

Avaliação da qualidade do adubo orgânico produzido pelo processo de compostagem, a partir dos resíduos de pescado gerados no Mercado do Peixe em São Luís – MA

Evaluation of the quality of the organic fertilizer produced by the composting process, from the fish residues generated at the Mercado do Peixe, São Luís - MA

Madson Guilherme Feitosa Pacheco¹, Lorraine Freitas Gonzaga¹, Darlan Ferreira da Silva¹, Jaedro José de Sousa Eliomar¹, Osman José de Aguiar Gerude Neto¹, Wolia Costa Gomes¹

¹ Universidade CEUMA. São Luis, MA, Brasil.
Todos autores contribuíram de forma igualitária

Contato: madsonguilherme09@hotmail.com

Palavras-Chave

compostagem
adubo orgânico
resíduos de pescado
análise de componentes
principais

RESUMO

A capital São Luís destaca-se pelo maior mercado consumidor e distribuidor do estado do Maranhão, entretanto, a distribuição do pescado é feita de maneira inapropriada, violando a legislação sanitária sobre os produtos de origem animal, onde, geralmente, o peixe é eviscerado, escamado, filetado nas calçadas ou em esteiras no chão. Os resíduos dessas operações são descartados inadequadamente, sendo dispostos, conseqüentemente, em terrenos e praias. Existem muitas alternativas para tratar esses resíduos, contudo, boa parte dessas alternativas tem um custo elevado, o que torna tais medidas inviáveis. Duas componentes principais (PC) foram geradas para explicar 81,30% da variação dos dados entre os quatro compostos produzidos. A análise estatística indicou a correlação entre os nutrientes e cada um dos compostos, sendo os maiores níveis de potássio ($\approx 12,86 \text{ mmol dm}^{-3}$) associados ao composto 3, cálcio ($\approx 95,00 \text{ mmol dm}^{-3}$) associados ao composto 2, fósforo ($\approx 613,00 \text{ mg dm}^{-3}$) associados ao composto 4 e pH ($\approx 7,50$) associados ao composto 1. Todavia, existem medidas simples e viáveis economicamente, como é o caso do reaproveitamento dos resíduos de pescado através da compostagem para a produção de fertilizantes orgânicos. O presente estudo propõe uso da compostagem como alternativa para a produção de adubo orgânico a partir dos resíduos de pescado, contribuindo assim, para minimizar os impactos ambientais causados pela destinação incorreta destes resíduos.

Key-word

composting
organic fertilizer
fish waste
principal component analysis

ABSTRACTS

The capital São Luís stands out for the largest consumer and distributor market in the state of Maranhão, however, the distribution of the fish is made in an inappropriate manner, violating sanitary legislation on products of animal origin, where fish is usually eviscerated, scaled, filleted on sidewalks or mats on the ground. The waste from these operations is discarded inappropriately, being disposed, consequently, in lands and beaches. There are many alternatives to treat these wastes, however, many of these alternatives have a high cost, which makes such measures unfeasible. Two principal components (PC) were generated to explain 81.30% of the data variation among the four compounds produced. Statistical analysis indicated the correlation between nutrients and each one compounds, being the highest levels of potassium ($\approx 12.86 \text{ mmol dm}^{-3}$) associated with compound 3, calcium ($\approx 95.00 \text{ mmol dm}^{-3}$) associated with compound 2, phosphorus ($\approx 613.00 \text{ mg dm}^{-3}$) associated with compound 4 and pH (≈ 7.50) associated with compound 1. However, there are simple and economically feasible measures, such as reuse of fish waste through from composting to the production of organic fertilizers. The present study proposes the use of composting as an alternative for the production of organic fertilizer from the fish waste, thus contributing to minimize the environmental impacts caused by the incorrect destination of this waste.

Informações do artigo

Recebido: 01 abril, 2019
Aceito: 09 julho, 2019
Publicado: 30 agosto, 2019

Introdução

No Brasil, a produção de pescado em 2015 foi de 483,24 mil toneladas, e estima-se que possa chegar até a 1,145 milhões de toneladas no ano de 2025. De acordo com o IBGE, o Maranhão ocupa o 9º lugar do ranking, correspondendo a cerca de 4% de toda produção de pescado do país (IBGE, 2016).

Grande parte do estado do Maranhão, em especial, a cidade de São Luís apresenta condição ecológica favorável para a pesca, caracterizada pela predominância da pesca artesanal, envolvendo cerca de 200 mil pescadores, o maior número de colônia de pescadores do país. A capital São Luís - MA destaca-se pelo maior mercado consumidor e distribuidor do estado em expansão, entretanto, a forma de distribuição do pescado é feita de maneira inadequada, violando a legislação sanitária sobre os produtos de origem animal (Lei Nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950). Geralmente, o peixe é eviscerado, escamado ou filetado nas calçadas, as bexigas natatórias dos peixes são limpas em esteiras no chão e os resíduos dessas operações são descartados de forma inadequada, sendo dispostas em terrenos e praias (IABS, 2010; CESTONARO, BARROS, 2019).

Com a expansão da aquicultura, são necessárias várias áreas de atuação na produção do pescado para a sustentabilidade de todo o processo produtivo, pois junto com o aumento da produção também vem atrelado ao aumento na geração de resíduos, uma vez que, as empresas que atuam nesta área, focam apenas na produção e comercialização do filé de peixe, utilizando apenas um terço da matéria-prima, sendo gerado cerca de 70% de resíduos (cabeça, vísceras, nadadeiras, pele e escamas) em relação ao peso total do pescado (PESSATI, 2006; NASCIMENTO et al., 2014; KUBITZA, CAMPOS, 2006).

Os resíduos orgânicos, isto é, sobras e subprodutos de valor econômico relativamente baixo, são originados em todo o processo produtivo desde a piracema até chegar ao prato do consumidor, os quais nem sempre são descartados de maneira correta, como consequência, acaba produzindo impactos negativos no ambiente, poluindo rios, solos e o ar, por apresenta alta carga de matéria orgânica (PIMENTA et al., 2008).

Existem muitas alternativas para tratar esses resíduos, contudo, o custo elevado torna tais medidas inviáveis e alternativas como as lagoas de tratamento de efluentes e aterros sanitários não são recomendadas devido ao odor desagradável, além do risco de poluição dos rios e das áreas costeiras. Todavia, existem medidas simples e viáveis economicamente, como é o caso do reaproveitamento dos resíduos de pescado através da fermentação e da compostagem para a produção de fertilizantes orgânicos (SANES et al., 2015).

A compostagem é o método mais utilizado para reaproveitamento de resíduos orgânicos, no entanto, apesar de ser um processo relativamente simples, exige cuidado e atenção. De acordo com KIEHL (1998) e EMBRAPA (2004), este método é praticado há muito tempo, existem relatos históricos que demonstram que os povos gregos, romanos e orientais já tinham ciência de que os resíduos orgânicos podem contribuir para a fertilidade dos solos, entretanto, apenas no século XX a compostagem passou a ser estudada cientificamente.

A compostagem é “um processo controlado de decomposição microbiana, de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica”, isto é, trata-se de uma transformação de resíduos orgânicos com características desagradáveis em um composto, insumo agrícola, de fácil manipulação e livre de organismos patogênicos. Logo, é uma técnica aplicada para o controle da decomposição de material orgânico, com o objetivo de obter, no menor tempo possível, o húmus, um material estável rico em nutrientes minerais, que além de ser uma fonte de renda alternativa aos pequenos produtores, é utilizado para remediação em áreas degradadas pela agricultura, melhorando os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo (SANES et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2018).

O húmus caracteriza-se por ser um adubo natural, trazendo com sua adição, as seguintes melhorias ao solo: aumento do teor de matéria orgânica; aumento das atividades microbianas do solo; o fornecimento de elementos essenciais ao solo como nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre etc.; crescimento da capacidade de retenção da água da chuva; diminuição da compactação e correção da acidez do solo, provocada pela grande quantidade de adubos químicos utilizados nas produções agrícolas (PEREIRA, 2010). Devido à necessidade de implantar medidas mitigadoras de cunho socioambiental na cidade de São Luís – MA, o presente trabalho propõe uma alternativa viável para minimização dos impactos ambientais da produção de pescado, com o uso da compostagem para a produção de adubo orgânico a partir dos resíduos de pescado.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de setembro a novembro de 2018, na Universidade do CEUMA – UniCEUMA, no Campus Turu. As amostras dos resíduos de pescado foram coletadas no Mercado do Peixe, localizado na Avenida Senador Vitorino Freire - s/n, São Luís – MA. Os resíduos de grama, folha e material orgânico, são oriundos das podas de jardinagem e da cozinha escola da própria Universidade do CEUMA – UniCEUMA, no Campus Renascença.

Os experimentos foram realizados com quatro leiras de compostagem (Figura 1), apresentando as composições a seguir: Leira 1 (Tratamento 1) – 70% material fibroso (folha e grama) e 30% de material orgânico (esterco bovino – 15% e resíduo de cozinha); Leira 2 (Tratamento 2) – 70% material fibroso (folha e grama) e 30% de material orgânico (resíduo de pescado - 15% e esterco bovino - 15%); Leira 3 (Tratamento 3) – 70% de material fibroso (folha e grama) e 30% de material orgânico (resíduo de pescado – 10%, resíduo de cozinha -10% e esterco bovino - 10%) e Leira 4 (Tratamento 4) – 70% material fibroso (folha e grama) e 30% material orgânico (resíduo de pescado – 30%). As leiras com os 4 tratamentos formaram camadas de 20 cm de altura, como os materiais ordenados da seguinte maneira: material fibroso, material orgânico (triturado) e material fibroso. Após a montagem das leiras, realizaram-se a umidificação e a aeração diariamente por um período de 75 dias.

Figura 1 - Experimento de compostagem de resíduos pescado oriundos do Mercado de Peixe (São Luís - MA), realizado na UniCEUMA, no Campus Turu. A: Leiras no início do processo de compostagem. B: Leiras no final do processo de compostagem.



Fonte: Os Autores (2019)

Para avaliação da composição química do composto produzido, foram analisados os atributos: pH, matéria orgânica (MO), P, K, Ca, Mg, Na, Al, H, Capacidade de Troca Catiônica (CTC a pH 7), Na/CTC, Al/Al+SB e V de acordo com a Instrução Normativa 28 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (IN 28-MAPA) e o com o MAPA (2007). A Soma das Bases (SB) foi calculado a partir dos teores de Ca, Mg e P. As análises foram realizadas no Laboratório de Química dos Solos, na Cidade Universitária Paulo IV da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

As análises estatísticas foram realizadas usando o software Origin Pro 8.0. Técnicas de análise multivariada também foram usadas como uma ferramenta adicional, especificamente Análise de Componentes Principais (ACP) usando o software Minitab 17.

Para todas as análises, nos 4 compostos estudados, os resultados foram expressos em média e desvio padrão (\pm DP). Os dados foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA) considerando-se os parâmetros (pH, MO, P, K, Ca, Mg, Na, SB, Al, H, CTC, Na/CTC, Al/Al+SB, V. O teste comparativo entre as médias de todos os parâmetros foi realizado usando o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para o conjunto de análises (químicas), uma análise de componentes principais (ACP) foi aplicada aos valores médios de três repetições para identificar correlações entre os tratamentos e agrupá-los.

Resultados e Discussões

De acordo com OLIVEIRA, AQUINO, NETO (2005), a técnica da compostagem tem como finalidade acelerar a estabilização da matéria orgânica. Na natureza, esse processo, ocorre sem prazo definido, conforme as condições ambientais e os resíduos orgânicos.

O resultado do experimento é um composto bioestabilizado, e sua qualidade pode ser definida pela composição de nutrientes e de matéria orgânica, pH, textura, tamanho das partículas, percentagem de sais, odor residual e concentração de metais pesados. Entretanto, não existe consenso quanto os valores ideais para cada parâmetro (FERREIRA, BORBA, WIZNIEWSKY, 2013).

Os macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S são importantes para as plantas. Todos esses nutrientes são parte dos minerais, da matéria orgânica, e do substrato onde a planta se desenvolve e encontram-se também dissolvidos na solução do solo (SILVA, REZENDE, 2017; SILVA et al., 2019). Os resultados das análises químicas dos compostos maturados demonstraram que o tratamento que houve a adição somente do resíduo de pescado na porcentagem de material orgânico (T4), apresentou a maior quantidade de MO ($186,0 \text{ g.dm}^{-3}$) em relação aos demais tratamentos. De acordo com RAIJ (1991) e DORES-SILVA, LANDGRAF, REZENDE (2013), a MO atua na melhoria da estruturação do solo, favorecendo a aeração, a transmissão e retenção de água bem como o fornecimento de nutrientes para as plantas.

Neste experimento, pode-se observar que todos os compostos apresentaram valores próximos ao pH neutro, o que atende a legislação vigente, e que três dos quatro tratamentos foram iguais estatisticamente iguais. Em relação ao pH, SOARES, FARIA, ROSA (2017) e CASTRO (2017) afirmam que o pH ideal é neutro aproximadamente (7,0), e que compostos que apresentam pH inferior a 5,5 podem prejudicar a disponibilidade de fósforo, e aqueles que apresentam pH superior a 6,5 podem reduzir a disponibilidade de zinco, manganês e cobre. Segundo o MAPA, Instrução Normativa 25, de 23/07/18, os valores ideais de pH para comercialização do composto devem estar acima de 6,0.

É importante ressaltar que para KIEHL (2004), o pH é um demonstrativo do processo decomposição de matéria orgânica, onde o material em seu estado inicial de decomposição apresenta uma reação ácida, e com o decorrer do processo, o composto estabilizado acaba por apresenta uma reação alcalina. Os valores de pH encontrados neste estudo são aproximados aos valores de pH encontrados por VALENTE et al. (2016), aproximadamente, (7,30) em sua pesquisa sobre compostagem de resíduos da filetagem de pescado marinho e casca de arroz.

Os tratamentos T2 e T4 possuem na sua composição os resíduos de pescado em quantidade superior aos demais tratamentos, apresentaram valores de fósforo iguais (613 mg/dm^3).

O T1 (tratamento sem resíduo de pescado) apresentou menor valor de fósforo (252 mg dm^{-3}), de acordo com MENDES (2017), o fósforo é o mineral que atua na formação da clorofila e no desenvolvimento radicular das plantas, atuando também na capacidade da planta em absorver elementos do solo. Em relação a K e Ca, os valores apresentados pelas leiras T1 e T3, tiveram em sua composição os resíduos de pescados em valores inferiores a 50% de sua parcela orgânica, não diferiram estatisticamente entre si, também pode-se observar que os outros tratamentos foram diferentes entre si.

Os valores de magnésio apresentados pelos tratamentos T1, T2 e T4 foram semelhantes estatisticamente. Em relação ao parâmetro sódio, apenas o tratamento T2 apresentou valor menor ($13,76 \text{ mmolc dm}^{-3}$) aos demais.

Em relação a soma de bases trocáveis (SB) do húmus produzido, isto é, a soma dos teores de cátions permutáveis ($\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+$), apenas os tratamentos T1 e T4 apresentaram valores iguais estatisticamente.

A CTC a pH 7 do material representa as quantidades disponíveis de cátions ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) em condições permutáveis, que favorece a manutenção da qualidade do solo.

Um valor baixo de CTC a pH 7 indica que o material tem dificuldade de reter cátions em forma trocável (TEIXEIRA et al., 2017).

Em relação ao experimento, todos os tratamentos apresentaram valores diferentes de CTC a pH 7, na faixa de 8,00 a 12,00 mmol_c dm⁻³.

O tratamento T4 com maior quantidade de resíduos de pescado em sua parcela orgânica apresentou o maior valor de CTC (12,00 mmol_c dm⁻³), portanto, a inserção deste composto no solo poderia melhorar os atributos físicos e químicos deste, já que quanto maior a CTC do composto, maior será a capacidade de troca de cátions e enriquecimento do solo assim como observado no trabalho de REZENDE e

MENDES (2017), que avaliaram o uso de biofertilizantes em cultura de alface, obtendo um valor de CTC de 550 cmolc Kg⁻¹, utilizando esterco bovino.

A saturação por bases (V%), baseia-se na elevação da soma das bases trocáveis em relação à CTC do solo (PREMAZZI, MATTOS, 2002). Foi observado que os compostos produzidos pelos tratamentos T1, T2 e T3 não diferiram estatisticamente, onde o T4 apresentou menor valor (9,33 %).

A Tabela 1, apresenta a avaliação, por meio da análise de variância (ANOVA), dos parâmetros químicos dos quatro tratamentos estudados.

Tabela 1 - Avaliação dos parâmetros químicos nos 4 tratamentos estudados.

Tr.*	M.O. ^a	pH	P ^b	K ^c	Ca ^c	Mg ^c
T1	146,00±1,00 ^a	7,50±0,10 ^a	252,00±1,00 ^a	12,76±0,25 ^a	80,00±1,00 ^a	47,00±1,00 ^a
T2	139,00±1,00 ^b	7,40±0,10 ^a	613,00±1,00 ^b	8,60±0,26 ^b	95,00±1,00 ^b	45,00±1,00 ^a
T3	156,00±1,00 ^c	7,43±0,15 ^a	265,00±1,00 ^c	12,86±0,15 ^a	80,00±1,00 ^a	41,00±1,00 ^b
T4	186,00±1,00 ^d	6,90±0,10 ^b	613,00±1,00 ^b	11,76±0,25 ^c	85,00±1,00 ^c	45,00±1,00 ^a

Tr.*	Na ^c	SB ^c	H ^c	CTC ^c	NA (%)	V (%)
T1	20,30±0,30 ^a	159,76±0,25 ^a	8,00±1,00 ^a	8,00±0,10 ^a	12,20±0,26 ^a	95,26±0,30 ^a
T2	13,76±0,25 ^b	162,43±0,51 ^b	9,00±1,00 ^a	9,00±0,10 ^b	8,20±0,26 ^b	94,86±0,15 ^a
T3	19,00±1,00 ^a	152,83±0,15 ^c	9,00±1,00 ^a	9,00±0,15 ^c	11,80±0,20 ^a	94,73±0,30 ^a
T4	20,00±1,00 ^a	160,53±0,64 ^a	12,00±1,00 ^b	12,00±0,10 ^d	11,00±1,00 ^a	93,33±0,57 ^b

*Tr. (Tratamentos); (T1): 70% material fibroso (folha e grama) e 30% de material orgânico (esterco bovino - 15% e resíduo de cozinha); (T2) - 70% material fibroso (folha e grama) e 30% de material orgânico (resíduo de pescado - 15% e esterco bovino - 15%); (T3) - 70% de material fibroso (folha e grama) e 30% de material orgânico (resíduo de pescado - 10%, resíduo de cozinha - 10% e esterco bovino - 10%) e (T4) - 70% material fibroso (folha e grama) e 30% material orgânico (resíduo de pescado - 30%) Valores em média ± desvio padrão (n = 3). Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey (P < 0,05). M. O. (Matéria Orgânica); SB (Soma das bases trocáveis); NA (Na/CTC); V (Saturação por bases). ^a Valor expresso em g dm⁻³. ^b Valores expressos em mg dm⁻³. ^c Valor expresso em mmol_c dm⁻³.

Para investigar possíveis correlações entre todas as variáveis estudadas, e para avaliar modelos hipotéticos para a classificação das amostras, foi utilizada a técnica de Análise de componentes principais -ACP.

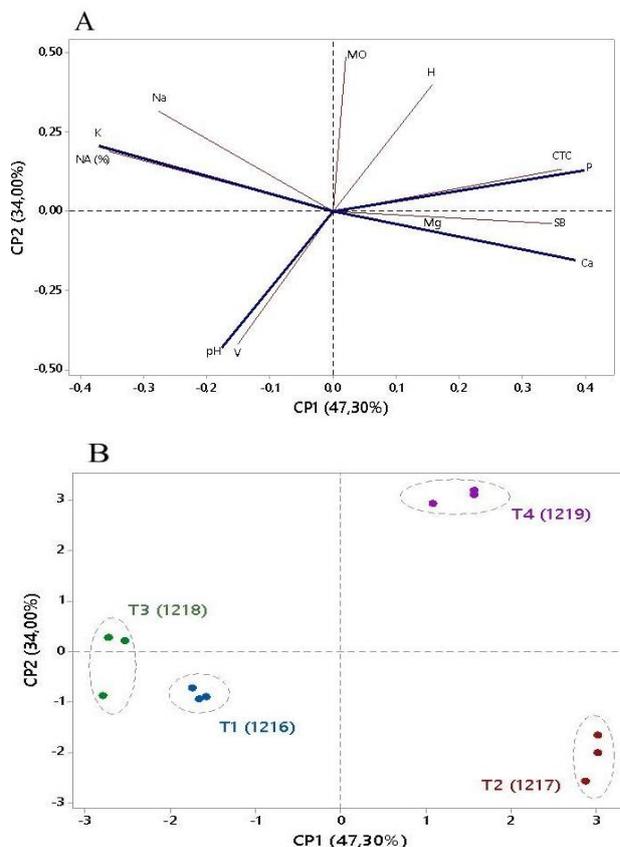
Inicialmente, uma avaliação das relações entre as dez variáveis relativas aos dois períodos estudados foi realizada pela ACP, com base em uma matriz de dados de correlação em que as variáveis foram padronizadas e atribuídas peso igual.

A Figura 2, apresenta a análise de componentes principais.

A partir da Figura 2A e 2B, temos que: o tratamento T1 apresentou alto valor de pH e saturação por bases, mas, menor concentração de fósforo e cálcio; o tratamento T2 apresentou alta concentração de cálcio e soma das bases trocáveis, com baixa concentração de potássio e menor pH; o tratamento T3 apresentou maior concentração de potássio e maior relação Na/CTC e o tratamento T4 apresentou alta concentração de fósforo e CTC e baixos valores para potássio e pH.

Na Tabela 2 são apresentados os coeficientes de correlação das três primeiras componentes principais para os parâmetros químicos dos quatro tratamentos estudados.

Figura 2 - Análise de componentes principais (ACP) para as dimensões 1 e 2; A: variáveis químicas; B: distribuição dos tratamentos em relação aos parâmetros químicos analisados.



Legenda: Os vetores em azul destacam a correlação dos parâmetros e os tratamentos

Tabela 2 - Coeficientes de correlação dos componentes principais (Fatores 1, 2 e 3) para as características químicas dos quatro tratamentos.

Variáveis	CPI	CP2	CP3
M.O.	0,020849	0,484673	0,029314
pH	-0,176878	-0,432813	-0,078079
P	0,399089	0,128574	0,091466
K	-0,371642	0,206449	-0,140074
Ca	0,384526	-0,157206	0,155510
Mg	0,142533	-0,056101	-0,708657
Na	-0,275393	0,314834	-0,261649
SB	0,347419	-0,039736	-0,414237
H	0,156487	0,397495	0,074772
CTC	0,363237	0,132739	-0,317832
NA	-0,356345	0,186970	-0,242013
V	-0,150869	-0,423641	-0,182891
Var. T. (%)	47,30	34,00	14,20
Var. A. (%)	47,30	81,30	95,50

*Valores em negrito indicam as correlações significantes ($>0,3$). M. O. (Matéria Orgânica); SB (Soma das bases trocáveis); NA (Na/CTC); V (Saturação por bases). Var. T. (Variância Total), Var. A. (Variância Acumulada).

A partir Tabela 2 pode ser visto que três primeiras componentes principais (CP 1-3) são as mais significativas na descrição do modelo e, juntas, respondem por 95,50% da variância acumulada, sendo que, a maior parte da informação referente ao sistema (isto é, 81,30% da variação) é transmitida pelo CPI (47,30%) e CP2 (34,00%). No entanto, CP3 é a componente principal que descreve a variabilidade acumulada dos parâmetros determinados no composto, portanto, representando 93,0%.

Valores destacados em negrito foram considerados significativos no modelo matemático, onde, o cálcio e o fósforo foram as variáveis dominantes no CPI; Matéria orgânica e pH na CP2 e magnésio e soma das bases trocáveis na CP3.

Conclusão

Este estudo comprovou a viabilidade da compostagem para o aproveitamento dos resíduos de pescado. Os compostos produzidos tem grande potencial agrônomo, pois apresentaram teores adequados de nutrientes como sódio e potássio (no composto 3), preparado com 10% de resíduo de pescado; cálcio e magnésio (no composto 2), preparado com 15% de resíduo de pescado e, fósforo, matéria orgânica e CTC (no composto 4), preparado com 30% de resíduo de pescado, sendo que, todos os compostos produzidos apresentaram pH na faixa de 6,0-8,0.

Portanto, a compostagem de resíduos de pescado é um excelente processo para a produção de fertilizante orgânico, já que a demanda por produção de alimentos orgânicos é uma tendência e requer um sistema de produtividade que atenda à maximização lucrativa, além de ter um baixo custo em relação aos demais processos de reciclagem, um menor tempo de digestão da matéria prima e um menor custo-benefício.

A produção de um composto orgânico é um processo ecologicamente sustentável e uma alternativa ao uso de fertilizantes minerais, contudo, o manejo do composto obtido e as implicações deste na nutrição do solo e a plena produtividade das culturas depende de estudos posteriores, a fim de comprovar a eficácia do mesmo.

Agradecimentos

À Universidade do CEUMA - UniCEUMA, pelo suporte institucional e ao Laboratório de Química do solo da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pela realização das análises.

Referências

CÁSTRO, T. M. **Estudo da vulnerabilidade do solo de uma área agrícola do município de Paço do Lumiar - MA à contaminação por agrotóxicos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade CEUMA, São Luís, 2017.

CESTONARO, T.; BARROS, R. T. V. Representatividade da amostragem com emprego do *trier* na caracterização de leiras de compostagem de resíduos sólidos urbanos com base na Teoria da Amostragem de Pierre Gy. **Revista Engenharia Sanitária**, v. 24, n. 2, p. 359-370, 2019.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Processo de Estabilização de Resíduos Orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Revista Química Nova**. São Carlos-SP, v. 36, n. 5, p. 640-645, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos**, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, 2004.

FERREIRA, A.G.; BORBA, S.N.S.; WIZNIEWSKY, J.G. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 8, p. 307-317, 2013.

INSTITUTO AMBIENTAL BRASIL SUSTENTÁVEL – IABS. **Complexo Pesqueiro de São Luís**. Brasília, 1ª edição, p. 162, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, v. 43, p.49, 2016.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: E. J. Kiehl, 1998. 173 p.

- KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Degaspari, Piracicaba, 2004.
- KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. *Panorama da aquicultura*, v. 16, p. 23-29, 2006.
- MENDES, L. A. **Avaliação das transformações químicas e do potencial agrônomo de biofertilizantes líquidos produzidos a partir de resíduos agroindustriais para o manejo sustentável em agricultura orgânica**. 2017. 166 f. Tese de Doutorado – Instituto de Química de São Carlos, universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Instrução Normativa nº 64, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº 64. Brasília: DF, 18 dez. 2008.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos**. p. 256-289, Brasília: 2007.
- NASCIMENTO, M. S.; PEREIRA, S. J. B.; SANTOS, R. F.; VIEIRA, A. M. Avaliação e caracterização do processo de compostagem de resíduos de peixes, *Pubvet*, v. 12, p.1-7, 2018.
- NASCIMENTO, M. S.; FREITAS, K. F. S.; SILVA, M. V. Produção e caracterização de silagens de resíduos de peixes comercializados no mercado público da Parnaíba-PI. *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, p. 2458-2466, 2014.
- OLIVEIRA, A.M.G.; DE AQUINO, A.M.; CASTRO NETO, M.T. Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico. *Embrapa Agrobiologia - Circular Técnica (INFOTECA-E)*, 2005.
- PEREIRA, T.J.F.; FERREIRA, L. K. S.; EVERTON, F. A.; FRAZÃO, F. B.; LIMA, M. F. V. Comercialização de pescado no Portinho em São Luís, Estado Do Maranhão, Brasil: Uma Abordagem Socioeconômica dos Trabalhadores. São Luís. *Revista Brasileira de Engenharia e Pesca*, v. 5, p. I-VIII, 2010.
- PESSATI, M.L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Meta 11. 2006.
- PIMENTA, M.E.S.G.; FREATO, T.A.; OLIVEIRA, G. R. Silagem de pescado: Uma forma interessante de aproveitamento de resíduos do processamento de peixes. Minas Gerais. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.5, nº 4, p. 592-598, 2008.
- PREMAZZI, L. M.; MATTOS, H. B. Saturação por Bases como Critério para Recomendação da calagem em Duas Espécies de Gramíneas Tropicais. *Boletim de Indústria Animal*, v. 59, p. 125 – 136, 2002.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 1991. 343p.
- REZENDE, M. O. O; MENDES, L. A. Can Bio-fertilizer produced from agricultural Residues Be Used in Hydroponics as na Alternative to Synthetic Fertilizers? **Current Investigations in Agricultural and Current Research**, v. 2, nº 2, p. 187-188, 2017.
- SANES, F.S.M.; STRASSBURGER, A. S.; ARAÚJO, F. B.; MEDEIROS, C. A. B. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos. Londrina, *Revista Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 1241-1252, 2015.
- SILVA, D. F.; REZENDE, M. O. O. Evaluation of the Soil Response to the Successive Application of Aqueous Extracts from *Canavalia Ensiformis* Leaves Used as a Post-emergent Bioherbicide. *Journal of Agricultural Studies*, v.5, p.15-25, 2017.
- SILVA, T. I.; FEITOSA, A. J. S.; MACIEL, T. C. M.; FIGUEIREDO, F. R. A.; MARCO, C. A. Produtividade de tomate cereja (*Solanum lycopersicon*) em função da adubação orgânica à base de pequi (*Caryocar coriaceum*). *Acta Iguazu*, v. 8, n. 1, p.50-59, 2019.
- SOARES, D. F.; FARIA, A. M.; ROSA, A. H. Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. *Revista Engenharia Sanitária*, v. 22, p. 277-284, 2017.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**, 3ª edição revista e ampliada. Brasília: Embrapa-DF, 2017, 574 p.
- VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; PEREIRA, H. S.; PILOTTO, M. V. T. Compostagem de resíduos da filetagem de pescado marinho e casca de arroz. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 17, n. 2, p. 237- 248, 2016.