



Avaliação da qualidade do composto orgânico produzido por meio de compostagem doméstica

Evaluation of the quality of organic compost produced through home composting

Gabriela Oliveira Carneiro¹, Juliana Olimpio do Nascimento¹, Lucas Mota França dos Santos¹, Rossanna Barbosa Pragana¹

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco Universidade, Recife, Pernambuco, Brasil

Contato: rossanna.barbosa@ufrpe.br

Palavras-Chave

resíduos orgânicos
resíduos urbanos
resíduos domésticos
resíduos sólidos
tratamento de resíduos

RESUMO

A geração descomedida e o tratamento final inadequado dos resíduos sólidos urbanos constituem um dos maiores problemas ambientais da sociedade moderna. Em vista desse cenário e do cumprimento aos parâmetros propostos pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos, a compostagem doméstica surge como alternativa para remediar esta problemática. A prática consiste na utilização dos resíduos orgânicos residenciais para produção de fertilizante composto em pequena escala. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a condução e a eficiência da produção de composto orgânico em composteira doméstica. Os resíduos orgânicos domésticos foram acumulados diariamente na composteira, juntamente com o componente seco (folhas, pó de serra e composto orgânico). As composteiras domésticas foram confeccionadas com recipientes com capacidade de 20 litros. Durante o processo, foram monitoradas a temperatura, umidade e aeração. Para identificar a eficiência do processo e a qualidade do composto, foram realizadas análises de pH, Carbono (C), Nitrogênio (N) e relação C/N. A partir desse experimento, conclui-se que a compostagem doméstica é uma alternativa para destinação dos resíduos orgânicos gerados em ambientes domésticos, pois as análises químicas indicaram que o pH ficou entre 7,1 e 7,9; o tratamento com pó de serra apresentou 18,25% de carbono; os tratamentos com pó de serra e com folhas apresentaram o nitrogênio acima de 0,5% e a relação C/N dos tratamentos com folha e composto orgânico ficaram abaixo de 20/1, resultados dentro das faixas preconizadas na Instrução Normativa SDA N° 61/2020, para estes parâmetros.

Key-word

organic waste
urban waste
home waste
solid waste
waste treatment

ABSTRACT

The excessive generation and inadequate final treatment of solid urban waste is one of modern society's biggest environmental problems. In view of this scenario and in order to comply with the parameters proposed by the National Policy on Solid Waste, home composting has emerged as an alternative to remedy this problem. The practice consists of using household organic waste to produce compost fertilizer on a small scale. The aim of this research was to evaluate the conduct and efficiency of organic compost production in a home compost bin. Household organic waste was accumulated daily in the compost bin, along with the dry component (leaves, sawdust and organic compost). The home compost bins were made from 20-liter containers. Temperature, humidity and aeration were monitored during the process. To identify the efficiency of the process and the quality of the compost, pH, Carbon (C), Nitrogen (N) and C/N ratio analyses were carried out. From this experiment, it can be concluded that home composting is an alternative for disposing of organic waste generated in domestic environments, as the chemical analyses indicated that the pH was between 7.1 and 7.9; the treatment with sawdust had 18.25% carbon; the sawdust and leaf treatments had nitrogen above 0.5% and the C/N ratio of the leaf and organic compost treatments was below 20/1, results within the ranges recommended in SDA Normative Instruction No. 61/2020 for these parameters.

Informações do artigo

Recebido: 23 de janeiro, 2024

Aceito: 16 de abril, 2024

Publicado: 30 de abril, 2024

Introdução

A geração excessiva e a destinação final inadequada de resíduos sólidos urbanos configuram um dos maiores problemas ambientais e desafios que a sociedade moderna enfrenta (AGUIAR et al., 2021). Apesar de a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) implicar, por meio da Lei de nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, inciso VIII do Artigo 3º, sobre a “[...] destinação final ambientalmente adequada” de resíduos, por meio da reutilização, da reciclagem, da compostagem, dentre outros métodos (BRASIL, 2010); das toneladas de lixo produzidas diariamente no Brasil, apenas 24% não é depositado em lixões e aterros sanitários, e mais de 50% de todo o lixo urbano é composto de resíduo orgânico potencialmente compostável (MARCHI; GONÇALVES, 2020).

Ainda, segundo Oliveira (2020), os resíduos orgânicos em anaerobiose podem liberar gás metano, um gás tóxico e poluente, e também liberar chorume, líquido potencialmente poluidor de solos e corpos d’água.

A partir disso, marcantes consequências do descarte incorreto desses resíduos são a liberação de gases do efeito estufa, a eutrofização e a lixiviação (TROMBETTA et al., 2020).

Segundo a pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) (2022), estima-se que aproximadamente 75,1% dos municípios brasileiros realizam algum tipo de coleta seletiva.

Contudo, em sua maioria, essas atividades são incipientes e não abrangem todos os bairros. Das 76,1 milhões de toneladas coletadas no Brasil em 2022, 39% não tiveram um final adequado, ou seja, um total aproximado de 29,7 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) acabaram indo para lixões ou aterros controlados, que não contam com medidas necessárias para proteger o meio ambiente contra danos e degradações.

De acordo com o Ministério da Saúde e a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (BRASIL, 2013), a grande maioria dos resíduos coletados no Brasil (mais de 50% em peso úmido) é composto de matéria orgânica facilmente putrescível, que pode ser compostada. Por esse motivo, de acordo com Zago e Barros (2019), é importante realizar o aproveitamento destes resíduos e evitar seu descarte incorreto.

A compostagem consiste na decomposição microbiológica da matéria orgânica por diferentes populações de microrganismos em ambiente aeróbico, resultando em um produto humificado denominado composto orgânico (KIEHL, 1985), que de acordo com o Decreto Nº 4.954/2004, este insumo recebe o nome de Fertilizante Orgânico Composto, por ser produto obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matéria-prima de origem industrial, urbana ou rural, animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo ser enriquecido de nutrientes minerais, princípio ativo ou agente capaz de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas (BRASIL, 2004).

A compostagem doméstica se refere a prática da utilização dos resíduos orgânicos gerados numa residência, que são compostos basicamente por restos alimentares domésticos (cascas e partes em estágio de decomposição avançada de verduras e frutas, cascas de ovos, pó de café, etc.) para produção de composto orgânico em pequena escala.

A condução deste processo vai envolver o acúmulo do resíduo, a disposição, a composição e o acompanhamento. A eficiência será obtida se o produto final apresentar os parâmetros designados na Instrução Normativa SDA Nº 61/2020, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (IN Nº 61 SDA), em que o fertilizante orgânico (composto) deve apresentar um teor de N de no mínimo 0,5%, de carbono orgânico de no mínimo 15%, uma relação C/N máxima de 20:1, com umidade máxima de 50% (BRASIL, 2020). Estes são os principais parâmetros que devem ser atingidos no composto orgânico final. Portanto, um composto é considerado maturado e pronto para uso quando ele pode ser estocado, sem criar condições de anaerobiose ou gerar calor, podendo ser aplicado em solos sem efeitos negativos, devido a sua baixa relação C/N, pH mais alcalino e temperatura ambiente, como foi observado por Lopes Sobrinho et al. (2017), que pesquisaram a compostagem de resíduos orgânicos provenientes do restaurante do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA).

A eficiência do processo de compostagem está relacionada com a composição dos resíduos a serem processados, principalmente no que se refere a proporção de carbono e nitrogênio, visto que esta irá regular a ação dos microrganismos na transformação do resíduo. A relação C/N inicial deve manter-se em torno de 30/1, ou seja, os microrganismos precisam de 30 partes de C para cada parte de N (BOSCO et al., 2017), isto é importante porque a relação C/N tem influência direta sobre o tempo de maturação do composto. Resíduos orgânicos domésticos apresentam relação C/N próxima de 30:1, entretanto, a maioria destes resíduos apresentam umidade elevada, pois contém teor elevado de água na sua composição, por isto é necessária a adição de materiais orgânicos secos, como folhas, cavaco de madeira, pó de serra, pó de coco, composto maturado, para diminuir a umidade da composição, evitando a formação de ambiente anaeróbico, que favorece a fermentação dos resíduos.

O processo da compostagem requer um adequado monitoramento de parâmetros de controle, como a temperatura, umidade e aeração (concentração de oxigênio). O monitoramento correto da umidade e temperatura do processo é um fator determinante para o produto final, assim como a qualidade da matéria prima usada no início do processo (LÓPEZ et al. 2014). Se a leira de compostagem registrar temperatura da ordem de 40-60°C no segundo ou terceiro dia é sinal de que o ecossistema está bem equilibrado e que a compostagem tem todas as chances de ser bem sucedida, como observado por Leal et al. (2013), que analisaram a compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona.

Atingir esta temperatura é importante para sanitizar o composto orgânico, entretanto, estudos indicam que a compostagem doméstica atinge temperaturas próximas de 40°C (VICH et al., 2017), por isso é importante que não sejam utilizados resíduos contaminados na compostagem doméstica.

Além disso, manter a umidade dentro dos limites adequados é essencial para eficiência dos microrganismos. Assim como, a concentração de oxigênio tem grande importância no processo de compostagem, pois se a taxa de arejamento for insuficiente, o oxigênio vai diminuir e a falta de oxigênio durante a compostagem irá resultar em condições anaeróbicas (RASAPOOR et al., 2008), que geralmente leva a uma acidificação do material, e o produto resultante se tornará um composto de baixa qualidade.

De acordo com Vich et al. (2017), várias investigações foram conduzidas sobre compostagem doméstica na última década, que evidenciaram a importância desta prática. Conforme Lleó et al. (2013), a compostagem caseira diminui a coleta de resíduos orgânicos urbanos, que é um problema municipal, além de reduzir as impurezas presentes nos resíduos a serem tratados em aterros.

Para Faverial e Sierra (2014), a compostagem doméstica pode ajudar as autoridades locais a atingir as metas de desvio de resíduos do aterro, principalmente porque resultados mostram que esta prática pode ser uma boa alternativa para o manejo de bio resíduos, e quando bem conduzida, pode produzir composto orgânico com excelentes níveis de estabilidade (BARRENA et al., 2014).

De acordo com Lacerda et al. (2020), a compostagem é um processo de transformação de resíduos orgânicos em um composto estável, humificado e sem toxicidade; ainda de acordo com os autores, a prática de compostagem caseira pode ser desenvolvida em residências, com materiais simples e sem a necessidade da aplicação de tecnologias altamente desenvolvidas. Estudos de Dos Santos et al. (2022), apontam que quase metade dos resíduos sólidos urbanos são orgânicos. Dessa forma, a compostagem doméstica, apresenta-se como uma alternativa para a redução da quantidade de resíduos que são enviados para os aterros sanitários.

Ainda, pode-se mencionar o alinhamento da compostagem doméstica com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que foram criados no ano de 2012, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, os 17 ODS consistem em um conjunto de metas que buscam alcançar o desenvolvimento sustentável até o ano de 2030 (ROMA, 2019).

A separação dos resíduos orgânicos possibilita a manipulação de composteiras caseiras, com isso, impedindo que esses resíduos sejam encaminhados para lixões a céu aberto, e causem a poluição do ar, do solo e das águas, por exemplo.

Dessa forma é possível relacionar a compostagem doméstica com o ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis. O reaproveitamento dos resíduos orgânicos minimiza os impactos causados ao meio ambiente, objetivo descrito na meta 11.6.1, que propõe, até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade

do ar, gestão de resíduos municipais e outros. Portanto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a condução e a eficiência da produção de composto orgânico conduzido em composteira doméstica, por meio da avaliação de fatores que contribuem e influenciam no processo.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida em residências localizadas nos estados de Pernambuco e Sergipe. Foram levantadas informações como o número de pessoas residindo em cada casa, a descrição dos resíduos gerados diariamente, durante o período do experimento, o peso total de resíduo orgânico utilizado no processo, do material secante (composto orgânico, folhas e pó de serra) e a redução da massa total no final do experimento.

As composteiras domésticas foram confeccionadas com recipientes com capacidade volumétrica de 20 litros (baldes de manteiga industrial). Para facilitar a aeração natural durante o processo de compostagem, furos de 0,5 cm de diâmetro foram perfurados nas laterais, com espaçamento de 5 cm na vertical e 3 cm na horizontal (Figura 1), além dos furos na tampa dos recipientes de compostagem, correspondendo a aproximadamente 4% da área superficial.

Figura 1. Composteira doméstica com furos laterais (a) e tampa perfurada (b)



Fonte: Os autores (2022)

Os resíduos orgânicos domésticos como restos de frutas e legumes, folhagens, pedúnculos, hastes, cascas de ovos, pó de café, entre outros, foram preparados e acumulados diariamente na composteira, juntamente com o componente seco, para diminuir a umidade dos resíduos. A preparação consistiu em cortar os resíduos, com o objetivo de reduzir o tamanho das partículas para no máximo dois centímetros a maior dimensão, o que favorece a aceleração da degradação dos resíduos vegetais pelos microrganismos.

Os materiais adicionados para diminuir a umidade dos resíduos domésticos foram folhas cortadas ou trituradas, pó de serra e composto orgânico maturado. Estes materiais foram adicionados cada vez que foi colocado resíduo fresco na composteira, em quantidade suficiente para cobrir a camada de resíduo orgânico adicionada.

Estes resíduos foram acondicionados até atingir a capacidade da composteira. A partir disso, encerrou-se a

adição de resíduos, e a condução do processo seguiu até a produção do composto, por um período aproximado de 120 dias.

Durante a montagem do experimento, os resíduos adicionados diariamente foram pesados e descritos em uma planilha, assim como a camada de material seco. Inicialmente, foi colocada uma camada do material secante na base e a cada vez que eram adicionados resíduos, também se adicionou uma camada de material secante por cima. Esse processo continuou até atingir a capacidade estabelecida, deixando-se um espaço sem resíduo, que correspondeu a uma profundidade de 5 cm a partir da borda da composteira, para realização do reviramento sem perda de material (Figura 2).

O monitoramento da temperatura foi um aspecto observado no processo da compostagem. A medição foi realizada diariamente com termômetro digital, por um período de 30 dias, e depois uma vez por semana, até o processo atingir a temperatura ambiente local.

Figura 2. Início do processo de compostagem (a e b), monitoramento da temperatura (c) e Composteira na capacidade máxima (d).



Fonte: Os autores (2022)

A massa de resíduo foi revirada diariamente, para favorecer a aeração e homogeneizar a decomposição. Também foi acompanhada a umidade por meio do teste da mão, que de acordo com Kiehl (2012), consiste em apertar uma porção da massa de compostagem e observar se surge água entre os dedos. Quando isso não ocorreu, procurou-se adicionar água para manter a influência desse parâmetro na decomposição da matéria orgânica. Ao final do experimento, foi realizada a determinação da massa do composto gerada.

Para identificar a eficiência do processo de compostagem e a qualidade do composto, foram realizadas análises de pH, C, N e determinação da relação C/N, para comparar com os limites de referência da IN N° 61 SDA, para fertilizantes orgânicos Classe B, que inclui matérias-

primas oriundas de resíduos domésticos (BRASIL, 2020). O carbono orgânico total foi determinado por oxidação via úmida, com dicromato de potássio e ácido sulfúrico (SNYDER; TROFYMOW, 1984) e para a determinação das concentrações de nitrogênio total foi utilizado o método de destilação Kjedahl (BREMNER; MULVANEY, 1982).

As análises químicas do composto produzido foram realizadas nos laboratórios de Saneamento do Departamento de Tecnologia Rural, de Microbiologia do Solo e de Química Ambiental do Solo do Departamento de Agronomia da UFRPE.

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, com três repetições, formando nove unidades experimentais, onde cada composteira correspondeu a uma unidade experimental, sendo os tratamentos formados pela composição com a adição de diferentes componentes secos aos resíduos domésticos, conforme segue:

- Tratamento 1 - Resíduo doméstico + composto orgânico (C)
- Tratamento 2 - Resíduo doméstico + pó de serragem (PS)
- Tratamento 3 - Resíduo doméstico + folhas secas (FS)

Foi realizado o teste de Shapiro-Willk (distribuição normal). Para as variáveis que apresentaram distribuição normal, foi aplicada a ANOVA (análise de variância), caso contrário, foi aplicado o Teste de Kruskal-Wallis, para identificar a significância da variável.

Resultados e Discussão

Informações relativas à condução da compostagem domésticas em cada composteira (unidade experimental), como a cidade onde foi conduzida, número de pessoas por residência, peso dos resíduos orgânicos e dos materiais secantes, assim como, o peso do composto produzido, considerado peso final e a porcentagem de redução de material orgânico podem ser observados na Tabela 1.

Os resíduos mais recorrentes adicionados nas composteiras foram cascas de frutas e verduras como banana, mamão, abacaxi, melancia, melão, laranja, goiaba, entre as frutas e entre hortaliças como, batata inglesa, chuchu, cenoura, cebola, pepino, além de bagaço de acerola, caju e laranja. Outros resíduos também adicionados foram as cascas de ovos e pó de café. A quantidade (peso) de resíduos gerados não é proporcional ao número de moradores nas residências, pois a residência com maior número de pessoas (cinco) não foi a que gerou mais resíduo, assim como a de menor número de residentes (dois), não foi a que gerou menor peso de resíduo, esta variação está relacionada ao hábito alimentar de cada família e não ao número de residentes.

O tratamento que proporcionou maior redução de resíduo foi o com folhas secas, cuja redução variou de 77,39 a 83,29 %, indicando ser um material que apresenta excelente potencial para ser utilizado como material secante de resíduos orgânicos domésticos a ser tratado em composteiras domésticas.

A menor redução observada com o secante composto orgânico é justificada por se tratar de um

material orgânico estabilizado (LACERDA et al., 2020), porque já passou por um processo de compostagem, cuja decomposição não se dará no intervalo utilizado no experimento. O secante pó de serra é rico em compostos lignocelulósicos (FREITAS; LENZ, 2019), o que confere mais resistência à decomposição pelos microrganismos, enquanto que as folhas secas são consideradas ótimas fontes de nutrientes que são utilizadas no metabolismo destes organismos.

Tabela 1. Informações da localização da condução, número de residentes, composição de cada composteira, quantitativo de composto gerado e consequente redução de resíduo.

Local da condução	Nº de moradores/residência	Peso resíduo orgânico (kg)	Peso material secante (kg)	Peso Final (kg)	Redução (%)
C1 Recife-PE	5	5,19	7,80	7,31	43,73
C2 Recife-PE	4	6,04	5,31	8,45	25,55
C3 Recife-PE	3	6,42	8,44	12,69	14,60
PS1 Recife-PE	4	4,41	1,20	2,62	53,30
PS2 Cabrobó-PE	3	7,43	3,34	6,26	41,88
PS3 Abreu e Lima-PE	3	2,12	0,55	1,10	58,8
FS1 Aracaju -SE	4	3,50	0,60	0,68	83,29
FS2 Abreu e Lima-PE	2	3,19	0,50	0,73	80,19
FS3 Recife-PE	4	6,72	0,49	1,63	77,39

Legenda: C: composto; PS: pó de serra; FS: folhas secas

Fonte: Os autores (2022)

O tratamento destes resíduos na fonte de geração, ou seja, nas residências contribui para conservação do meio ambiente, por evitar que estes resíduos sejam encaminhados para aterros sanitários.

Realizou-se o monitoramento da umidade e aeração em todas as composteiras, com o intuito de alcançar parâmetros ideais para a maturação do composto. Percebeu-se a necessidade de controlar e equilibrar a umidade para favorecer a atuação dos microrganismos. O excesso de umidade pode causar anaerobiose, e assim, atrair vetores e gerar odores. De acordo com Bosco et al. (2017) no monitoramento do processo de compostagem eficaz, é importante manter uma umidade correta durante a degradação, sem excessos, nem escassez, para evitar condições anaeróbias e atividade bacteriana reduzida.

O controle da umidade foi realizado visualmente e através do teste da mão, pois ao perceber que a umidade estava baixa era adicionada água e apertada a massa de compostagem na palma da mão, o ponto ideal observado era o surgimento de líquido entre os dedos.

O reviramento faz com que o calor seja liberado para o meio ambiente na forma de vapor de água, o que permite a correção da umidade, por meio da distribuição uniforme de água em todo o material, assim como, permite a entrada de oxigênio no processo. Os furos realizados na composteira favoreceram a aeração, como também, os reviramentos diários da massa de compostagem, até a sétima semana, após este período os reviramentos passaram a ser semanais.

Quanto à temperatura, ao longo das sete semanas de compostagem, observou-se que a partir da 5ª algumas

composteiras deixaram de registrar a temperatura no termômetro digital, na 6ª semana apenas três foram registradas e na 7ª apenas uma. A partir da 8ª semana os termômetros utilizados na pesquisa não registraram mais as temperaturas, indicando que elas atingiram a temperatura ambiente. Por este motivo foram apresentadas a média, desvio padrão e coeficiente de variação até a 5ª semana (Tabela 2).

Tabela 2. Registro das temperaturas das composteiras

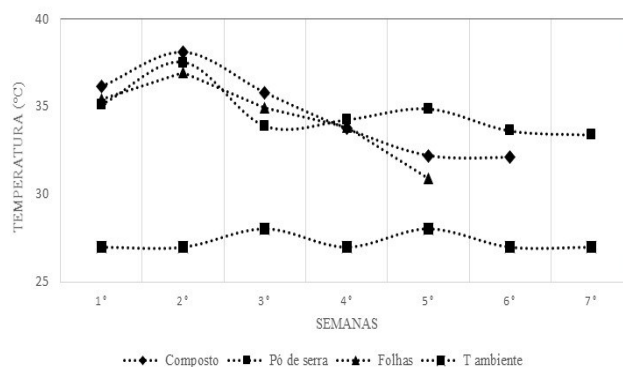
		TEMPERATURA (°C)				
		SEMANAS				
Tratamentos		1º	2º	3º	4º	5º
Composto	Média	36,1	38,1	35,8	33,8	32,2
	Desvio padrão	1,4	3,0	2,7	1,3	0,3
	Coef. Varia (%)	1,3	5,8	5,0	1,1	0,0
Pó de serra	Média	35,1	37,5	33,9	34,3	34,9
	Desvio padrão	1,9	0,4	1,2	1,9	4,1
	Coef. Varia (%)	2,3	0,1	0,9	2,5	11,3
Folhas secas	Média	36,4	36,9	35,0	33,9	20,6
	Desvio padrão	4,1	3,9	1,5	16	17,9
	Coef. Varia (%)	13,0	10,3	1,5	1,5	6,1

Fonte: Os autores (2022)

Os resultados da análise estatística da temperatura apresentaram distribuição normal e homogeneidade, mas não houve diferença significativa, de acordo com a ANOVA.

Nas primeiras semanas do processo de compostagem, constatou-se que todas as composteiras apresentaram medidas acima da temperatura ambiente, com média de alcance máximo de temperatura 41,07 °C (Figura 3).

Figura 3. Evolução da temperatura média nas composteiras



Fonte: Os autores (2022)

Esses valores indicam a ação dos microrganismos no material, uma vez que através da temperatura pode-se apontar a taxa de atividade microbiana na compostagem (MANU; KUMAR; GARG, 2019).

De acordo com Kumar et al. (2009), composteiras domésticas alcançam a faixa de temperatura entre 25° e 30°C e Arrobas (2009) relata que em composteiras domésticas as temperaturas podem alcançar até 45°C. Observa-se que as temperaturas atingidas na presente pesquisa ficaram na faixa preconizada pelos autores.

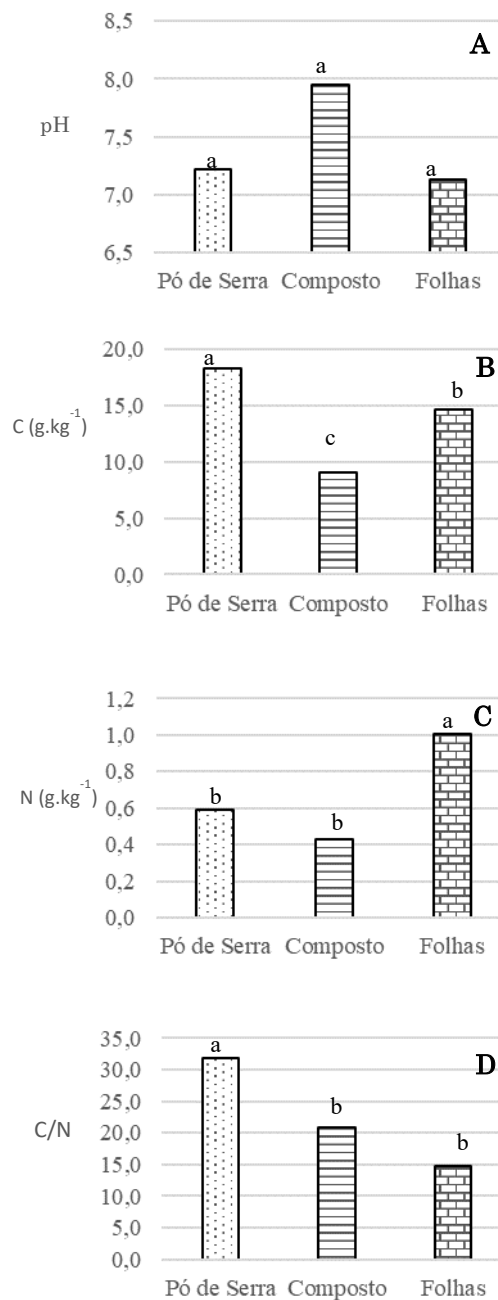
Foi possível perceber que as composteiras passaram pelas três fases (mesófila, termófila e criófila), conforme observado por Vieira et al (2021). Na primeira, os microrganismos sobrevivem em temperaturas mais amenas. Na segunda, atuam em temperaturas mais elevadas, e na terceira ocorre a diminuição da atividade microbiana com a queda gradativa da temperatura, se aproximando da temperatura ambiente do local.

O excesso de umidade favoreceu o aparecimento de larvas e mosquitos. Em algumas composteiras, principalmente nas quais o material secante utilizado foi o composto orgânico, a proliferação de larvas foi mais intensa e de controle mais difícil. Devido a densidade maior desse material secante, houve uma maior dificuldade no reviramento, o que prejudicou a aeração (entrada de ar) da composteira. Por esse motivo, constatou-se que o composto orgânico foi o material que apresentou maior dificuldade para a condução. O surgimento de larvas nas composteiras ocorreu nas duas primeiras semanas, a partir do ponto em que o material foi se decompondo. Com o controle da umidade e sequência de reviramento, as larvas foram desaparecendo.

De acordo com Lopes Sobrinho et al. (2017), espera-se que, após o processo de compostagem, o produto fique alcalino. Os referidos autores conduziram um processo de compostagem com resíduos de origem vegetal, provenientes do restaurante do IFMA - Campus Codó. O material orgânico foi composto por resíduos/desperdício alimentar, folhas, galhos, caules, inflorescências, palhas, sabugos, raízes de plantas alimentícias, cascas de árvores, frutas, bagaços e cama de animais; os restos de capins da alimentação animal também fazem parte deste material. Os autores registraram uma variação no pH que se iniciou ácido (5,4) e terminou alcalino no final do processo (> 8), com 70 dias de compostagem.

Alguns autores afirmam que no final do processo de compostagem o pH fica maior que 6,5, que é um indicativo, que o processo de maturação do composto foi completado (LEAL et al., 2013; LOPES SOBRINHO et al., 2017). De uma forma geral os compostos apresentaram resultados acima de 6,5. Como as composteiras foram conduzidas em diferentes residências os resíduos adicionados podem ter interferido neste resultado. Mas, como pode ser observado, a média do pH de cada tratamento (folhas secas, composto orgânico e pó de serra) se apresentou alcalina (Figura 4), sem proporcionar diferença significativa a nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos.

Figura 4. Médias do pH, carbono, nitrogênio e relação C/N dos compostos orgânicos.



Obs: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.
Fonte: Os autores (2022)

De acordo com a IN N° 61 SDA, o composto deve apresentar, no mínimo, 15% de carbono orgânico (BRASIL, 2020). Como pode ser observado, apenas o tratamento com pó de serra atendeu a IN, o tratamento com folhas apresentou valor bem próximo e o tratamento com composto ficou bem abaixo, com diferença significativa entre os tratamentos. Como o pó de serra apresenta uma elevada quantidade de carbono orgânico (KAUR, 2020), foi o tratamento que atendeu aos parâmetros da Instrução Normativa.

A IN N° 61 SDA estabelece que o composto tenha no mínimo 0,5% de nitrogênio (BRASIL, 2020). Os valores obtidos para o pó de serra e as folhas são maiores que 0,5%, logo, estão dentro do esperado. Mas o tratamento com composto orgânico ficou abaixo do esperado, entretanto, não apresentou diferença significativa em relação à folha.

A relação ideal de carbono e nitrogênio é de no máximo 20:1, como descrito na IN N° 61 SDA (BRASIL, 2020). A compostagem realizada com folhas secas e com composto estão dentro do esperado e não apresentam diferença significativa entre si, mas a de pó de serra a relação C/N está acima do previsto para composto maturado, apresentando diferença significativa em relação aos outros tratamentos, provavelmente devido a elevada relação C/N que apresenta o pó de serra (KAUR, 2020).

Considerando que a eficiência da compostagem doméstica está relacionada ao atendimento dos pré-requisitos estabelecidos na IN N° 61 SDA, os resultados das análises indicaram que é necessário aperfeiçoar o processo para baixar a relação C/N do tratamento com pó de serra, com adição de materiais ricos em nitrogênio; aumentar o teor de carbono orgânico (CO) no tratamento com folhas, com adição de mais folhas; e o tratamento com composto orgânico não deve ser adotado pois não atendeu dois requisitos (Tabela 3).

Tabela 3- Atendimento aos pré-requisitos estabelecidos na Instrução Normativa SDA N° 61/2020, para fertilizante orgânico.

	pH	C*	N **	C/N
Composto orgânico	x			x
Pó de Serra	x	x	x	
Folhas Secas	x		x	x

Legenda: *Carbono; **Nitrogênio Fonte: Os autores (2022)

Conclusão

A condução da compostagem doméstica se mostrou eficiente para o aproveitamento de resíduos orgânicos gerados nas residências, utilizando como secante pó de serra ou folhas secas, desde que sejam realizados ajustes nas composições para atender os padrões estabelecidos para composto orgânico maturado, pois os resultados das análises químicas como pH, CO, N e relação C/N se aproximaram dos preconizados na Instrução Normativa SDA N° 61/2020.

Agradecimentos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco. Aos Laboratórios de Saneamento Ambiental (LABSAM), Microbiologia do Solo e de Fertilidade do Solo que auxiliaram em todas as análises laboratoriais e aos estudantes colaboradores que conduziram o experimento em suas residências.

Referências

AGUIAR, E. S.; RIBEIRO, M. M.; VIANA, J. H.; PONTES, A. N. Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 13, e20190263, 2021. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190263>.

ARROBAS, M.; TAXA, J.; PEREIRA, M.; GONÇALVES, A. Projecto – piloto de compostagem doméstica em Bragança. Instituto Politécnico de Bragança: Qualidade do Ambiente Urbano: Novos Desafios. Portugal, 2009.

ABRELPE (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS). (2022) Panorama da gestão de resíduos sólidos no Brasil. São Paulo: ABRELPE.

BARRENA, R.; FONT, X. ; GABARRELL, X.; SÁNCHEZ, A. Compostagem doméstica versus compostagem industrial: Influência do sistema de compostagem na qualidade do composto com foco na estabilidade do composto. *Gerenciamento de resíduos*, v. 34, n. 7, pág. 1109-1116, 2014.

BOSCO et al. Contextualização teórica: compostagem e vermicompostagem In: Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas [livro eletrônico] / organização de Tatiane Cristina Dal Bosco. – São Paulo: Blucher, 2017. 266 p

BRASIL. Decreto N° 4.954, DE 14 DE JANEIRO DE 2004. Aprova o Regulamento da Lei n° 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências.

BRASIL. Instrução Normativa N° 61, de 6 de julho de 2020. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados a agricultura.

BRASIL. LEI N° 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

Brasil. Fundação Nacional de Saúde. Compostagem familiar: conceitos básicos a respeito da compostagem natural com o objetivo de incentivar o aproveitamento de parte significativa de resíduos sólidos/ Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2013. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/39040/Compostagem+Familiar.pdf>>, acesso em 29/10/2022

BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen-Total. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (eds). *Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties. Part. 2.* Madison, ASA-SSSA, 1982. p. 595-624. (Agronomy Monograph, 9).

DOS SANTOS, K. L.; PANIZZON, J.; RODRIGUES, T. F.; MATTILA, H.; JAHNO, V. D. O ensino da compostagem como instrumento para promoção da economia circular em sistemas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 17, n. 6, p. 296-319, 2022.

FAVERIAL, J.; SIERRA, J. Home composting of household biodegradable wastes under the tropical conditions of Guadeloupe (French Antilles). *Journal of Cleaner Production*, v. 83, p. 238–244, 2014.

FREITAS, A.; LENZ, D. M. Produção de painéis de madeira com resíduos de MDF e MDP da indústria moveleira e resina à base de tanino de Acácia Negra. *Engevista*, v. 21, n. 1, p. 141-153, 2019.

KAUR, T. "Vermicomposting: An Effective Option for Recycling Organic Wastes", in *Organic Agriculture*. London, United Kingdom: IntechOpen, 2020 [Online]. Available: <https://www.intechopen.com/chapters/71592> doi: 10.5772/intechopen.91892.

- KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Ed. Ceres, Piracicaba, 1985. 492p.
- KIEHL, E. J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto/Edmar José Kiehl, Piracicaba, E.J.Kiehl, 6ª edição do autor, 2012 – 171p.
- KUMAR, P. R. AMBIKA J.; SOMASHEKAR, R. K.; Assessment of the performance of different compost models to manage urban household organic solid wastes. *Clean Techn Environ Policy*; pp. 473–484; Department of Environmental Science, Bangalore University, Bangalore, India, 2009.
- LACERDA, K. A. P.; MORAES, J. V. Q.; SILVA, Y. G.; OLIVEIRA, S. L. Compostagem: alternativa de aproveitamento dos resíduos sólidos utilizando diferentes modelos de composteira. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.6, p. 40753-40763, 2020.
- LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. S. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.17, n.11, p.1195–1200, 2013 Campina Grande, PB, UAEA/UFCG – <http://www.agriambi.com.br>
- LLEÓ, T.; ALBACETE, E.; BARRENA, R.; FONT, X.; ARTOLA, A.; SÁNCHEZ, A. Home and vermicomposting as sustainable options for biowaste management. *Journal of Cleaner Production*, v. 47, p. 70–76, 2013.
- LOPES SOBRINHO, O. P.; PEREIRA, A. I. S.; CASTRO JÚNIOR, W. L.; OLIVEIRA, L. S.; XAVIER, R. S. SILVA, T. T.; SILVA, L. F. B.; COSTA, D. A. S.; CANTANHEDE, E. K. P. Compostagem de resíduos orgânicos provenientes do restaurante do IFMA – Campus Codó. *Nativa, Sinop*, v.5, esp., p.491-496, dez. 2017. <http://www.ufmt.br/nativa>
- LÓPEZ, M.; et al. Intelligent composting assisted by a wireless sensing network waste management. *Waste Management*.V.34. p. 738-746. 2014.
- MANU, M. K.; KUMAR, R.; GARG, A. Decentralized composting of household wet biodegradable waste in plastic drums: Effect of waste turning, microbial inoculum and bulking agent on product quality. *Journal of Cleaner Production*, v. 226, p. 233-241, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.350>
- MARCHI, C. M. D. F.; GONÇALVES, I. de O. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. *Revista Monografias Ambientais, [S. l.]*, v. 1, p. e1, 2020. DOI: 10.5902/2236130841718. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/41718>. Acesso em: 9 jan. 2023.
- OLIVEIRA, G. A.; KAUFMANN, K. P.; COPETTI, A. C. C. Educação ambiental na escola: reciclando resíduos orgânicos. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 11, n. 3, 4 dez. 2020.
- RASAPOOR, M. NASRABADI, T.; KAMALI, M. HOVEIDI, H. The effects of aeration rate on generated compost quality, using aerated static pile method. *Waste Management*, v. 29, p. 570–573, 2008.
- ROMA, J. C. Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. *Ciência e cultura*, v. 71, n. 1, p. 33-39, 2019.
- SNYDER, J. D; TROFYMOW, J. A. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining organic and inorganic carbon in plant and soil samples. *Commun. Soil Science and Plant Analysis*. 15: 587- 597 (1984).
- TROMBETTA, L. J; TURCHETTO, R; DA ROSA, G. M; VOLPI, G. B; BARROS, S; DA SILVA, V. R. Resíduos Orgânicos e suas implicações com o carbono orgânico e microbiota do solo e seus potenciais poderes poluentes. *Brazilian Journals of Development, Curitiba*, v. 6, n 7, p. 43996-44005, jul. 2020. DOI:10.34117/bjdv6n7-134.
- VIEIRA, M. C.; MENESES, R. M.; MICHELS, R. N.; DAL BOSCO, T. C. Comportamento da temperatura durante o processo de compostagem de resíduos domiciliares em pequena escala. *Justiça Climática no Antropoceno*, v. 13, n. 1, 2021.
- VICH, D. V.; MIYAMOTO, H. P.; QUEIROZ, L. M.; ZANTA, V. M. Household food-waste composting using a small-scale composter. *Revista Ambiente e Água, Taubaté*, v. 12, n. 5, p. 718-729, 2017.
- ZAGO, V. C. P ; BARROS, R. T. V. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade Management. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.24 n.2, p. 219-228, 2019.