



## COMPOSTAGEM: ALTERNATIVA DE APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS UTILIZANDO DIFERENTES MODELOS DE COMPOSTEIRAS

Kenia Alves Pereira Lacerda<sup>1</sup>, João Victor de Queiroz Moraes<sup>2</sup>, Yasmin Gomes Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Goiás - Câmpus Jataí, kenialacerdaalves@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto Federal de Goiás - Câmpus Jataí, jvq1001@gmail.com

<sup>3</sup>Instituto Federal de Goiás - Câmpus Jataí, gomesyasmin23@gmail.com

### Resumo:

Uma das formas de reciclagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares é a compostagem, um processo biológico onde diferentes tipos de microrganismos interagem e convertem materiais orgânicos em um material húmico a ser utilizado como adubo. O presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade da vermicompostagem em pequena escala a partir de resíduos orgânicos selecionados provenientes de residências de colaboradores e do jardim do Câmpus IFG/ Jataí, comparando dois modelos de composteiras e seus respectivos produtos a partir de características físico-químicas. Foram montadas duas composteiras, a composteira 1 (modelo comercial de 161 litros) e a composteira 2 (modelo alternativo confeccionado a partir de baldes com 15 litros de capacidade). A proporção final de Carbono/Nitrogênio foi de 9,55-9,75:1, considerado ótimo quando comparado com o padrão de 10:1, o pH final foi de 8,3-8,4 demonstrando maturação do composto, o elemento Ca foi o macronutriente mais abundante 4,32-4,55%, todos os parâmetros físico-químicos dos compostos estavam dentro do padrão. Conclui-se que ambos os modelos são equivalentes e a qualidade dos compostos sintetizados foi considerada satisfatória, apresentando fonte de matéria orgânica, com nutrientes essenciais. O modelo 2 alternativo de composteira, se mostrou viável para o processo de compostagem dos resíduos domiciliares orgânicos, viabilizando o aproveitamento de resíduos gerados.

**Palavras-chave:** Compostagem, Modelos de composteiras, Tratamento de resíduos orgânicos.

### Introdução

O aumento substancial da geração de resíduos sólidos urbanos, devido ao crescimento populacional das sociedades de consumo, tem constituído um grande problema ambiental. A coleta e a disposição final destes resíduos tornam-se um problema de difícil solução, com consequentes riscos de poluição do solo, das águas superficiais e subterrâneas, com implicações na qualidade de vida da população (NÓBREGA et al., 2007).

Tal realidade, entretanto, é retrato de um período recente na história da espécie humana notado pelo grande avanço a partir do século XVIII junto ao aumento da industrialização, fomentando crescimento da população urbana, maior acesso a bens de consumo e, desta forma, maior geração de resíduos (ZANETTE, 2016). Segundo o autor, mais de 80% da população brasileira hoje localiza-se em ambiente urbano, estando assim desconectada da possibilidade de produzir alimentos, remédios e outros produtos a partir do plantio e práticas caseiras. Assim, existe maior consumo de manufaturados e alimentos processados contendo diversos tipos de embalagens e/ou sendo composto por materiais de baixa ou nula degradabilidade no ambiente.

Por conta disso evidencia-se grande geração de resíduos sólidos que se tornou um grande desafio à sociedade lidar com seu acúmulo.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2014), no ano de 2014, a geração total de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, das quais em média, cada habitante teve a participação de 387,63 kg. Essa pesquisa também traz a informação de que 41% da geração total teve destinação final inadequada. Dentre os aproximadamente 59% demais, sua maioria foi encaminhada a aterros sanitários.

Em 02 de agosto de 2010 foi promulgada a Lei 12.305 denominada Política Nacional de Resíduos Sólidos PNRS (BRASIL, 2010). Representa um grande avanço na área de Resíduos Sólidos, apresenta uma visão moderna sobre um dos maiores problemas do planeta, que tem por princípio a responsabilidade compartilhada entre produção (toda cadeia produtiva), coleta, destino final e inclusão social dos catadores. Obriga-se o poder público de todas as esferas da União, a planejar o gerenciamento dos Resíduos Sólidos. E também o reforço dos novos conceitos como "logística reversa," a prática dos cinco "Rs" Repensar, Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Recusar. (PEIXE & HACK, 2014).

Nesse contexto o gerenciamento integrado e sustentável de resíduos sólidos deve partir da premissa de evitar ao máximo a geração de resíduos. Quando não for possível realizar essa ação, os resíduos que foram gerados devem seguir uma ordem de prioridade, ser reutilizados, reciclados, tratados e dispostos. Portanto, o ato de dispor os resíduos é considerado a última opção, devendo ser aterrado somente o que for rejeito, ou seja, tudo aquilo que não pôde ser reciclado ou tratado (MASSUKADO,2016).

Por ser difícil encontrar locais ambientalmente adequados e economicamente viáveis para a disposição de resíduos sólidos, é importante que os municípios adotem estratégias para prolongar a vida útil de aterros sanitários. Para isso é necessário desviar o máximo de resíduos dos aterros, tanto compostáveis quanto recicláveis (MASSUKADO,2008).

Partindo da informação que em média mais que 50% dos RSU gerados são resíduos orgânicos (IBGE, 2010), é fato que destiná-los a compostagem e não ao aterro acarretariam em diversos benefícios como aumentar a vida útil de aterros sanitários e evitaria possíveis impactos ambientais negativos provenientes da produção de lixiviado e gases de efeito estufa.

Um estudo realizado por Reis et al, (2006), demonstrou que os resíduos domiciliares, originados nas residências familiares típicas continha, em média, 67,0% de restos de alimentos (resíduos orgânicos), 19,8% de papéis, 6,5% de plásticos, 3,0% de vidros e 3,7% de metais.

Neste contexto, uma alternativa de tratamento e, conseqüentemente, de aproveitamento de resíduo orgânico consiste na compostagem (TEIXEIRA et al., 2004), processo biológico de transformação de resíduos orgânicos em substâncias húmicas. Em outras palavras, a partir da mistura de restos de alimentos, frutos, folhas, esterco, palhadas, dentre outros, obtêm-se, no final do processo, um adubo orgânico homogêneo, de cor escura, estável, solto, pronto para ser usado em qualquer cultura, sem causar dano e proporcionando uma melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SOUZA et al., 2001).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019), no Brasil, 60% da composição dos resíduos é matéria orgânica passível de reciclagem por meio do processo de compostagem, um método simplificado e sem custos elevados para o seu tratamento sanitariamente adequado.

Kiehl (1998) relata que durante o processo de compostagem é possível observar três fases: uma primeira inicial e rápida de composto cru ou imaturo, seguida de uma segunda fase de semi-cura ou bioestabilização, para atingir finalmente a terceira fase, a humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica. Como mostrado na figura 1, as fases da compostagem relacionando a temperatura do composto no tempo.

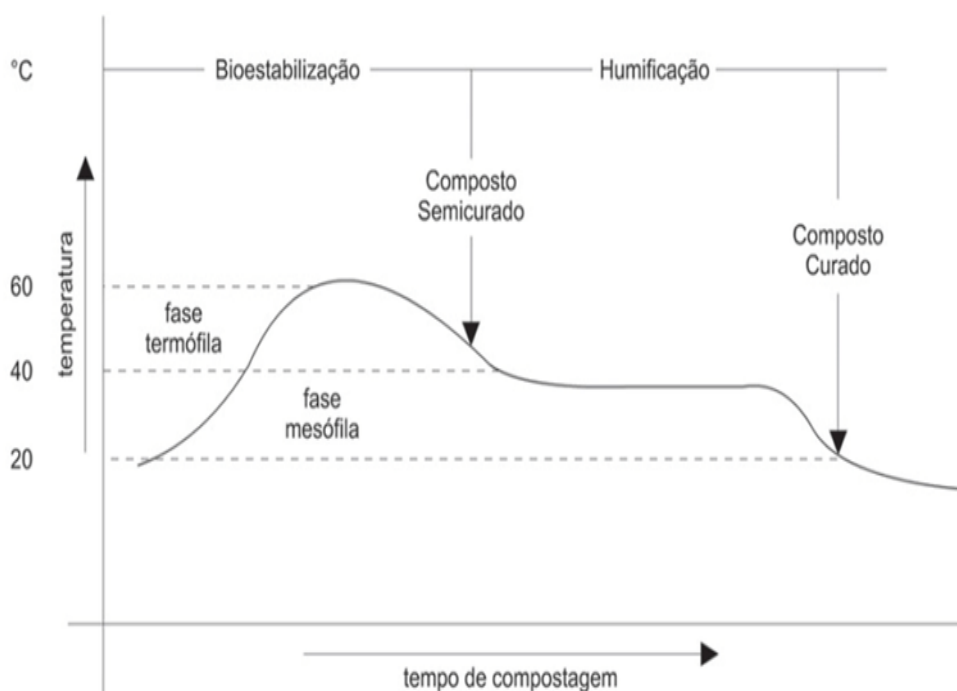


Figura 1: Fases da compostagem (D'ALMEIDA & VILHENA, 2000).

De acordo com Noguera (2011), a primeira fase denominada de decomposição é caracterizada pelo desprendimento de energia em forma de calor, devido à quebra da cadeia

carbônica da glicose, aumentando a temperatura até valores de 60°C, e, por conseguinte retirando água em forma de vapor, diminuindo a porcentagem de umidade e um pouco o volume inicial.

O aumento da temperatura durante a primeira fase se dá especialmente pelo favorecimento da quebra da lignina e celulose em decorrência da maior acidez do meio, que é resultante da liberação e acúmulo de ácidos no início do processo de compostagem (SILIA, 2015).

Já a bioestabilização é caracterizada pela transformação da matéria orgânica resultante da ação combinada da macro (minhocas, piolhos de cobra besouros) e mesofauna (ácaros) e de diferentes comunidades de microrganismos (incluindo bactérias e fungos) que predominam em diferentes fases da compostagem (KIEHL, 1998). Segundo Aquino (2005) os resíduos orgânicos sofrem transformações metabólicas desde que fornecidas às condições de umidade, aeração e microrganismos como bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários, algas, além de larvas, insetos etc., que têm na matéria orgânica in natura sua fonte de matéria e energia. Como resultado da digestão da matéria orgânica por esses organismos, ocorre a liberação de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio se transformando em nutrientes minerais. Ou seja, esses elementos, antes imobilizados na forma orgânica, tornam-se disponíveis para as plantas num processo conhecido como mineralização.

A maturidade do composto ocorre quando a decomposição microbiológica se completa e a matéria orgânica é transformada em húmus, fase denominada humificação (KIEHL, 1998).

Os materiais utilizados para a compostagem podem ser divididos em duas classes, a dos materiais ricos em carbono e a dos materiais ricos em nitrogênio. Entre os materiais ricos em carbono podemos considerar os materiais lenhosos como a casca de árvores, as aparas de madeira, as podas dos jardins, folhas e galhos das árvores, palhas e feno, e papel. Entre os materiais nitrogenados incluem-se as folhas verdes, estrumes animais, urinas, solo, restos de vegetais hortícolas, erva, etc (OLIVEIRA, et al, 2009). Segundo o autor, os materiais para compostagem não devem conter vidros, plásticos, tintas, óleos, metais, pedras etc. Não devem conter um excesso de gorduras (porque podem libertar ácidos graxos de cadeia curta como o acético, o propiónico e o butírico os quais retardam a compostagem e prejudicam o composto).

A compostagem consiste em se criar condições e dispor, em local adequado, as matérias-primas ricas em nutrientes orgânicos e minerais, especialmente, que contenham relação C:N favorável ao metabolismo dos organismos que vão efetuar sua biodigestão, pois os materiais ricos em carbono fornecem a matéria orgânica e a energia para a compostagem e os

materiais nitrogenados aceleram o processo de compostagem, porque o nitrogênio é necessário para o crescimento dos microrganismos (PEIXOTO, 1981).

Segundo Kiehl (1998), o acompanhamento da relação C:N durante a compostagem permite conhecer o andamento do processo, pois quando o composto atinge a semicura, ou bioestabilização, a relação C:N se situa em torno de 18:1, e quando atinge a maturidade, ou seja transformou-se em produto acabado ou humificado, a relação C/N se situa em torno de 10:1.

Outro fator importante no processo da compostagem é o pH do composto, segundo Jimenez e Garcia (1989), este pode ser indicativo do estado de compostagem dos resíduos orgânicos, sendo que durante as primeiras horas de compostagem, o pH decresce até valores de, aproximadamente, 5.0, e posteriormente, aumenta gradualmente com a evolução do processo de compostagem e estabilização do composto, alcançando, valores entre 7 e 8.

A compostagem é um procedimento versátil e de baixo custo, podendo ser feita em pequenas ou largas escalas, e pode ocorrer a partir do manejo de diferentes materiais dependendo do que se tem disponível. Tomando como foco a pequena escala, as unidades descentralizadas de compostagem (UDC) podem ser desenvolvidas em escolas, centros comunitários, quintais ou até terrenos baldios promovendo a transformação de espaços urbanos que passam a ter um uso comum na vizinhança e caráter pedagógico que propicia a difusão do conhecimento através da prática, fomenta a agricultura urbana e a sensibilização para a coleta seletiva (ZANETTE, 2016).

Diante do exposto, Capra (2004) enfatiza que a natureza cíclica dos processos ecológicos é um importante princípio da ecologia. Os laços de realimentação dos ecossistemas são as vias ao longo das quais os nutrientes são continuamente reciclados. Sendo sistemas abertos, todos os organismos de um ecossistema produzem resíduos, mas o que é resíduo para uma espécie é alimento para outra, de modo que o ecossistema como um todo permanece livre de resíduos.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do composto sintetizado em modelos diferentes e a viabilidade da composteira 2, modelo alternativo, no Câmpus Jataí Unidade Flamboyant do Instituto Federal de Goiás.

### **Metodologia**

A presente pesquisa foi realizada no laboratório de Biologia da Unidade Flamboyant em Jataí. Foi adquirido um kit compostagem doméstica com caixas com capacidade de 161 litros com 300 minhocas. O kit é composto por 3 caixas plásticas empilhadas, sendo as duas de cima, onde são colocados os resíduos orgânicos e as minhocas, e a última é a caixa é a coletora,

que recebe o líquido que escorre no processo da compostagem. As minhocas utilizadas foram da espécie *Eisenia fetida* conhecida como minhoca californiana.

A outra composteira utilizada foi confeccionada com três baldes de plásticos com capacidade de 15 litros cada. Foram colocados em torno de 85 minhocas nos baldes, estes foram higienizados e perfurados para o trânsito de minhocas e líquidos, e no balde da base foi colocado uma torneira para coletar o líquido (chorume). Foram depositados ao fundo das composteiras pedras-brita e substrato em camadas de 1 cm cada, a fim de evitar o vazamento indesejado do composto e das minhocas.

O processo de compostagem iniciou no dia 25 de outubro de 2018, e durante os 2 meses seguintes foi mensurado a temperatura duas vezes ao dia. Os resíduos sólidos orgânicos depositados nas composteiras consistiram em cascas de ovos, cascas de frutas, frutas, verduras, borra de café, aparas de árvores e grama, gerados e coletados seletivamente nas residências de colaboradores e jardim do Campus Flamboyant/Jataí -Goiás.

Foram colocados os mesmos tipos e quantidades de resíduos nas duas composteiras. A deposição destes obedeceu à ordem de separar os resíduos permitidos, cortar em pedaços pequenos, na ordem de 0,5-1 cm e em seguida colocá-los em pequenos montes ao longo da superfície do substrato para manter a aeração e evitar a compactação.

A mensuração das temperaturas foi realizada por termômetro em escala Celsius, foi feito a média aritmética de três medidas separadas em três pontos da composteiras, em regiões bem espaçadas entre si, cada medida obedeceu a ordem de posicionar o termômetro cerca de 3 cm da superfície, aguardar um minuto e tomar nota da temperatura obtida, também foi mantido o registro da temperatura ambiente no momento da medição das demais, de preferência, nos primeiros dias, executou-se as medidas em dois períodos por dia, no começo da manhã e no fim da tarde. O período de mensuração da temperatura foi até a fase de resfriamento que é marcada pela queda da temperatura para valores da temperatura ambiente.

Em junho deste corrente ano, foram coletadas quatro porções em pontos distintos (extremidades das caixas com uns 50cm da superfície) do composto nos dois modelos de composteiras (composteira 1 modelo comercial e modelo 2 alternativo). As amostras foram passadas em peneira de 10 mm de abertura de malha, para a retirada do material grosseiro, em seguida, em peneira de 2,0mm de abertura de malha. Para as análises químicas, empregou-se uma porção da amostra de 2,0 mm, triturada em cadinho. As análises foram realizadas no laboratório de análises de solos da cidade de Jataí, os nutrientes analisados foram o carbono orgânico, fósforo, nitrogênio total, potássio, magnésio, cálcio, enxofre, pH e umidade dos

compostos. Os métodos de extração e mensuração dos nutrientes, pH e umidade segue respectivamente pelo Manual de Métodos Analíticos Oficiais – (MAPA): Método volumétrico do dicromato de potássio; solubilização do fósforo da amostra por extração fortemente ácida e posterior precipitação do íon ortofosfato como fosfomolibdato de quinolina –  $(C_9H_7N)_3H_3[PO_4 \cdot 12 MoO_3]$  – o qual é filtrado, secado e pesado, teor expresso como pentóxido de fósforo ( $P_2O_5$ ); macrodigestor e destilador tipo Kjeldhal equipados com reguladores de potência; baseia-se na extração a quente do potássio, precipitação deste com solução de tetrafenilborato de sódio em excesso e titulação do excesso deste reagente com solução de brometo de cetil trimetil amônio (BCTA) ou cloreto de benzalcônio. Teor expresso como óxido de potássio ( $K_2O$ ); Método volumétrico do EDTA para cálcio e magnésio”; 8.2 método espectrométrico por absorção atômica para cálcio” e 8.3 – método espectrométrico por absorção atômica para magnésio”, com seus equipamentos, reagentes e procedimentos; Enxofre – método gravimétrico do sulfato de bário”, com seus equipamentos, reagentes e procedimentos; Potenciômetro com eletrodo combinado (medidor de pH) e termocompensador de temperatura e a Umidade ( $65^{\circ}C$ ) (%) levar à estufa regulada para a temperatura de  $65 \pm 5^{\circ}C$  e deixar secar até massa constante. Retirar da estufa, esfriar em dessecador, pesar e registrar a massa ( $G_2$ ) da amostra após a finalização da secagem. Estes dados ( $G_1$  e  $G_2$ ) servirão ao cálculo do teor de umidade a  $65^{\circ}C$ .

### **Resultados e Discussão**

Durante o período de compostagem não foi constatada a ocorrência de mau cheiro ou a presença de vetores, o que consiste num bom indicativo de que o processo se deu sob condições adequadas de aeração e umidade, principalmente, já que, segundo Teixeira et al. (2004), o processo de compostagem em ambiente aeróbio evita o mau cheiro e a proliferação de moscas. Verificou-se a ocorrência de uma grande diversidade de pequenos artrópodes na massa de resíduos orgânicos sob compostagem. Tal fato, no entanto, é considerado normal, uma vez que também participam da degradação da matéria durante a compostagem (ATAÍDE et al., 2007).

A temperatura média da massa de resíduos orgânicos no interior das composteiras ficou em torno de  $31^{\circ}C$ , nos primeiros 60 dias (Figura 2), indicando a fase de degradação do processo de compostagem. Após esse período, verificou-se decréscimo gradual da temperatura, a qual se estabilizou em  $27^{\circ}C$ , por volta de 120 dias desde o início da introdução dos resíduos orgânicos nas composteiras.

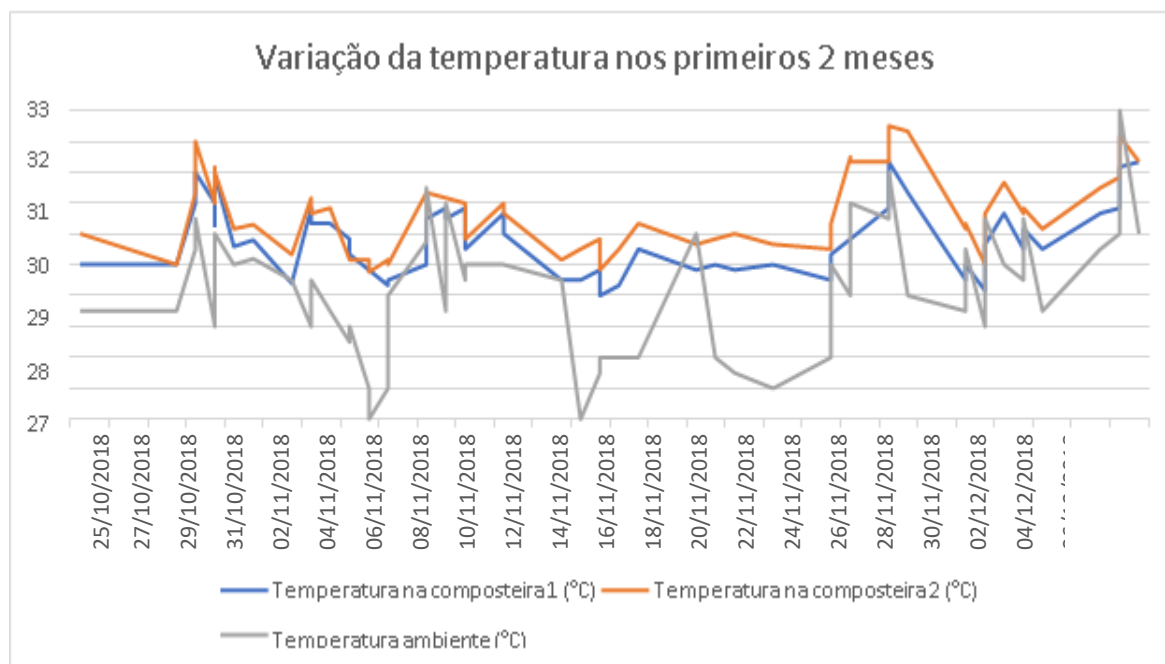


Figura 2: Temperatura média dos compostos das composteiras 1 e 2 e ambiente em 60 dias.

A temperatura durante a fase termofílica, varia de 40 °C a 70 °C (com média de 60 °C) porém dada a pequena massa do material orgânico, a área superficial específica é grande o suficiente para manter uma boa troca de calor com o ambiente, de forma que a temperatura nas composteiras seguiu em parte, a variação da temperatura ambiente e, mais importante, não alcançou temperaturas superiores a 32,5 °C, o que significa a não ciclagem dos agentes decompositores, a não sanitização do composto e sobrevivência de ovos e sementes presentes no material.

De acordo com Souza et al. (2001), durante a compostagem, como resultado da ação dos microrganismos, há desprendimento de gás carbônico, energia e água (na forma de vapor). Parte dessa energia é usada para o crescimento dos microrganismos, sendo o restante liberado como calor. Conseqüentemente, o material que está sendo compostado se aquece, atinge uma temperatura elevada, resfria-se e atinge estágio de maturação. Após a maturação, o composto orgânico estará pronto, sendo constituído de partes resistentes dos resíduos orgânicos, produtos decompostos e microrganismos mortos e vivos.

Após 150 dias de compostagem, o produto formado (composto orgânico) apresentava coloração escura, quase preta (figura 3), solto e odor de terra, indicativos de que ele estava maduro (FUNDACENTRO, 2002).





Figura 3: Aparência do composto húmico ao final do processo de compostagem.

Durante o processo de decomposição de material orgânico há a formação de chorume como subproduto, que é contaminante de lençóis freáticos em grande quantidade, capaz de eutrofização do meio, tendo isso em mente, coletou-se todo o chorume gerado e armazenou-se em recipientes plásticos com tampa, na (figura 4), com vistas à diluição e pulverização em plantas de jardim como melhorador de qualidades do solo, não houve separação da origem do chorume de cada composteira, que juntas produziram 25 litros de chorume.



Figura 4: Composteira 1 a esquerda, sem a tampa e uma das caixas sob medição da temperatura, ao lado, a

composteira 2, sem uma das caixas e com tecido permeável no lugar da tampa, ao canto inferior direito, recipientes contendo chorume recolhido das composteiras.

As análises químicas do mesmo permitiram constatar que seus teores de carbono (C) orgânico, nitrogênio (N) total, fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e umidade, (Tabela 1) estavam dentro dos limites estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009) para composto comercializável.

A relação carbono/nitrogênio, é bastante estudada como forma de avaliar a maturação do composto, em conjunto com pelo menos um outro parâmetro dentre os quais: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), variação da massa orgânica, umidade total.

O pH dos compostos dos modelos 1 e 2 respectivamente apresentaram valores semelhantes (8,3 e 8,4), demonstrando que houve maturação dos compostos, etapa fundamental no processo de compostagem. Assim, resultados corroboram com os resultados de Jimenez e Garcia (1989) que enfatizam que valores baixos de pH são indicativos de falta de maturação devido à curta duração do processo, e que valores entre 7 e 8 evidenciam a estabilização e maturação do composto.

Os compostos analisados apresentaram carbono orgânico e macronutrientes em proporções variadas (Tabela 1). O Carbono orgânico (8,29-8,50%) indica que houve a ciclagem da matéria orgânica dos resíduos. O Ca foi o nutriente em maior concentração na amostra (4,32-4,55%), seguido por K, S, N e P.

Tal resultado indica que os compostos de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, oriundo da compostagem doméstica, além de constituir-se em importante fonte de matéria orgânica, contêm também nutrientes essenciais para as plantas, os quais podem se tornar disponíveis para elas quando de sua adição ao solo.

Caracterização	Composteira 1	Composteira 2
Carbono orgânico (%)	8,29	8,50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total (%)	0,73	0,74
N total (%)	0,85	0,89
K <sub>2</sub> O (solúvel em H <sub>2</sub> O) (%)	1,28	1,22
Magnésio (%)	0,45	0,41
Cálcio (%)	4,32	4,55
Enxofre (%)	1,20	1,25
pH (CaCl <sub>2</sub> ) (%)	8,3	8,4
Umidade total (%)	52,53	55,60

Tabela 1: Características químicas dos compostos dos resíduos sólidos orgânicos das composteiras.

## Considerações finais

A qualidade dos compostos sintetizados foi considerada satisfatória, podendo ser considerado como fonte de matéria orgânica, com nutrientes essenciais. O modelo 2, alternativo, de composteira, se mostrou viável para o processo de compostagem dos resíduos domiciliares orgânicos, viabilizando o aproveitamento de resíduos gerados, de forma mais econômica e sustentável.

A construção de uma UDC consiste em um espaço de aprendizagem em gestão e gerenciamento de resíduos orgânicos, que provoca a mudança de hábitos em relação a separação de resíduos na fonte. Os resultados mostram que, mesmo com pouca prática e poucos recursos, é possível tratar a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos. A prática possibilita melhor formação do educador e educandos, trazendo elementos e proporcionando momentos que possibilitam um aprendizado visual e sensorial. Os resultados apontam ainda, que o modelo alternativo de compostagem pode ser uma ferramenta tanto didática quanto de transformação, podendo ser estendida para toda a comunidade, após a apresentação do modelo e treinamento dos interessados, reduzindo efetivamente o total de resíduos a serem coletados e tratados pelo poder público, além de gerar um produto nobre (adubo orgânico), que pode ainda incentivar a adoção de hortas caseiras.

## Referências:

AQUINO, A. M. **Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos**. EMBRAPA. Circular Técnica. n. 12. 2005.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza e Resíduos Especiais (ABRELPE). **PANORAMADOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**, 2014. Disponível em <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_apresentacao.cfm](http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm)> , acesso em 10/08/2019.

ATAIDE, L. M. S.; LOPES, S. R.; TAVARES, K. G; CATA PRETA, C. A. A. Estudo da Presença de Vetores em Leiras de Composto Orgânico Produzido na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos De Belo Horizonte, MG. **Anais 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES**, 2007. p. 19-24.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 3 de agosto de 2010.

CAPRA, F. **A Teia da Vida**. São Paulo: Pensamento, 2004.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2.ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370 p.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO – FUNDACENTRO. **Compostagem doméstica de lixo**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista – UNERSP, Botucatu. 2002, 40 p. Acesso: em 01 de Jun de 2019. Disponível em:<http://compostagem-domestica-de-lixo>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico:2008. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão**. Rio de Janeiro, 2010. 219 p.

JIMÉNEZ, E. I. e GARCÍA, V. P. **Instituto de Productos Naturales y Agrobiología de Canarias CSIC**, Avda. Spain (1989).

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba, 1998.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**, 2008. 182 f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

MASSUKADO, L.M. **Compostagem: Nada se cria nada se perde; tudo se transforma**. Brasília: Editora: IFB, 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO - **MAPA**. Instrução Normativa SDA no 25, de 23 de julho de 2009. Anexos I e III. Acesso em 02 Jun de 2019. Disponível:<http://extranet.agricultura.gov.br>

MINISTÉRIO O MEIO AMBIENTE (MMA). **Compostagem**. Brasília. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>; cesso em 07/06/2019.

NÓBREGA, C.C. et al. Análise preliminar física e físico-químicas dos resíduos sólidos domiciliares de pedras de fogo – Paraíba, João Pessoa. **Anais 2º Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica**, 2007. p. 9-14.

NOGUERA, J. O.C.; Compostagem como prática de valorização dos resíduos alimentares com foco interdisciplinar na educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. REGET-** Universidade Federal de Santa Maria. v (3), nº3, p. 316 – 325, 2011.

OLIVEIRA, F.N.S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos. Fortaleza**: Embrapa Agroindústria tropical, 2004. 17 p. (Documentos, 89). Capturado em 01 de setembro de 2009. Online. Disponível na internet: [http://cnpat.embrapa.br/publica/pub/SerDoc/doc\\_89.pdf](http://cnpat.embrapa.br/publica/pub/SerDoc/doc_89.pdf).

PEIXE, M; HACK, M. B. - *Compostagem como método adequado ao tratamento dos resíduos sólidos orgânicos urbanos: Experiência do Município de Florianópolis/SC.*(s/d)

2014, Disponível em:

<[http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/27\\_03\\_2014\\_10.52.58.648dc17b1d3f981315f8ecf7d2104d2f.pdf](http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/27_03_2014_10.52.58.648dc17b1d3f981315f8ecf7d2104d2f.pdf)> Acesso em 10/08/2019.

PEIXOTO, J. O. **Destinação final de resíduos, nem sempre uma opção econômica.** Engenharia Sanitária, (1): 15-18, 1981.

REIS, M.F.P. et al. **A produção de composto orgânico em uma unidade de triagem e compostagem.** Revista Brasileira de Agroecologia, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 1, p. 1057-1060, 2006.

SOUZA, F.A. de; AQUINO, A.M. de; RICCI, M. dos S.F.; FEIDEN, A. **Compostagem.** Seropédica: Brasília - Embrapa Agrobiologia, 2001. 11 p. (Boletim Técnico, nº 50).

TRAUTMANN, N.; OLYNCIW, E. **Compost Microorganisms.** In: CORNELL Composting, Science & Engineering. Disponível em: <<http://compost.css.cornell.edu/microorg.html>>. Acesso em: 18 jul. 2019.

TEIXEIRA, L.B. et al. **Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural.** Belém: Embrapa, 2004, 8 p. (Circular Técnica, 33).

SILIA, H. N., **Estudos sobre compostagem com lodo de ETE com vistas à aplicação em solo agrícola.** Santo André, 2015, disponível em <[https://www.researchgate.net/profile/Hugo\\_Silia/publication/311382687\\_Estudos\\_sobre\\_compostagem\\_com\\_lodo\\_de\\_ETE\\_com\\_vistas\\_a\\_aplicacao\\_em\\_solo\\_agricola/links/58439bd108ae8e63e623ceff/Estudos-sobre-compostagem-com-lodo-de-ETE-com-vistas-a-aplicacao-em-solo-agricola.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hugo_Silia/publication/311382687_Estudos_sobre_compostagem_com_lodo_de_ETE_com_vistas_a_aplicacao_em_solo_agricola/links/58439bd108ae8e63e623ceff/Estudos-sobre-compostagem-com-lodo-de-ETE-com-vistas-a-aplicacao-em-solo-agricola.pdf)> acesso em 21 de jul de 2019.

ZANNETTE, P. H. O. **Estudo de viabilidade da compostagem de resíduos orgânicos do restaurante universitário do campus 2 da USP São Carlos,** São Paulo: 2016, 7<sup>o</sup> Fórum Internacional dos Resíduos Sólidos, Porto Alegre RS.