos que estão presentes no composto. Essa estabilização da M.O segundo COTTA *et al*. (2015) contribui para um vermicomposto mais rico em nutrientes, conferindo ao produto final um elevado potencial fertilizante.

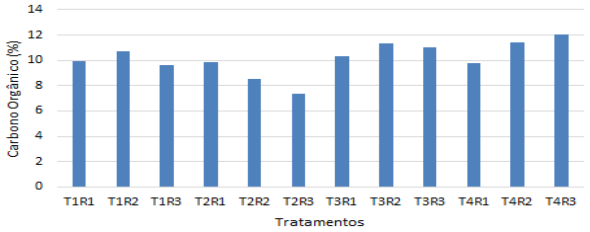
Dentre todos os autores consultados para elaboração da presente pesquisa o que apresentou maior correlação aos dados aqui obtidos é Veras e Povinelli (2004), que em sua pesquisa observou um percentual de M.O de aproximadamente 15, afirmando os dados aqui expostos. Essa comparação e dados similares se da devido ao fato que a pesquisa de Veras e Povinelli (2004) apresentarem como insumo lodo de esgoto e lixo urbano, que possui grandes quantidades de M.O, equivalente aos insumos utilizados nesta pesquisa.

Portanto, mesmo que esse parâmetro não esteja incluído no referente normativa, sua análise torna-se fundamental a fim de entender a quantidade de matéria orgânica decomposta pelas minhocas durante todo o processo.

3.3.4. Carbono orgânico

Esse parâmetro é de extrema importância para a agricultura orgânica, visto que parte do solo é composto por mais de 50% de carbono. Deste modo os valores obtidos através da análise de carbono são dispostos conforme a Figura 8 a seguir.

Figura 8. Valores de carbono orgânico em % obtidos ao final da aplicação da técnica de vermicompostagem.



Fonte: Os autores (2019).

De acordo com a análise da Figura 11, os valores de carbono orgânico variaram de 7 até 12%, sendo apenas o T2R3 com o valor mais baixo de todas as amostras analisadas.

Na Instrução Normativa SDA nº 25 de 2009, os valores mínimos de carbono orgânico são de 10%, deste modo apenas os tratamentos T1R2, T3R1, T3R2, T3R3, T4R2, T4R3 estavam acima dos valores mínimos estabelecidos. Os demais tratamentos se mantiveram próximos ao valor mínimo estipulado.

COTTA *et al*. (2015) em seu estudo mostra valores de carbono acima de 20% aos 98 dias de aplicação da técnica. Essa diferença relacionada ao tratamento aqui realizado pode estar associada aos diferentes insumos utilizados e a morte das minhocas ao final dos tratamentos.

Pigatin (2017) em seu estudo relata que baixas quantidades de carbono são resultantes da mineralização da M.O pelas minhocas, pois o carbono que não é volatizado para a atmosfera e fica no composto com forma mais estável. Deste modo pode-se justificar que os baixos valores de carbono aqui identificados estão associados aos compostos que se humificaram. Nunes (2017) também identifica tal comportamento do carbono quanto a sua diminuição no decorrer da vermicompostagem.

Os dados de carbono do estudo de Veras e Povinelli (2004) são próximos aos aqui observados, pois em seus estudos ainda afirma que esses valores estão ligados à estabilização da M.O pelas minhocas, ou seja, não há mais

nenhum tipo de alimento disponível para que esses indivíduos façam degradação.

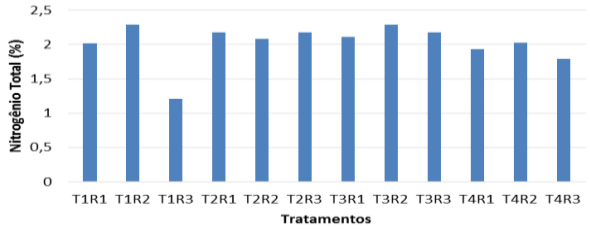
Apesar de diversos dados estarem acima dos aqui encontrados, todos os autores justificam que há tendência dos valores de carbono a diminuir durante a execução da técnica, entretanto as porcentagens obtidas na presente pesquisa ainda se encontram dentro dos valores referentes à normativa de fertilizantes orgânicos.

3.3.5. Nitrogênio total

Os valores referentes ao nitrogênio total se dão através da observação da Figura 9, onde posteriormente será realizada sua respectiva interpretação.

Observando o comportamento do nitrogênio (N) nos tratamentos, nota-se que apenas o T1R3 possui o valor mais baixo dentre as amostras analisadas, já que as demais seguem o parâmetro de estarem acima de 1,5% de N.

Figura 9. Valores de nitrogênio total em % obtidos ao final da aplicação da técnica de vermicompostagem.



Fonte: Os autores (2019).

Aos valores mínimos de N dispostos pela Instrução Normativa SDA nº 25 de 2009, todos os tratamentos se encontram dentro dos valores de 0,5%.

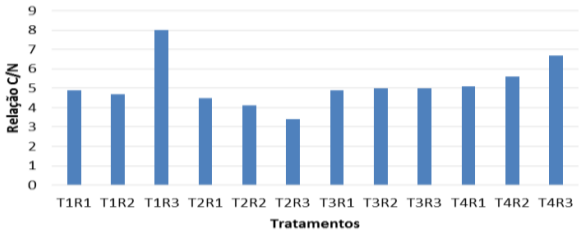
Na pesquisa realizada por Silva *et al*. (2011) a mesma observou aumento considerável de N nas amostras, tal fato não foi observado nessa pesquisa. Ainda segundo Silva *et al*. (2011) esse aumento de nitrogênio está associado às minhocas, já que as mesmas fazem a transformação dos resíduos orgânicos em húmus estabilizado, originando em um composto pronto para ser utilizado como fertilizante orgânico. Silva *et al*. (2011) também afirma que o fator de nitrogênio no composto está associado ao tempo de aplicação da técnica e que em tratamentos que envolvam esterco bovino não há alterações significativas nos teores finais de nitrogênio, devido há ter perdas do elemento em forma gasosa.

Os resultados de Veras e Povinelli (2004) representam valores de nitrogênio próximos ao encontrados aqui na pesquisa, variando os valores entre aproximadamente 1,3 a 0,9%. Veras e Povinelli (2004) também afirmam que as perdas de nitrogênio na vermicompostagem são frequentes devido à volatilização do elemento, sendo assim é de extrema importância controlar esse parâmetro a fim de aumentar sua concentração no composto final, já que o mesmo tem importância agronômica.

3.3.6. Relação C/N

O resultado final do processo de vermicompostagem e o respectivo valor da relação C/N das análises laboratoriais está disposto na Figura 10 a seguir.

Figura 10. Valores da relação C/N obtidas ao final da aplicação da técnica de vermicompostagem.



Fonte: Os autores (2019).

A relação C/N observada através da análise da Figura 10 manteve-se dentro de um padrão similar, estando por volta de 4 a 6,5, apresentando apenas o tratamento T1R3 como valor mais acentuado do parâmetro.

A Instrução Normativa SDA nº 25 de 2009 traz que a relação C/N do vermicomposto deve estar no máximo com valor de 14. Todos os tratamentos analisados da pesquisa se encontravam dentro desse valor máximo estipulado pela normativa.

Para Kiehl (1985) valores de relação C/N abaixo de 10/1 significam que o composto já se encontra curado, desta forma todos os dados aqui obtidos através da analise desse parâmetro estão abaixo do valor máximo afirmando pelo autor.

Tratamentos que envolvam maiores quantidades de insumos tendem a ter uma relação C/N mais estável, como o estudo de COTTA *et al*. (2015) que utilizou 3 insumos diferentes, onde o mesmo relatou que esse tratamento se encontrava com o parâmetro mais estável. Essa afirmação também se diz condizente com o estudo do experimento aqui realizado, que

utilizou 4 insumos diferentes e apresentou uma relação C/N estável em comparação ao disposto na literatura.

Valores próximos ao aqui relatados também são encontrados nos estudos de Veras e Povinelli (2004), onde aos valores da relação C/N estão entre 10 a 8, conforme a literatura sobre compostos maturados.

Sendo assim a relação C/N das amostras aqui analisadas estão dentro dos valores dispostos na literatura e pela referente normativa.

3.4. Abordagem do reaproveitamento de resíduos orgânicos da universidade

Essa pesquisa conforme seu intuito teve como fundamento realizar o reaproveitamento de resíduos orgânicos antes mal destinados e tranformalos através de uma técnica simples em um excelente fertilizante orgânico. Sendo assim, trouxe como forma de destinação final correta a técnica de vermicompostagem, que pode ser utilizada não somente para beneficiamento e reutilização dos resíduos orgânicos produzidos no campus de estudo, mas também como uma forma de aprendizagem para diversos cursos referentes às áreas de exatas, agrárias e biológicas.

Esse aproveitamento de resíduos segundo Tavares *et al*. (2018) a partir da aplicação da técnica origina em um produto final rico em nutrientes que seja favorável para o plantio de culturas, portanto é fato que a universidade realizando a aplicação da técnica pode produzir esse produto em larga escala para utilização nos campos produtivos que tem em sua extensão, desde que a mesma seja executada de maneira correta. Essa técnica de acordo com Carlesso, Ribeiro e Hoehne (2011) é considerada uma biotecnologia, sendo assim uma excelente ferramenta de ensino, visto aos diversos problemas ambientais oriundos do descarte incorreto de resíduos no país.

Essa abordagem como ferramenta educativa dentro dos mais variados cursos, também é visto como beneficio por Gazanêo (2012), visto que a educação ambiental deve ser abordada conforme a Lei nº 9.795, de 1999 de forma interdisciplinar, sendo assim de extrema importância a universidade, já que seu mercado é dedicado à educação, formando profissionais capacitados frente aos novos desafios ambientais.

Ainda como uma das melhores formas de destinação a universidade já dispõe de local adequado para fazer uma ampla exploração da técnica, sendo ele o Setor de Minhocultura, que atualmente tem capacidade para gerar aproximadamente 55,5 m³ de vermicomposto, porém não sendo explorado tal beneficio.

Portanto é de suma relevância que a universidade promova o desenvolvimento da educação das mais diversas formas a fim de atentar-se aos estudos realizados nesse campo, para obter benefício dos resíduos orgânicos gerados, visto como fonte de educação e lucro quando bem explorados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da execução desse trabalho foi possível confirmar que a aplicação da técnica de vermicompostagem é viável para o tratamento de resíduos orgânicos, onde se deve considerar que para aplicação da mesma os insumos a serem utilizados devem ser viáveis tanto ao acesso quanto a disponibilidade.

Também é de suma importância realizar a verificação frequente da umidade dos tratamentos bem como da temperatura ambiente, visto sua importância na manutenção da sobrevivência das minhocas. Ainda é necessário observar constantemente a existência de inimigos naturais das minhocas que podem atrapalhar a aplicação da técnica, eliminando-os da forma mais rápida a fim de prevenir com que ocorra novamente seu aparecimento.

Pertinente aos parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa SDA nº 25 de 2009, apenas o não atendido foi o de umidade, onde nenhum tratamento se encontrava dentro da faixa máxima estipulada pela mesma.

Nas observações visuais realizadas durante o monitoramento foi possível detectar que para reprodução das minhocas e consequentemente melhor produção de vermicomposto, o tratamento 4 (MA+RLU+EBL+RO) se apresentou como destaque durante o experimento.

Portanto nessa pesquisa para que os tratamentos pudessem chegar ao ponto de maturação ideal, seria necessário estender o tempo de duração de aplicação da técnica e observar diariamente qual seria o mais viável para que os mesmos pudessem ser utilizados ou até mesmo comercializados.

REFERÊNCIAS

AQUINO, A. M.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, V. F. Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Comunicado Técnico**, n. 8, p. 1-6, jun. 1992.

AQUINO, A. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. Alternativas para substituição parcial do esterco na vermicompostagem. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Comunicado Técnico**, n. 11, p. 1-4, jun. 1994.

AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, A. M. G.; LOUREIRO, D. C. Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Comunicado Técnico**, Seropédica, jun. 2005.

BRASIL. Presidência da República. **Lei N° 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Casa Civil, Brasília, DF, 02 ago. 2010. Legislativo. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 18 fev. 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Lei N° 9.795, de 27 de Abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a política nacional de educação ambiental e dá outras providências. Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 18 fev. 2019.

CARLESSO, W. M.; RIBEIRO, R.; HOEHNE, L. Tratamento de resíduos a partir de compostagem e vermicompostagem. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 3, n. 4, p. 105-110, 2011.

CETESB. Emissões do setor de resíduos sólidos e efluentes líquidos. **Governo de São Paulo**, p. 22 e 24, 2009-2010.

COTTA, J. A. O.; CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. S.; REZENDE, M. O. O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 65-78, jan./mar. 2015. https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000111864

CRUZ, M. B. **Macrófitas aquáticas cultivadas em águas de drenagem ácida de mina.** 2011. 81 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Quim. Nova**, v. 36, n. 5, p. 640-645, março. 2013. https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000500005

E-CYCLE. **Vermicompostagem: conheça as vantagens dessa técnica que reduz o lixo orgânico.** 2018. Disponível em: https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/2532-o-que-e-vermicompostagem-passo-a-passo-dicas-como-fazer-compostagem-caseira-minhocas-minhocario-composteira-domestica-apartamento-vantagens-reciclagem-sustentavel-lixo-organico-adubo-natural-onde-encontrar-comprar-adquirir.html. Acesso em: 17 nov. 2019.

FARIAS, C. A. **Resíduos orgânicos alternativos nos processos de compostagem e vermicompostagem.** 2001. 119 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GAZANÊO, L. **Pensando a compostagem como ferramenta de aprendizagem significativa.** 2012. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2012.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1985.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa Nº 25, de 23 de Julho de 2009.** Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Embrapa. Disponível em:

https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Biog%C3%A1sFert+-+Instru%C3%A7%C3%A3o+Normativa+25%2C+normas+sobre+fertilizantes+destinados+%C3%A0+agricultura.pdf. Acesso em: 19 fev. 2019.

NUNES, R. R. **Vermicompostagem como tecnologia aplicada à valorização e reaproveitamento dos resíduos de curtume:** um estudo químico e agronômico com vistas à produção orgânica de pimentão em ambiente protegido. 2017. Tese (Doutorado em Química Analítica e Inorgânica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

PANISSON, R. **Avaliação de diferentes processos de compostagem em pequena escala com adição de microrganismos eficientes.** 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2017.

PENNA, P. S. **Larvas no Minhocário Caseiro/Doméstico.** 2016. Disponível em: http://quintalflorestal.com.br/larvas-no-minhocario-caseiro-domestico/. Acesso em: 14 nov. 2019.

PIGATIN, L. B. F. **Estudo químico e espectroscópico da dinâmica da vermicompostagem de resíduos agroindustriais para manejo sustentável em agricultura orgânica.** 2017. Tese (Doutorado em Química Analítica e Inorgânica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

RIBEIRO, M. F. F. **Uso da vermicompostagem como forma de destinação de orgânicos.** 2019. Monografia (Especialização) – Centro Universitário de Goiás - Uni-ANHANGUERA, Goiânia, 2019.

RICCI, M. S. T. **Manual de vermicompostagem.** Porto Velho, RO: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1996.

SILVA, R. F.; VASCONCELLOS, N. J. S. DE; STEFFEN, G. P. K.; DOTTO, R. B.; GRUTKA, L. Caracterizações microbiológicas e químicas em resíduos orgânicos submetidos à vermicompostagem. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 1-4, p. 108-115, jan./mar. 2011.

SODRÉ, G. A. **Minhocas:** biologia, comportamento e sistemas de criação. Ilhéus: CEPLAC/DEPED, 1988.

TAVARES, F. F.; COSTA, L. V.; FERNANDES, L. T.; SOUSA, M. T.; FERNANDES, M. B.; ANDRAUS, M. DE P. Vermicompostagem: uma alternativa sustentável. **Sistema Integrado de Publicações Eletrônicas da Faculdade Araguaia**, Araguaia, v. 7, p. 41-49, dez. 2018.

VERAS, L. R. V.; POVINELLI, J. A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano. **Eng. sanit. ambient.**, v. 9, n. 3, p. 218-224, jul/set, 2004. https://doi.org/10.1590/S1413-41522004000300008