

VIABILIDADE DE REUTILIZAÇÃO DE MARAVALHA APÓS USO EM BIOTÉRIO DE RATOS E CAMUNDONGOS EM SISTEMA DE VERMICOMPOSTAGEM

Gabriel Santana Mascarenhas (IC) e Dra. Paola Lupianhes Dall'Occo (Orientadora)

Apoio: PIBIC Mackenzie

RESUMO

No Brasil mais de 183 mil toneladas diárias de resíduos sólidos são destinados aos aterros sanitários sem receber nenhum tratamento, reduzindo assim sua vida útil dos aterros sanitários. Um desses resíduos descartados comumente de forma não ambientalmente sustentável é a maravalha, utilizada em biotérios de ratos presentes em centros de pesquisa na área da saúde. Com isso, o objetivo deste experimento foi avaliar a viabilidade da utilização da maravalha após seu uso em biotério no processo de vermicompostagem em sistema de caixas verticais. Para isso, foram montadas nove colunas de duas caixas cada, compostas por uma caixa digestora e uma caixa coletora de chorume. Para a coleta dos resíduos orgânicos foram selecionados dois estabelecimentos alimentícios, sendo colocado em cada caixa 10 kg do resíduo orgânico + 10 kg de terra vegetal e 200 minhocas. O monitoramento foi realizado duas vezes por semana, com medições de temperatura interna e externa do composto, umidade e pH. A verificação de parasitas foi feita pela simplificação do método de Sedimentação Espontânea de Hoffmann, Pons e Janer (1934). O experimento foi monitorado por 33 semanas e constatou-se que o sistema de caixas verticais com vermicompostagem não parece ser o mais adequado para usufruir do processo termofílico. A análise parasitológica indicou parasitas no composto, porém nenhum foi encontrado na amostra de maravalha analisada, sugerindo que a contaminação foi proveniente dos alimentos. Assim, os resultados indicam a viabilidade da reutilização da maravalha, porém mais estudos são necessários a fim de garantir a segurança biológica da reutilização de resíduos.

Palavras-chave: maravalha; vermicompostagem; resíduos sólidos.

ABSTRACT

In Brazil over 183.5 thousand tons per day of solid waste are deposited on landfills without receiving any treatment, reducing their lifespan. Wood shavings, which are often used in experiments involving rats or mice, are considered a solid waste, being disposed of in a non- environmentally sustainable way in landfills. With that said, the objective of this experiment was to evaluate the viability to reuse wood shavings after these experiments on a vermicomposting process, developed in a vertical box system. In order to do that, nine columns of two boxes each were assembled,

consisting of a digester box and a slurry collection box. Two food establishments were selected for the collection of organic waste, then each box received 10 kg of organic residue + 10 kg of vegetal soil and 200 earthworms. Monitoring was performed twice a week, with measurements of internal and external temperature of the compound, humidity and pH. Verification of parasites was made by a simplification of the method of Spontaneous Sedimentation of Hoffmann, Pons and Janer (1934). The experiment lasted 33 weeks and it was verified that the system of vertical boxes with vermicomposting does not seem to be the most adequate to enjoy the thermophilic process. The parasitological analysis indicated parasites in the compound, however none were found in the sample of wood, suggesting that contamination possibly came from the food. In addition, further studies are needed to reduce the disposal of solid waste, thus ensuring biological safety.

Keywords: shavings; vermicomposting; solid waste.

1. INTRODUÇÃO

Considerando a grande utilização de maravalha em instituições de pesquisa e ensino que possuem biotérios e seu habitual descarte de forma não ambientalmente sustentável em aterros sanitários, torna-se prioritário o desenvolvimento e uso de técnicas que permitam o aproveitamento desse resíduo, dada sua relevância ambiental e sanitária.

Assim o objetivo do presente estudo é: avaliar a viabilidade de reutilização de maravalha após seu uso em biotério de ratos e camundongos por meio de vermicompostagem em sistema de caixas verticais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

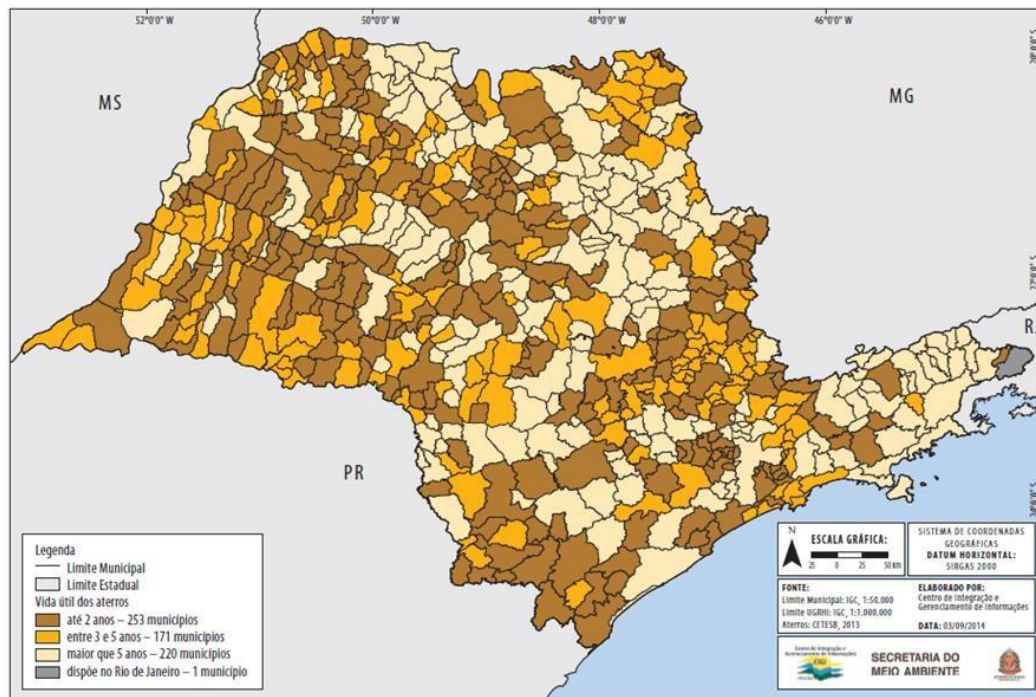
Entende-se como resíduos sólidos, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), todo material ou substância descartada resultante de atividades humanas, cujo destino final se procede nos estados sólido, semissólido, líquido ou gasoso contido em recipiente e cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos (BRASIL, 2010).

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2016), são coletadas 183,5 mil toneladas de resíduos sólidos por dia no Brasil, sendo que a matéria orgânica constitui 51,4% do lixo coletado e o material reciclável (alumínio, plástico, papel, aço, metal e vidro) 31,9%, porém, considerando que o destino em sua maior parte, são os aterros sanitários, onde os resíduos não recebem nenhum tipo de tratamento específico, perde-se a oportunidade de reciclá-los. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais constatou que em 2012 mais de 3 mil cidades brasileiras geraram quase 24 milhões de toneladas de resíduos sólidos, o equivalente a 168 estádios do Maracanã lotados de lixo (ABRELPE, 2012).

Verifica-se pelos dados da Cetesb (2014), que os aterros de resíduos sólidos urbanos utilizados por 171 municípios, encontram-se com vida útil estimada entre três e cinco anos. Além disso, a situação fica ainda mais crítica para 253 municípios, que destinam seus resíduos para aterros cuja vida útil é menor ou igual a dois anos (fig. 1).

Ao diminuirmos a quantidade de lixo destinada aos aterros as consequências nítidas serão a economia nos custos de transporte e de uso do próprio aterro, proporcionando o aumento de sua vida útil, além de reduções do passivo ambiental, que consiste no conjunto de obrigações que as empresas/indústrias têm com o meio ambiente e com a sociedade (EQUIPE eCYCLE, 2013).

Figura 1. Vida útil estimada dos aterros utilizados pelos municípios do Estado de São Paulo.



Fonte: CETESB (2014).

Uma possível solução seria o encaminhamento de parte dos resíduos sólidos para centros de compostagem, nos quais o resíduo orgânico é transformado em fertilizante, o que permite que a matéria juntamente com os nutrientes retorne ao solo (HAUG, 1980).

Segundo Dias (2009), a compostagem consiste em um conjunto de técnicas que são aplicadas em um substrato para estimular e controlar a decomposição dos materiais orgânicos por organismos heterotróficos aeróbios, com a finalidade de obter em menor tempo possível um material estável, rico em nutrientes minerais e com atributos físicos, químicos e biológicos, promovendo assim a valorização dos resíduos orgânicos, gerando adubo. Também, por ser um processo aeróbico, não forma gás metano (CH_4) que é altamente nocivo ao meio ambiente, já que é um gás de efeito estufa 25 vezes mais potente do que o dióxido de carbono (CO_2) e é produzido durante a decomposição em aterros sanitários (EQUIPE eCYCLE, 2013).

Uma derivação da compostagem é a vermicompostagem, na qual são utilizadas minhocas que consomem o correspondente a metade de seu peso em resíduos, eliminando 60% do material ingerido na forma de coprólitos. A minhoca californiana (*Eisenia andrei*), é a espécie mais eficiente na vermicompostagem devido sua ampla distribuição, maiores taxas de crescimento e reprodução, alta tolerância à variação de temperatura e diferentes graus de umidade, além de ser bastante resistente ao manuseio. No que se refere ao processo de vermicompostagem é importante

preocupar-se com a qualidade e a quantidade do material a ser utilizado em relação ao número de minhocas, assim o produto final constitui-se em um excelente fertilizante orgânico (húmus) capaz de melhorar atributos biológicos e físico-químicos do solo (CAPISTRÁN et al., 2004; DOMÍNGUEZ et al., 2005; DORES-SILVA et al., 2013; KIEHL 1998; LOURENÇO; COELHO, 2009; REINECKE; VILJOEN, 1990; SHARMA et al., 2005).

Ndegwa e Thompson (2001) consideram que a utilização de minhocas nesse processo acelera a estabilização da matéria orgânica, reduzindo o tempo para obtenção do composto. Além disso, em uma compostagem é imprescindível também a interação dos micro-organismos e estes dependem de fatores como temperatura, umidade, aeração, pH, composto orgânico existente, relação carbono e nitrogênio (C/N) e granulometria. Com base nessa interação, a compostagem pode ser dividida em três estágios: Mesofílico, Termofílico e Maturação Final (KIEHL, 1985).

No início do processo predominam os organismos mesofílicos (seres que vivem em temperaturas próximas a do ambiente), nesta fase observa-se a presença de bactérias que degradam a matéria orgânica, além da atuação de fungos que utilizam a matéria sintetizada pelas bactérias e por outros micro-organismos como fonte de energia (PEREIRA NETO, 2007). De acordo com Nogueira e Costa (2011) e Pilotto (2014), os micro-organismos mesofílicos decompõem a matéria orgânica rapidamente incorporando nitrogênio e outros compostos na forma inorgânica à massa de compostagem. Após isso ocorre o aumento da temperatura devido à liberação de calor e a matéria orgânica passa a ser degradada pelos organismos termofílicos que suportam temperaturas mais altas que a do ambiente, na faixa de 45°C a 70°C.

Segundo Kiehl (1998), a maturação final só ocorre quando a decomposição pelos micro-organismos se completa e o material orgânico transforma-se em adubo. Esse produto derivado da decomposição, contém características físico-químicas que permitem o seu uso como fertilizante e não é desejável que contenha contaminações por metais pesados ou organismos patogênicos, uma vez que, havendo tais contaminantes seu uso passa a ser restrito.

Sendo a temperatura um fator importante nos estágios sucessionais da compostagem é considerada o mais eficiente e importante indicador do equilíbrio biológico do processo de compostagem, sendo de fácil monitoramento e intrinsecamente relacionada com a atividade metabólica dos micro-organismos. Se a compostagem atingir temperaturas da ordem de até 60°C é sinal de que está bem equilibrada, caso contrário é indicativo de que algum ou alguns parâmetros físico-químicos não estão

sendo respeitados, limitando assim a atividade microbiana (KIEHL,1998).

A elevação da temperatura até 65°C aumenta a ação dos micro-organismos sobre a matéria orgânica, sendo que acima de 50°C proporciona condições desfavoráveis à sobrevivência e desenvolvimento dos micróbios patogênicos, que geralmente são mesofílicos. Em contrapartida, temperaturas acima de 70°C por longos períodos são consideradas desaconselháveis, pois restringem o número de seres vivos na massa de compostagem podendo ocasionar o desprendimento de amônia e, conseqüentemente, uma baixa relação carbono e nitrogênio (C/N) (KIEHL,1998).

Os materiais utilizados numa compostagem podem ser divididos em dois grupos: castanhos (ricos em carbono, como materiais lenhosos – casca de árvores, aparas de madeira, folhas secas, galhos, entre outros) e verdes (ricos em nitrogênio, como materiais úmidos: frutas, legumes, verduras, entre outros) (USP, 2016).

A umidade também é indispensável para a atividade fisiometabólica dos micro-organismos. Teores de umidade maiores do que 65% fazem com que a água ocupe os espaços vazios do meio, impedindo a livre passagem do oxigênio, obtendo uma decomposição com queda de temperatura, atração de vetores, condições de anaerobiose com produção de mau cheiro e lixiviação de nutrientes, sendo que a matéria orgânica não será humificada (PILOTTO, 2014). Assim, o controle da umidade no processo de compostagem é muito importante e pode ser obtido com o uso de materiais orgânicos secos como serragem, cinzas, folhas secas ou maravalha.

A maravalha consiste em aparas de madeira maiores que serragem utilizada principalmente na criação de animais como substrato para absorção de água, incorporação de fezes, urina e redução de oscilações de temperatura no local do abrigo (FORTEX, 2012). A aplicação deste material é frequente em instituições de ensino e pesquisa que possuem cursos relacionados à área da saúde, porém, um problema comum é que a realização do seu descarte não ocorre de forma ambientalmente sustentável, sendo depositado em aterros sanitários contribuindo para a sobrecarga destes ambientes, isso por possuir alta capacidade de absorção e retenção de líquidos.

Um exemplo é a Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) que figura entre as principais instituições de ensino do país, e possui no campus Higienópolis um biotério de ratos e camundongos que são utilizados nos cursos de graduação em Ciências Biológicas, Psicologia e Farmácia, além de cursos de pós-graduação e laboratórios de pesquisa do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Assim, ao todo são descartadas mensalmente para aterros sanitários cerca de 385kg de maravalha, o que totaliza quase 5 toneladas anuais.

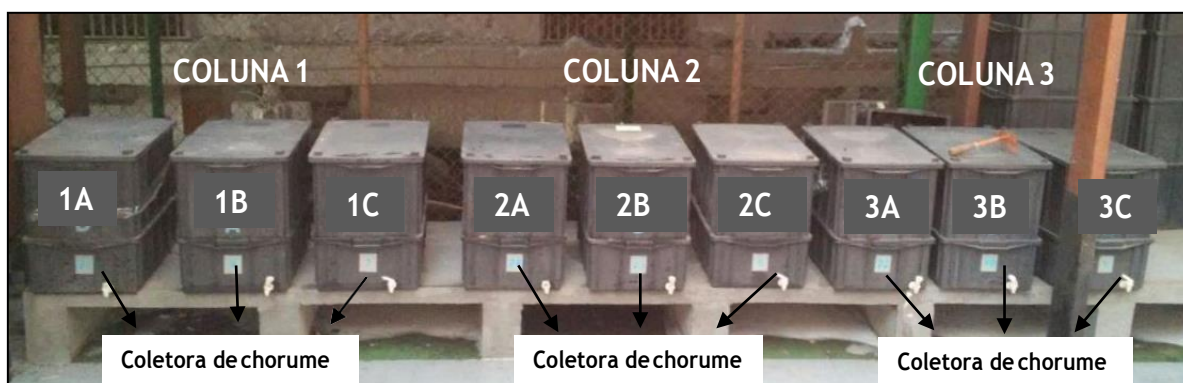
Desta forma, estudos que verifiquem a possibilidade de utilização de maravalha usada, até então descartada em aterros sanitários, são relevantes para o aprimoramento de boas práticas em instituições comprometidas com a sustentabilidade ambiental, bem como para a elaboração de políticas públicas.

3. METODOLOGIA

A maravalha, material protagonista dessa pesquisa, utilizada no Biotério Central da UPM em criações de camundongos e ratos é trocada a cada 2 dias, sendo retirada às segundas, quartas e sextas-feiras para descarte. Assim, semanalmente as amostras coletadas foram acondicionadas na área de compostagem da UPM em tambores plásticos fechados com tecido de malha fina, para permitir a redução da umidade proveniente de seu uso como substrato para criação de roedores sem provocar contato com possíveis vetores de doenças.

Inicialmente foram montadas três colunas de composteiras verticais contendo quatro caixas cada, sendo três caixas digestoras perfuradas sequencialmente empilhadas acima de uma caixa coletora de chorume. Porém, cada coluna foi dividida a partir da 14^o semana, formando-se nove colunas de duas caixas cada, sendo uma caixa coletora de chorume e uma caixa digestora (fig. 2). A decisão de individualização das caixas digestoras objetivou a não contaminação das demais pelo percolado (chorume) durante o processo de compostagem.

Figura 2. Colunas obtidas após a divisão contendo cada coluna uma caixa digestora e uma caixa coletora de chorume.



Fonte: próprio autor.

Foram selecionados dois estabelecimentos de manipulação de alimentos presentes no campus Higienópolis da UPM para a coleta dos resíduos orgânicos e para tanto utilizou-se coletores móveis de 120 litros (fig. 3A), contendo informações sobre os resíduos que deveriam ser acondicionados (resíduos orgânicos não cozidos: frutas, legumes e verduras crus) (fig. 3B). Os resíduos foram direcionados para a área de compostagem do campus (fig.4) e triturados com triturador elétrico (Trapp - Tr200).

Após trituração os resíduos orgânicos coletados foram distribuídos igualmente nas caixas digestoras “A” de cada coluna, sendo 10kg de resíduo orgânico + 10kg de terra vegetal (fig. 5). As minhocas foram alocadas na terra vegetal para não entrarem em contato diretamente com a acidez do material orgânico então presente e, para quando estivessem aptas ao ambiente, que pudessem migrar para a região orgânica para se alimentar. A caixa seguinte (B) de cada coluna foi submetida ao mesmo procedimento após no mínimo 15 dias do preenchimento da caixa A, e assim sucessivamente.

Figura 3 – A. Coletores móveis de 120 litros. B. Informações disponibilizadas aos estabelecimentos de alimentação sobre os resíduos a serem coletados.



Fonte: próprio autor.

Figura 4. Área de compostagem do campus Higienópolis da UPM.



Fonte: próprio autor.

Figura 5– Terra vegetal somada ao resíduo orgânico, compondo cada um 50% da capacidade total da caixa.



Fonte: próprio autor.

Sendo a área de cada caixa digestora de, aproximadamente, 0,002m², foram adicionadas em torno de 200 minhocas por caixa, o que está de acordo com Embrapa (2011), que considera que a quantidade necessária para dar início ao processo de vermicompostagem, em 1 metro quadrado, é de 1000 a 1200 minhocas.

A adição de maravalha, usada para controlar a umidade, foi realizada respeitando-se a necessidade de redução da umidade de cada caixa, sendo pesada antes de ser adicionada com o auxílio de balança de marca Toledo e modelo 2098/61.

O monitoramento do processo foi realizado duas vezes por semana, com medições de temperatura interna e externa do composto (termômetro B-MAX Infrared Thermometer), a umidade com auxílio de higrômetro de solo e o pH com peagâmetro (Instrutherm, modelo ph2500). O revolvimento manual foi realizado quando detectada a ocorrência de compactação do substrato em processo de vermicompostagem, com o uso de uma pá, garantindo assim o arejamento.

A verificação da presença de protozoários e helmintos (ovos viáveis e adultos) no húmus produzido foi realizada por meio de uma simplificação do método de Sedimentação Espontânea de Hoffmann, Pons e Janer (REY, 2001).

Para tanto foram coletadas 15g (balança digital SF-40) do composto obtido em cada caixa (1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B, 3C). Uma amostra de mesma massa foi retirada da maravalha, totalizando assim 10 amostras de 15g cada. Cada uma das amostras foi diluída em 150ml de água destilada, sendo transferido 15ml de cada solução obtida para um tubo tipo falcon, e estes foram submetidos a centrifugação à

1000 rpm por 10 minutos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As caixas 1A, 2A e 3A foram acompanhadas durante 33 semanas; já as caixas 1B, 2B e 3B por 20 semanas e as 1C, 2C e 3C por 15 semanas.

Sendo as medições iniciadas na semana seguinte à montagem de cada caixa, e sempre que possível realizadas duas vezes por semana, registrou-se como temperatura máxima e mínima superficial e interna de cada caixa os valores constantes na tabela 1.

Tabela 1 – Temperatura superficial e interna com máxima e mínima registrada durante o experimento.

CAIXAS	TEMPERATURA SUPERFICIAL		TEMPERATURA INTERNA	
	Máxima registrada	Mínima registrada	Máxima registrada	Mínima registrada
1A	33°C	16°C	36°C	18°C
1B	33°C	16°C	32°C	16°C
1C	29°C	16°C	30°C	17°C
2A	34°C	18°C	34°C	18°C
2B	31°C	16°C	34°C	17°C
2C	30°C	16°C	30°C	16°C
3A	33°C	17°C	34°C	17°C
3B	32°C	17°C	32°C	17°C
3C	30°C	15°C	31°C	16°C

No início das medições da umidade do composto foi utilizado o medidor de pH e umidade de solo (Instrutherm, modelo ph2500), porém, diante da inadequação do produto que não atendia a precisão necessária, além da pouca sensibilidade à umidade, este foi substituído por um higrômetro de solo na 14ª semana.

O pH do composto manteve-se relativamente estável, tendo mínima de 6.6 e máxima de 7. De acordo com Inácio e Miller (2009) é aconselhável que a média de pH fique entre 5,0 e 7,0 para que haja um rendimento satisfatório da atividade microbiológica, favorecendo os organismos envolvidos no processo da compostagem.

Na 3ª semana de experimento as minhocas que haviam sido colocadas em 10/11 (data de montagem das caixas 1A, 2A e 3A) não foram encontradas nas caixas digestoras até então iniciadas. Porém, na 9ª e 10ª semanas foi constatada novamente a presença de minhocas nessas caixas digestoras citadas.

Em cada caixa digestora foi colocada uma quantidade específica de maravalha (tabela 2), sendo esta relacionada ao teor de umidade do composto (figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14). Constatou-se que a média da umidade esteve próximo a 89%, vinte

e quatro por cento a mais do que o desejável, segundo Pilotto (2014), variando de 65 a 100%, e que nem todas as vezes em que foi adicionada a maravalha ocorreu a redução desejada da umidade.

Tabela 2 – Quantidade (em gramas) de maravalha aplicada nas caixas digestoras e a semana correspondente a sua aplicação.

Caixa/Semana	2º	4º	11º	15º	18º	21º	24º	TOTAL
CAIXA 1A	800g	730g	830g	580g	2kg	-	-	4,940kg
CAIXA 2A	800g	700g	-	1kg	1,5kg	-	-	4,000kg
CAIXA 3A	800g	1kg	1,08kg	-	2,09kg	-	-	4,970kg
CAIXA 1B	*	*	*	1kg	1,5kg	1kg	300g	3,800kg
CAIXA 2B	*	*	*	1kg	1,5kg	1kg	300g	3,800kg
CAIXA 3B	*	*	*	1kg	700g	1kg	500g	3,200kg
CAIXA 1C	*	*	*	-	*	500g	1kg	1,500kg
CAIXA 2C	*	*	*	-	*	500g	1kg	1,500kg
CAIXA 3C	*	*	*	-	*	500g	1kg	1,500kg

(*) = Período anterior a montagem da caixa (-) = Não foi necessária adição de maravalha

Figura 6 – Variação da temperatura superficial e interna e umidade registrada na Caixa 1A.

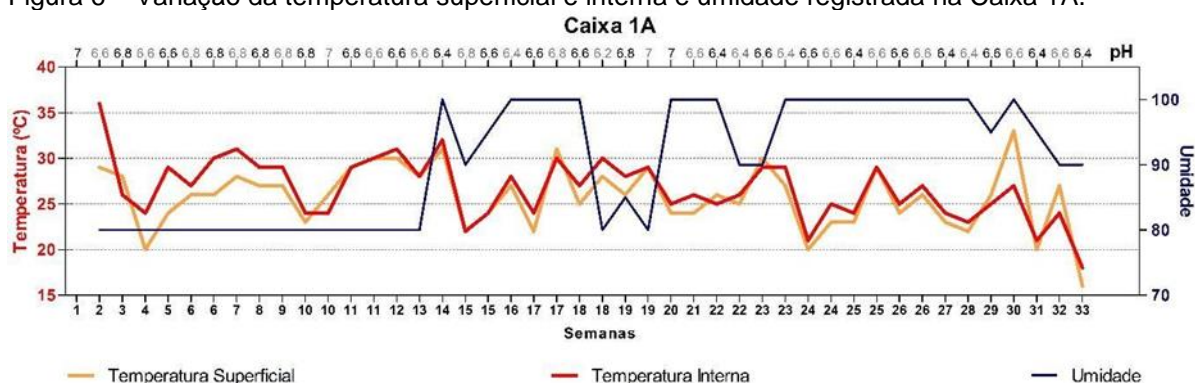


Figura 7 - Variação da temperatura superficial e interna e umidade registrada na Caixa 1B.

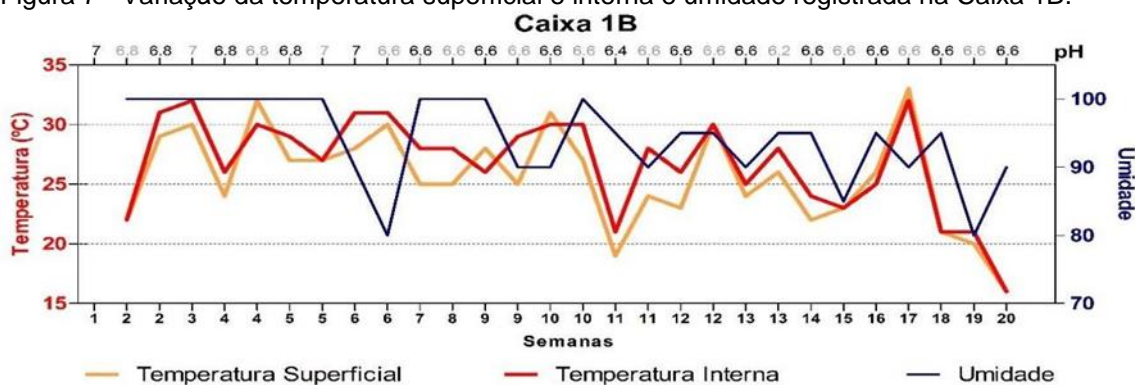


Figura 8 - Variação da temperatura superficial e interna e umidade registrada na Caixa 1C.

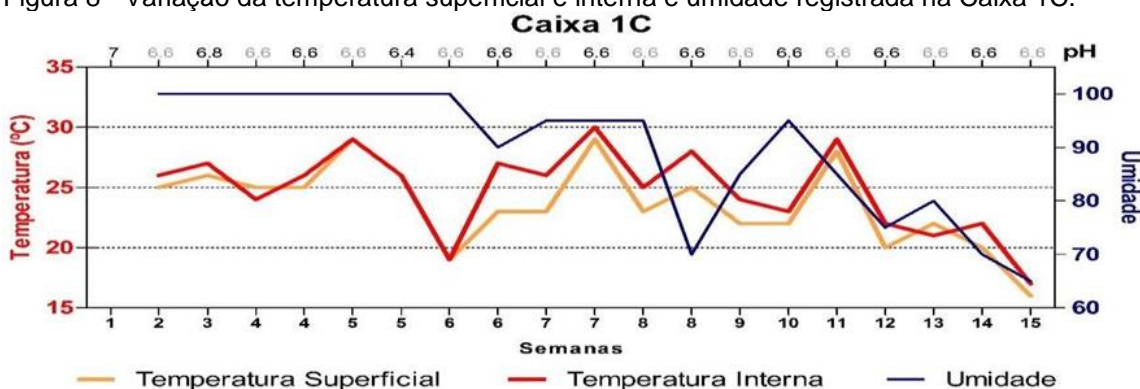


Figura 9 Variação da temperatura superficial e interna e umidade registrada na Caixa 2A.

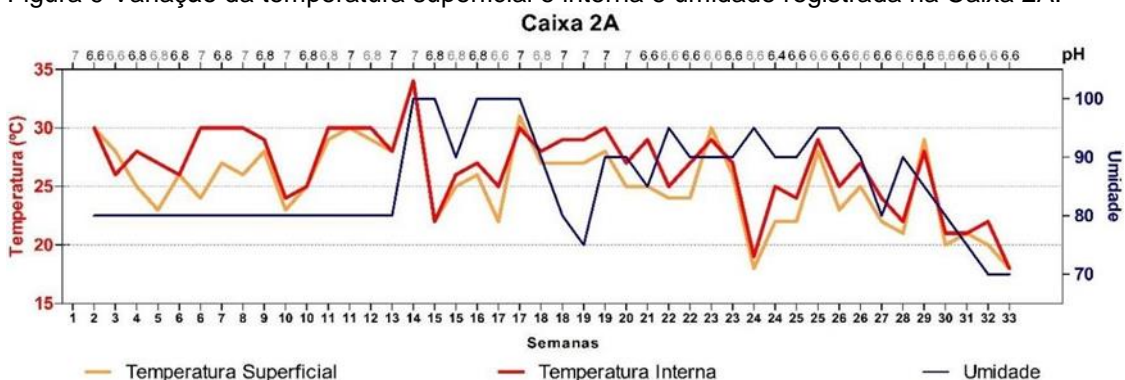


Figura 10 - Variação da temperatura superficial e interna e umidade registrada na Caixa 2B.

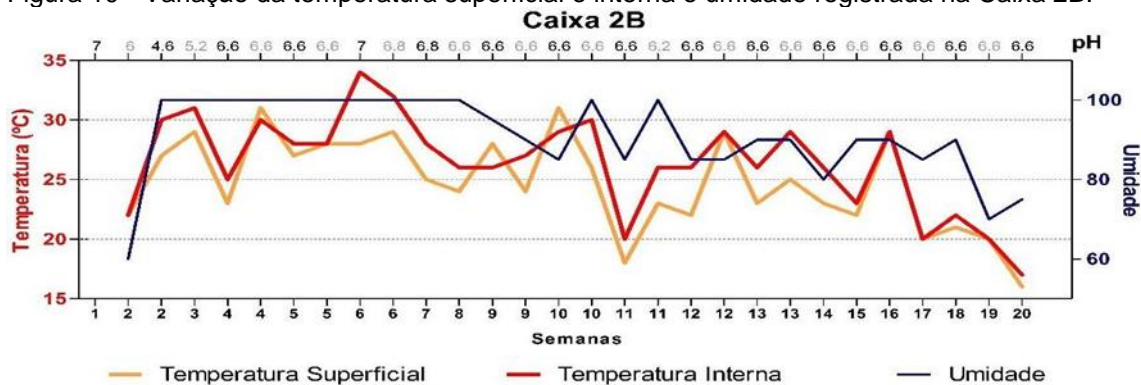


Figura 11 - Variação da temperatura superficial e interna e umidade registrada na Caixa 2C.

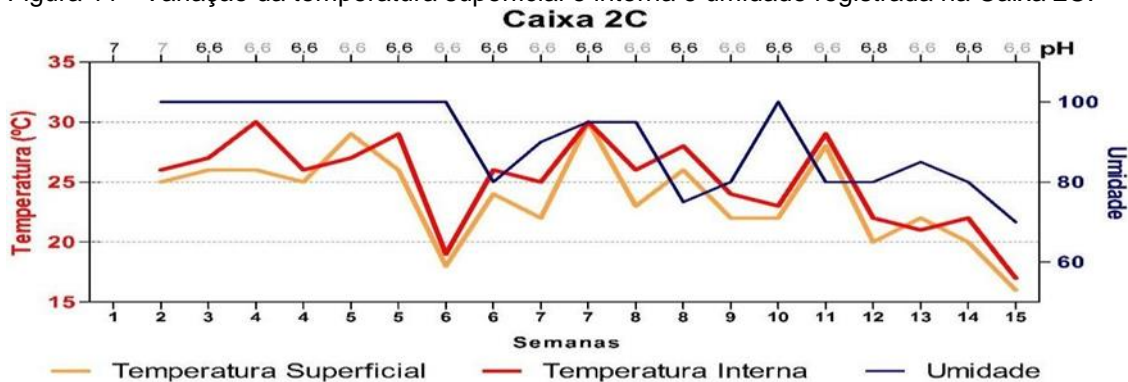


Figura 12 - Variação da temperatura superficial e interna e umidade registrada na Caixa 3A.

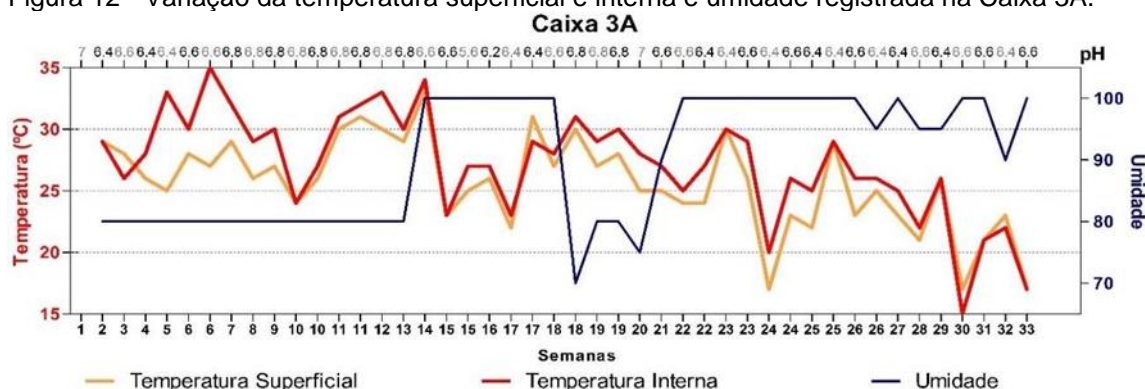


Figura 13 - Variação da temperatura superficial e interna e umidade registrada na Caixa 3B.

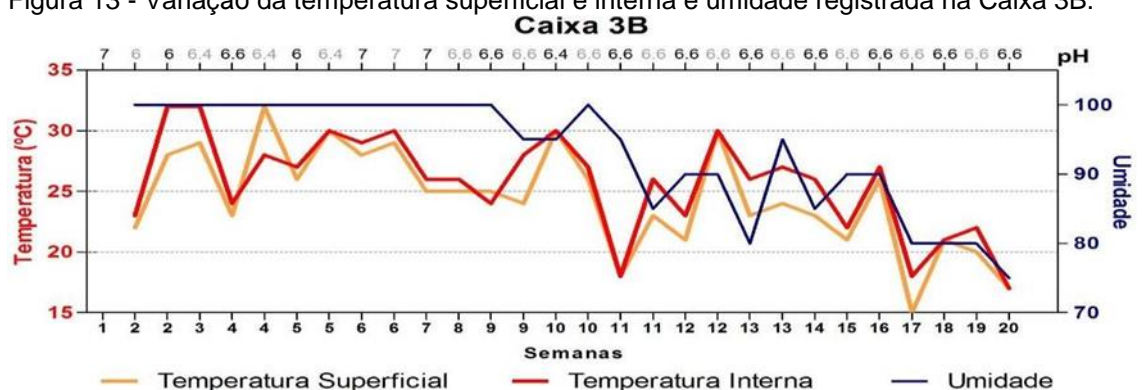
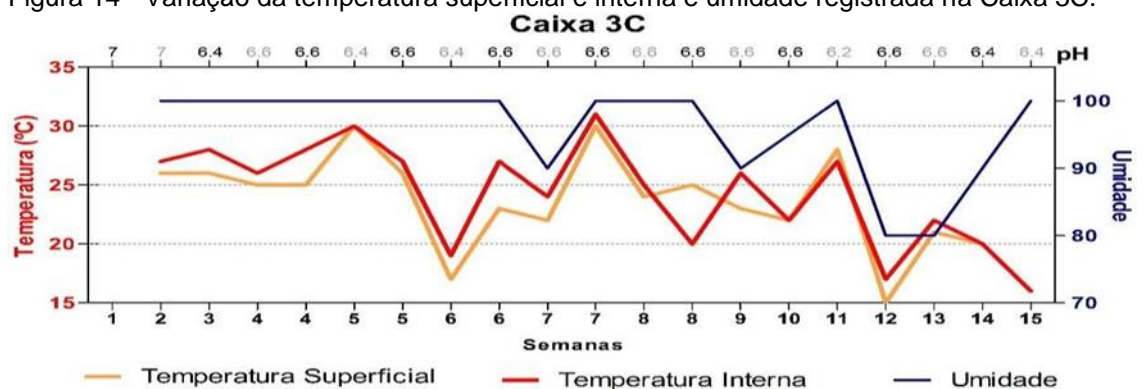


Figura 14 - Variação da temperatura superficial e interna e umidade registrada na Caixa 3C.

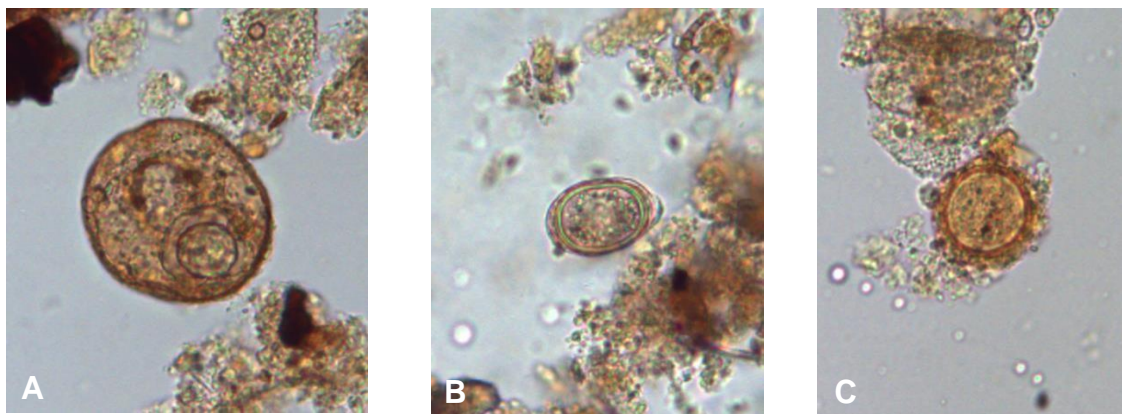


Embora a umidade tenha se mantido elevada na maior parte do tempo, não foi registrada a presença de vetores nas caixas, o que acrescenta positividade quanto ao controle do experimento, já que segundo Pilotto (2014) umidade excessiva pode retardar o processo de compostagem atraindo vetores, interferindo na temperatura e humificação. A atração de vetores é um fator comprometedor a saúde pública segundo Silva (2009).

A análise parasitológica realizada indicou a presença de ovos de helmintos e cistos de protozoários no composto produzido em todas as caixas digestoras. Porém

não foi constatada a presença destes contaminantes na maravalha usada. Foram encontrados possíveis exemplares de *Hymenolepis* sp, *Trichuris trichiura*, e *Ascaris lumbricoides*, parasitoses comuns em vista a realidade brasileira, que causam infecções parasitárias intestinais, de acordo com Ministério da Saúde (2018) (figura 6A, 6B e 6C, respectivamente).

Figura 6 – Microscopia óptica de ovos viáveis de *Hymenolepis* sp (A), *Trichuris trichiura* (B) e *Ascaris lumbricoides* (C).



Por meio de um laudo técnico parasitológico realizado pelo Biotério de Produção de Ratos do Instituto de Ciências Biomédicas – ICB, da Universidade de São Paulo (USP), de onde provêm os ratos do biotério da UPM, constatou-se que os ratos estão livres de contaminação de quase todos os parasitas testados, exceto pela *Entamoeba* sp (tabela 3). O que reforça a ideia de que a maravalha não foi o agente contaminante.

Tabela 3 - Protocolo Parasitológico de Monitoramento de Saúde do ICB (USP).

MICROORGANISMOS PESQUISADOS	AMOSTRA	RESULTADO	MÉTODO
<i>Aspiculuris tetraptera</i>	Fezes	Negativo	Microscopia
<i>Chilomastix bettencourti</i>	Fezes	Negativo	Microscopia
<i>Cryptosporidium</i> sp	Fezes	Negativo	Microscopia
<i>Eimeria</i> sp	Fezes	Negativo	Microscopia
<i>Entamoeba</i> sp	Fezes	Positivo	Microscopia
<i>Giardia muris</i>	Fezes	Negativo	Microscopia
<i>Hymenolepis diminuta</i>	Fezes	Negativo	Microscopia
<i>Hymenolepis nana</i>	Fezes	Negativo	Microscopia
<i>Spironucleus muris</i>	Fezes	Negativo	Microscopia
<i>Syphacia</i> sp	Fezes	Negativo	Microscopia
<i>Tritrichomonas muris</i>	Fezes	Negativo	Microscopia
<i>Demodex musculi</i>	Pêlo	Negativo	Microscopia
<i>Myobia musculi</i>	Pêlo	Negativo	Microscopia
<i>Myocoptes musculinus</i>	Pêlo	Negativo	Microscopia
<i>Notoedres muris</i>	Pêlo	Negativo	Microscopia
<i>Ornityssus bacoti</i>	Pêlo	Negativo	Microscopia
<i>Polyplax</i> sp	Pêlo	Negativo	Microscopia
<i>Psorergates simplex</i>	Pêlo	Negativo	Microscopia
<i>Trichoecius rombotsi</i>	Pêlo	Negativo	Microscopia

Esses resultados indicam que a contaminação presente no composto não é proveniente da maravalha colhida do biotério, mas possivelmente dos alimentos que foram compostados, já que a manipulação inadequada destes resíduos pode ser um importante veículo de contaminação parasitológica, segundo Inácio e Miller (2009) e Duque et al. (2014), além de que a contaminação dos alimentos pode ocorrer ainda nos processos agrícolas. Porém, devido a terra vegetal usada neste experimento não ser esterilizada pode-se dizer que ela não está livre de contaminações e sujidades.

Considerando que o contato primário de cada alimento seria com o solo, o composto orgânico deve estar completamente livre de qualquer contágio para plantio de vegetais alimentícios, pois segundo a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA/ANVISA, 1978), as características microscópicas dos alimentos devem ser ausentes de sujidades, parasitas e larvas. Conforme Kiehl (1998) compostos contaminados devem ser aplicados apenas a plantas ornamentais e flores, permitindo o seu uso como fertilizante, o que seria o caso do composto obtido no presente experimento.

Segundo CONAMA (2015), este tipo de fertilizante enquadra-se na categoria II por ser um composto produzido com resíduos sólidos urbanos que não tenham sido segregados na origem. Com aplicação agrícola, paisagista, em jardinagem e silvicultura, exceto no cultivo de culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo. É classe B por utilizar em sua produção matéria-prima gerada nas atividades urbanas, industriais e agroindustriais, incluindo a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos da coleta de lixo convencional, contendo qualquer quantidade de despejos sanitários. Apesar do alimento ter sido segregado na origem, a maravalha não teve a mesma logística. Porém, de acordo com o parágrafo 1º do artigo nº 1, esta resolução não se aplica a produções de até 100kg de resíduo por dia e que os resíduos são compostados e aplicados no próprio local de geração ou usufruídos para uso doméstico ou comunitário.

No que tange a saúde pública de acordo com o Ministério da Saúde (2018), a Organização Mundial da Saúde (OMS) considera as Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) uma preocupação mundial, estimando o adoecimento de uma a cada dez pessoas. No Brasil, a média por ano, é de 700 surtos de DTA, envolvendo 13 mil doentes. Segundo dados do Sistema de Informações Hospitalares do SUS, em 2012, o custo total de internações no Brasil correspondeu a aproximadamente R\$11,5 bilhões, com 14.670 pessoas doentes.

Sendo a temperatura interna máxima registrada nas caixas durante o experimento de 36°C acredita-se que esta não foi eficaz para a exterminação de ovos e cistos, o que está de acordo com Kiehl (1998) que afirma serem necessárias temperaturas acima de 50°C para gerar condições desfavoráveis à sobrevivência e desenvolvimento de patógenos.

Assim o sistema de caixas verticais para compostagem não parece ser o mais adequado para o desenvolvimento de um composto livre de patógenos. Uma alternativa seria o sistema de leiras, já que a temperatura é atingida devido a absorção de calor externo, além da resposta bioquímica da ação dos micro-organismos decompositores gerando energia de acordo com Inácio e Miller (2009).

Porém, as leiras podem não atender a todos os tipos de demanda, pois segundo os mesmos autores apresentam maior custo operacional, atração de vetores, emissões de odores fortes e principalmente por necessitar de grandes áreas, o que não ocorre com o sistema de caixas verticais, que pode atender a escolas, restaurantes, residências e outros estabelecimentos justamente por não exigir muito espaço e ser de fácil manuseio, além de não atrair vetores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observado que a maravalha descartada pelo biotério da universidade pode ser utilizada em sistemas de vermicompostagem, já que os resultados não indicaram que a maravalha foi a fonte de contaminação, e sim que esta foi proveniente da terra vegetal e/ou os alimentos que foram coletados.

Porém, o sistema de caixas verticais não seria o sistema mais adequado para atingir altas temperaturas e assim impedir a sobrevivência e desenvolvimento de patógenos. Não obstante, as caixas verticais podem ser uma solução para problemas de realidades urbanas por não exigir processos logísticos e serem desenvolvidas em quaisquer ambientes, o que não ocorre com as leiras (usufruídas mais em áreas rurais).

Portanto, há de se considerar que mais estudos são necessários afim de reduzir o descarte de resíduos sólidos nos aterros sanitários, porém garantindo sempre a segurança sanitária.

6. REFERÊNCIAS

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Edição Especial de 10 anos. 2012.

BRASIL, Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 13 Set. 2016.

CAPISTRÁN, F.; ARANDA, E.; ROMERO, J. C. **Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje**. 2 ed. Veracruz: Instituto de Ecología A. C. 2004. 150 p.

CARVALHO, S. M. S.; CÁCERES, A. P. S. G.; CAMPOS FILHO, P. C.; GONÇALVES, F. A.; GUIMARÃES, E. M.; SOUZA, Y. B.; VIANNA, L. C. Adaptação do método de Rugai e colaboradores para análise de parasitas do solo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, n.38, v.3, p.270-271, 2005.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Plano de resíduos sólidos do Estado de São Paulo**. 2014. 350p. São Paulo. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br>>. Acesso em: 2 Mar. 2017.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA de 2015**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/8BF1C37E/PropResol.pdf>>. Acesso em: 20 Jul. 2018.

CNNPA. COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução - CNNPA nº 12 de 1978**. 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78.pdf>. Acesso em: 16 Jul. 2018.

DIAS, D. C. S. **Estratégias para gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Piracanjuba-Go**. 2009. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) - Universidade Católica de Goiás - Goiânia – GO.

DOMÍNGUEZ, J.; VELANDO, A.; FERREIRO, A. Are *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) and *Eisenia andrei* Bouché (1972) (Oligochaeta, Lumbricidae) different biological species? **Pedobiologia**, n.49, p. 81-87, 2005.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Bioensaios para avaliação da toxicidade aguda, reprodução e ganho de biomassa de minhocas (*Eisenia fetida*) ambientadas em lodo de esgoto doméstico. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, v.8, p.143-146, 2013.

DUQUE, I. L. L.; VIEIRA, V. F.; DAMÁSIO, J. M. A.; MOTTIN, V. D. Pesquisa de ovos de helmintos e oocistos de protozoários em alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas em feiras livres e supermercados. **Veterinária em foco**, v.11, p.104-111, 2014.

EDWARDS, C. A.; BOHLEN, P. J. **Biology and Ecology of Earthworms**. 3 ed. Londres: Chapman & Hall. 1996. 433p.

EMBRAPA. **Minhocultura ou Vermicompostagem**. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355054/1527012/4b+-+folder+Minhocultura+ou+vermicompostagem.pdf/323fbedc-7b3c-4d89-bccd-70b490b8e88b>>. Acesso em: 26 Mar. 2017.

EQUIPE eCYCLE. **O que é compostagem e como ela funciona? Entenda melhor os diversos benefícios.** Disponível em:

<<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/67/2368-o-que-e-como-fazer-compostagem-compostar-composteira-tecnica-processo-reciclagem-decomposicao-destino-util-solucao-materia-organica-residuos-solidos-lixo-organico-urbano-domestico-industrial-rural-transformacao-adubo-natural.html>>. Acesso em: 17 Ago. 2016.

ECYCLE. **Condições básicas para manutenção da composteira: temperatura e umidade.** Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/3577-condicoes-basicas-para-manutencao-da-composteira-temperatura-e-umidade-problemas-processo-compostagem-caixa-favorecem-fatores-controlados-ambiente-adequado-sobrevivencia-minhocas-californianas-cama-alimento-comida-funcionamento-sistema-acidez.html>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

FORTEX. **Mercados de Maravalhas.** Disponível em: <www.fortex.ind.br/br/mercados.php>. Acesso em: 21 Fev. 2017.

HAUG, R. T. **Compost engineering: principles and practices.** Ann Arbor: Ann Arbor Science. 1980. 655p.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem – ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos.** 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2009. 156p.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Brasil coleta 183,5 mil toneladas de resíduos sólidos/dia.** Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=13932&catid=1&Itemid=7>. Acesso em: 17 Ago. 2016.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos.** São Paulo: Ceres. 1985. 492p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** Piracicaba: edição do autor. 1998. 171 p.

LOURENÇO, N. M. G.; COELHO, S. I. D. **Vermicompostagem e Qualidade Ambiental.** Lisboa: Futuramb, 2009. 118 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2018. Disponível em: <<http://portalms.saude.gov.br/>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

NDEGWA, P. M.; THOMPSON, S. A. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. **Bioresource Technology**, v.76, p.107-112, 2001.

NOGUEIRA, W. A.; COSTA, D. D. **Variação da temperatura na compostagem de resíduos sólidos orgânicos.** 2011. México. Disponível em: <www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03458p04.pdf>. Acesso em: 28 Ago. 2016.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo.** Viçosa: UFV, 2007. 81p.

PILOTTO, M. V. T. **Compostagem dos resíduos de filetagem da atividade pesqueira da Colônia de Pescadores Z3 Pelotas-RS.** 2014. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Engenharia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.

REINECKE, A. J.; VILJOEN, S. A. The influence of feeding patterns on growth and reproduction of the vermicomposting earthworm *Eisenia fetida* (*Oligochaeta*). **Biology and Fertility of Soils**, v. 10, p. 184-187, 1990.

REY, L. **Parasitologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 888p.

SHARMA, S.; PRADHAN, K.; SATYA, S.; VASUDEVAN, P. Potentiality of earthworms for waste management and in other uses – a review. **The Journal of American Science**, v.1, p. 4-16, 2005.

SILVA, L. M. S. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos em locais contemplados com coleta seletiva: influência da triagem e da frequência de revolvimento**. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina – Londrina – Paraná. Disponível em: <<http://www.uel.br/pos/enges/portal/pages/arquivos/dissertacao/54.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

USP. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Manual básico de compostagem**. Disponível em: <<https://usprecicla.files.wordpress.com/2011/03/apostila-compostagem.pdf>>. Acesso em: 15 Set. 2016.

Contatos: gabrielsantanamascarenhas@gmail.com (IC); paola.occo@mackenzie.br (orientadora)