

Produção de composto sustentável de resíduos de filetagem de pescado

O estudo teve como objetivo avaliar a produção de composto de resíduos da filetagem de pescado por meio da análise de parâmetros físico-químicos. O experimento foi conduzido em uma caixa de plástico reforçado com fibra de vidro, com capacidade de 1000 L, nas dimensões de 1,13 m de base, 0,93 m de altura e 1,32 m de diâmetro, que recebeu a mistura de resíduos de filetagem de pescado e maravalha reutilizada na proporção mássica de 5:1. Foram demarcados cinco diferentes pontos para aferição da temperatura e de coleta para análise da composição química da massa em compostagem. As demais coletas foram realizadas nos cinco pontos demarcados, aos 30 e 60 dias de compostagem, correspondendo, respectivamente, aos tratamentos T1 e T2. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e por regressão, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%. Os resultados demonstraram que o composto de resíduos de pescado atende a Instrução Normativa nº 25/2009 para ser utilizado na agricultura, sendo um potencial corretivo de solos ácidos. A baixa relação C/N, estabelecida pela proporção mássica 5 kg de resíduos de pescado para 1 kg de maravalha reutilizada, limita a atividade microbiana na oxidação da matéria orgânica total. A proporção mássica 5:1 excede a capacidade da composteira na estabilização dos resíduos de pescado, que associada ao elevado teor de umidade proporciona o crescimento e desenvolvimento de moscas.

Palavras-chave: Compostagem; Peixe; Sustentabilidade.

Production of compost of residues of fishing fillets

A trial was conducted to evaluate the production of compost of fishing residues through physic and chemical analysis. The study was carried out in a plastic box reinforced with fiberglass. The box had 1000 L capacity and the following dimensions: 1.13 m basis; 0.93 m height; and 1.32 m diameter. A mixture of residues of fishing fillets and reused wood shavings at a 5:1 proportion was added to the box. Five different spots were chosen to measure temperature and to collect material for the chemical analysis of the compost mass. The remainder of the samples were taken from the five chosen spots at 30 and 60 days of composting, corresponding, the former to T1 and the later to T2. All data was subjected to ANOVA and polynomial regression and the means compared with the Tukey test at 5%. The results showed that the compost complies with the Brazilian Normative Instruction 25/2009 allowing it to be used in agriculture as a potential corrective for acidic soils. Its low C/N ratio obtained from the mass proportion of 5 Kg of fishing residues to 1 Kg of reused wood shavings limits the microbial activity in terms of oxidation of total organic matter. The mass proportion of 5:1 exceeds the composting capacity for the stabilization of fishing residues, which associated with the high moisture content, allows the growing and development of flies.

Keywords: Composting; Fish; Sustainability.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **07/03/2022**

Approved: **25/03/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Beatriz Simões Valente 

Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4803883809044799>
<https://orcid.org/0000-0001-7770-4792>
gasp.zootecnia@gmail.com

Dienifer Aline Braun Bunde

Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9693531017166603>
dieniferbunde@gmail.com

Fernanda Días de Ávila

Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7355361949908311>
fehavila@hotmail.com

Heron da Silva Pereira

Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0091474088458527>
heron.p@hotmail.com

Mário Conill Gomes 

Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1598111508117187>
<https://orcid.org/0000-0003-3126-9670>
mconill@gmail.com

Simone Pieniz 

Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2138644604144089>
<https://orcid.org/0000-0002-7403-1577>
nutrisimone@yahoo.com.br

Maurício Silveira Quadro 

Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1749935262841216>
<https://orcid.org/0000-0001-8236-7479>
mausq@hotmail.com

Robson Andreazza 

Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5706766977817721>
<https://orcid.org/0000-0001-9211-9903>
robsonandreazza@yahoo.com.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0023

Referencing this:

VALENTE, B. S.; BUNDE, D. A. B.; ÁVILA, F. D.; PEREIRA, H. S.; GOMES, M. C.; PIENIZ, S.; QUADRO, M. S.; ANDREAZZA, R.. Produção de composto sustentável de resíduos de filetagem de pescado. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.3, p.284-293, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0023>

INTRODUÇÃO

A quantidade de resíduos gerados na atividade pesqueira sofre um significativo incremento nas últimas décadas, principalmente em virtude do crescimento populacional e da busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2022), desde 1950 a produção global da pesca e aquicultura cresceu 820% e estima-se que o consumo anual de peixe exceda 21,2 Kg *per capita* até 2030.

Em decorrência disso, o processo de filetagem é uma prática corriqueira devido à preferência do consumidor pelo filé de peixe, ocasionando no aumento do volume de resíduos gerados, uma vez que cerca de 65% do peso vivo é descartado (VALENTE et al., 2016a), porém varia conforme a espécie e o processamento (LOPES et al., 2015). No processo de filetagem, a quantidade de resíduos pode chegar a 65% do peso vivo, ou seja, em torno de 500 g a 700 g por Kg de peixe é descartado (VALENTE et al., 2016a). Esses descartes são principalmente cabeça, vísceras, cauda, coluna vertebral, barbatana, escamas e restos de carne.

O descarte inapropriado de resíduos de pescado em corpos hídricos torna disponível no ambiente uma grande quantidade de material orgânico oxidável que favorece o crescimento e desenvolvimento de bactérias aeróbias. O aumento significativo na concentração de fósforo e nitrogênio, bem como o decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido que é essencial para a manutenção da vida aquática, são situações que podem ser visualizadas através do processo de eutrofização e da mortalidade de peixes. Além disso, a disposição indiscriminada de resíduos pesqueiros pode afetar a produção de gases e a atividade microbiana no solo (DECKER et al., 2016).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) preconiza que todos os geradores de resíduos sólidos são obrigados a realizar o gerenciamento adequado, que inclui a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e o aproveitamento energético (BRASIL, 2010). Desta forma, a compostagem torna-se uma importante ferramenta para reduzir os impactos negativos causados pela disposição inadequada dos resíduos de pescado.

A produção do composto orgânico é realizada através da compostagem, definido como um processo controlado de decomposição microbiana, oxidação e oxigenação da matéria orgânica (MO), constituído de uma fase inicial de rápida fitotoxicidade, seguida pela fase de bioestabilização, para atingir a fase final de humificação, quando ocorre a mineralização de determinados componentes da MO, os quais se tornam biodisponíveis para as plantas (SOUZA et al., 2018).

A compostagem envolve grupos variados de micro-organismos (INÁCIO et al., 2009), entretanto, existem parâmetros a serem considerados que afetam a atividade microbiana mesofílica e termofílica que são diretamente responsáveis pela velocidade de mineralização da MO. Os parâmetros que determinam as condições ótimas para o desenvolvimento dos micro-organismos e para a estabilização da MO incluem temperatura, pH, relação C/N e teor de umidade (FERNANDES et al., 1999; PEREIRA, 2007; BRASIL, 2017). Agentes de estruturação como maravalha, serragem e casca de arroz são necessárias para ajustar o teor de

umidade e a relação C/N, bem como para promover a aeração dos resíduos orgânicos.

Estudos recentes têm demonstrado que a compostagem é uma tecnologia apropriada para o gerenciamento dos resíduos da cadeia pesqueira, tendo como produto final um adubo orgânico com alto valor agrônômico (ILLERA et al., 2015; LOPES et al., 2015; SANES et al., 2015; VALENTE et al., 2016). Illera-Vives et al. (2013) salientam que o resíduo de pescado tratado pode ser utilizado na agricultura porque contem altos teores de nitrogênio, fósforo e cálcio. Entretanto, Sanes et al. (2015) ao estudar sobre a compostagem e a fermentação de resíduos de pescado para a produção de fertilizantes orgânicos, concluíram que é necessário a realização de estudos complementares para melhor entendimento e qualificação de ambos os processos. Diante do exposto, o objetivo do estudo foi avaliar a produção de composto a partir de resíduos da filetagem de pescado por meio da análise de parâmetros físico-químicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Setor de Compostagem do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica (LEEZO) Professor Doutor Renato Rodrigues Peixoto, do Departamento de Zootecnia (DZ) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), localizado no município de Capão do Leão/RS.

O processo de compostagem foi conduzido em uma caixa de plástico reforçado com fibra de vidro com capacidade de 1000 L, nas dimensões de 1,13 m de base, 0,93 m de altura e 1,32 m de diâmetro, disposta em um galpão coberto e sem paredes laterais. A composteira foi abastecida com resíduos de filetagem de pescado de água doce e salgada (cabeça, carcaças e vísceras não trituradas) e maravalha reutilizada de *Pinus elliottii*, oriunda de outro processo de compostagem de resíduos de peixe, na proporção mássica de 5:1, respectivamente. As proporções entre as matérias primas foram baseadas em estudos prévios (VALENTE et al., 2014) que utilizaram maravalha na reciclagem de resíduos de pescado na proporção 3:1, possibilitando a conclusão de que uma maior quantidade de fonte proteica poderia ser utilizada. A altura utilizada para camada de maravalha foi de 0,15 m, definida por meio de pesagens e medições com auxílio de uma fita métrica, conforme metodologia descrita por Paiva (2004). Assim, porções de 64 Kg de resíduos da filetagem de pescado foram dispostas sobre cada camada de 12,8 Kg de maravalha. Entretanto, diferentemente da metodologia utilizada por Valente et al. (2014), não foi mantida a distância de 0,10 m entre as porções de peixe (Figura 1). Os resíduos orgânicos ocuparam 0,70 m de altura, totalizando o peso de 243,2 Kg. A água foi adicionada utilizando-se um recipiente graduado, na proporção de 20% da massa de resíduos de filetagem de pescado, correspondendo a 12 L por camada, totalizando 48 L.

Os pontos de aferição e de coletas foram demarcados com cinco estacas numeradas. As avaliações da temperatura da massa em compostagem foram realizadas diariamente no turno da manhã às 9:30 h, com o auxílio de um termômetro digital ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ COTERM 180) com haste metálica de 0,17 m. As análises da composição química da massa em compostagem foram realizadas em triplicata, sendo que a primeira amostragem correspondeu aos substratos iniciais de maravalha reutilizada e resíduos da filetagem de pescado (Tabela 1). As demais coletas foram realizadas nos cinco pontos demarcados, aos 30 e 60 dias de

compostagem, correspondendo, respectivamente, aos tratamentos T1 e T2. As amostras foram secas em estufa com circulação de ar forçada a 65 °C. A moagem do material foi realizada em um moinho da marca Marconi®, modelo MA 048.



Figura 1: Disposição de resíduos de filetagem de pescado sobre a camada de maravalha reutilizada.

Tabela 1: Composição química dos substratos utilizados na compostagem.

Composição química	Substratos	
	Maravalha reutilizada	Peixes
Umidade (%)	20,6 ± 0,04	80,7 ± 0,06
pH	5,3 ± 0,09	6,5 ± 0,07
Matéria orgânica total (%)	96,3 ± 0,02	89,7 ± 0,03
Cinzas (%)	3,7 ± 0,02	10,3 ± 0,03
Carbono orgânico total (%)	53,5 ± 0,02	49,8 ± 0,05
Nitrogênio total (%)	1,7 ± 0,01	12,4 ± 0,06
Relação carbono/nitrogênio	31,5 ± 0,02	4,0 ± 0,08

*Valores médios obtidos de três replicatas.

A determinação do teor de umidade, pH e nitrogênio total foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal do DZ/FAEM/UFPEL segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2004), bem como as análises da MO total, teor de cinzas e de carbono orgânico total (COT), conforme metodologia descrita por Kiehl (1985). O cálculo da relação C/N foi baseado conforme descrito por Tedesco et al. (1995), obtida pela equação:

$$C/N = \frac{\%C}{\%N}$$

Onde: %C = porcentagem de carbono orgânico total na amostra; %N = porcentagem de nitrogênio total na amostra.

O cálculo do índice de mineralização do composto foi obtido através da equação (DROZD et al., 1997).

$$IMC = \frac{\%CZ}{\%C}$$

Onde: %CZ = porcentagem de cinzas na amostra; %C = porcentagem de carbono orgânico total na amostra. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo procedimento GLM (*General linear models*) do programa *Statistical Analysis System* versão 9.1e por regressão, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Na Figura 2, pode ser observado no dia zero (tempo inicial) que a média da temperatura da biomassa foi de 17,6 °C. A partir deste período, houve um aumento da temperatura, atingindo 46,5 °C aos 15 dias de

compostagem, demonstrando intensa atividade termofílica, sugerindo que a baixa relação C/N da maravalha reutilizada (31,5/1) e também dos resíduos de pescado (4/1), assim como o maior teor de umidade das matérias primas iniciais (Tabela 1) favoreceram o desenvolvimento e crescimento desses micro-organismos na biomassa.

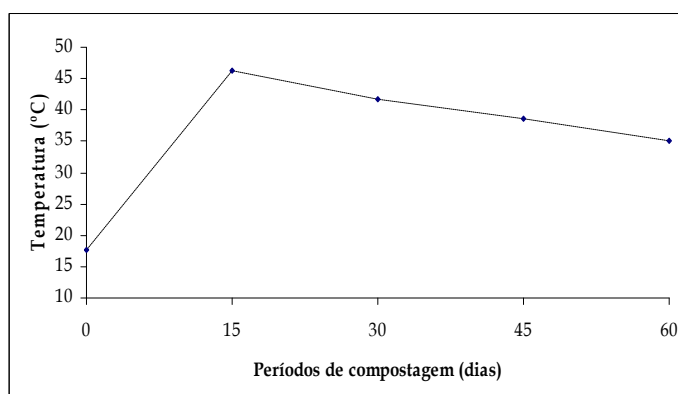


Figura 2: Médias da temperatura da biomassa durante a compostagem da mistura de resíduos da filetagem de pescado e maravalha reutilizada.

Nos períodos subsequentes, de 30, 45 e 60 dias, a temperatura da biomassa decresceu progressivamente, assumindo valores de 41,8, 38,6 e 35,1 °C, respectivamente. Os resultados demonstram a redução da atividade termófila e o surgimento de uma nova população mesofílica, responsável por degradar componentes remanescentes como açúcares, celulose e hemicelulose.



Figura 3: Presença de moscas no decorrer da compostagem da mistura de resíduos de filetagem de pescado e maravalha reutilizada.

Além disso, o teor inicial de umidade das matérias primas maravalha ($20,6 \pm 0,04\%$) e peixe ($80,7 \pm 0,06\%$), juntamente com a adição de 12 L de água por camada e a maior proporção de resíduos da filetagem de pescado em relação à maravalha (5:1), podem ter favorecido o surgimento de mosca doméstica (*Muscadomestica*) e da varejeira azul (*Calliphora vomitória*) na camada superior da biomassa, logo no início da fase termofílica, permanecendo até o final do processo de compostagem (Figura 3).

Não foi verificada diferença significativa para as variáveis estudadas no decorrer do período experimental. Entretanto, a redução numérica do teor de umidade aos 30 (41,9%) e 60 dias (37,9%) de compostagem pode ter afetado a decomposição da MO total, que se manteve em 81,4% para ambos os períodos.

Considerando o teor de N total, verificou-se uma redução entre os períodos de 30 (3,5%) e 60 dias

(2,8%), devido à liberação de amônia proporcionada pela baixa relação C/N dos materiais compostados (Tabela 1). Em decorrência disso, pode ser observado um aumento da relação C/N (17,7/1) ao final do processo de compostagem.

Tabela 2: Composição química da biomassa durante a compostagem da mistura de resíduos de filetagem de pescado e maravalha reutilizada.

Composição química	Períodos de compostagem		IN-25*
	30	60	
Umidade (%)	41,9	37,9	≤ 50%
Ph	8,1	8,2	≥ 6,0
Matéria orgânica total (%)	81,4	81,4	≥ 40%
Cinzas (%)	18,6	18,6	-
Carbono orgânico total (%)	45,2	45,2	≥ 15%
Nitrogênio total (%)	3,5	2,8	≥ 0,5%
Relação carbono/nitrogênio	13,1	17,7	≤ 20
Índice de mineralização do composto	0,4	0,4	-

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, entre os períodos, diferem pelo teste de Tukey a 5%. *Instrução Normativa nº 25/2009 [29].

DISCUSSÃO

Aos 15 dias de compostagem, a temperatura de 46,5 °C indicou a presença de atividade de micro-organismos termófilos, possivelmente devido a fatores como baixa relação C/N e maior teor de umidade das matérias primas iniciais. Diferentemente, Valente et al. (2014) verificaram temperaturas mesofílicas na compostagem da proporção mássica de 3 Kg de maravalha para 1 Kg de resíduos da filetagem de pescado e sugeriram que a alta relação C/N inicial da maravalha (191/1) e da biomassa, que variou de 87,9/1 a 93,7/1, afetaram o desenvolvimento dos micro-organismos termófilos no decorrer dos 90 dias de compostagem. Gao et al. (2010) analisaram o comportamento da temperatura na compostagem da mistura de excretas de aves e serragem nas proporções 16,3:1, 6,9:1 e 3,4:1, com a relação C/N inicial de 12/1, 18/1 e 28/1, respectivamente. Os autores verificaram que a fase termófila da compostagem da mistura com relação C/N inicial de 12 e 18/1 foi menor que da mistura com 28/1 de relação C/N, sendo atribuído a quantidade insuficiente de carbono na proporção dos substratos compostados.

Posteriormente, a partir dos 30 dias do processo de compostagem, a temperatura diminuiu gradualmente, indicando a presença de micro-organismos mesófilos. A morte dos micro-organismos termófilos pode estar diretamente relacionada com a rápida decomposição dos resíduos de pescado, com o tipo de carbono presente no substrato maravalha e com a redução dos teores de umidade e de oxigênio no interior da biomassa.

A manutenção das taxas de oxigênio consumido pelos micro-organismos durante a degradação da MO total possivelmente foi prejudicada pela ausência de revolvimento no decorrer do processo, além a proximidade entre as porções de peixes (Figura 1). Em contrapartida, Valente et al. (2016a) verificaram que os revolvimentos nas pilhas de compostagem da mistura de resíduos da filetagem de pescado marinho e casca de arroz, realizados a cada 15 dias, não foram suficientes para elevar a temperatura da biomassa. Esse acontecimento foi atribuído a ausência de nitrogênio total dos resíduos de pescado, que haviam sido completamente degradados aos 60 dias de compostagem.

O desenvolvimento e o crescimento de dípteros sugerem que a temperatura superficial estava mais baixa do que a temperatura interna da biomassa. Guidoni et al. (2018) estudando a compostagem da mistura

de diferentes proporções de casca de arroz e resíduos de alimentos (banana, maçã, repolho, cenoura e alface), constataram a existência de moscas nos primeiros 11 dias do processo. Costa et al. (2009) ao analisar a compostagem de resíduos sólidos de frigorífico verificaram que a presença de moscas foi constante em algumas leiras e atribuíram ao elevado teor de umidade adicionado à serragem e a palha utilizada na confecção das leiras, o que proporcionou a formação de odores. Os autores afirmaram ainda que, nas demais leiras, a ausência de moscas decorreu em função do odor amoniacal, que pode ter atuado como repelente para os insetos. As observações dos pesquisadores discordam das verificadas nesse estudo, já que o forte odor de amônia, principalmente nos primeiros 15 dias de compostagem, não impediu a proliferação de ovos e larvas de moscas. Blazy et al. (2014) afirmam que a liberação de amônia demonstra que a capacidade dos reatores na estabilização dos resíduos foi excedida.

É possível que o teor de umidade abaixo de 50% tenha colaborado para a morte dos micro-organismos termófilos e prejudicado a atuação da microbiota mesofílica na oxidação da MO total, que pode ter atingido gradativamente um estágio de dormência. Nikaeen et al. (2015) afirmam que o transporte de nutrientes essenciais para os micro-organismos e a decomposição da MO total são dependentes do teor de umidade dos substratos. O teor ótimo de umidade está intimamente relacionado com as propriedades físico-químicas e biológicas dos resíduos compostados (KUMAR et al., 2010; GUO et al., 2012; DEVINE et al., 2014). Kumar et al. (2010) constataram que o teor ótimo de umidade durante a compostagem de resíduos de podas e restos de alimentos foi de 60% na mistura com relação C/N 19,6, enquanto que as melhores condições para a compostagem da mistura de excretas de aves e palha de trigo foi 70% de umidade com uma taxa de aeração de $0,54 \text{ L min}^{-1} \text{ Kg}^{-1} \text{ MS}$ (PETRIC et al., 2008).

Pode ser verificado que o teor de COT (45,2%) manteve-se constante em ambos os períodos, devido a redução da liberação de CO_2 pela atividade respiratória dos micro-organismos mesófilos, podendo ser atribuído a componentes recalcitrantes da maravalha como a celulose, hemicelulose e lignina (ZHANG et al., 2016). O mesmo aconteceu com o teor de cinzas e o IMC, demonstrando também uma redução da atuação desses micro-organismos na mineralização da MO total, que dependem tanto do conteúdo de carbono orgânico como fonte de energia, quanto de nitrogênio para a síntese de proteínas e reprodução (VALENTE et al., 2016b). Valente et al. (2014) verificaram que o índice de mineralização do composto no decorrer da compostagem da mistura de maravalha e cadáveres de cães assumiu valores de $0,01 \pm 0,0$ (30 dias), $0,05 \pm 0,09$ (60 dias) e $0,04 \pm 0,02$ (90 dias), demonstrando que o tipo de carbono presente na maravalha afetou a mineralização da biomassa. Em estudo mais recente, Valente et al. (2016a) ao investigar a compostagem de resíduos da filetagem de pescado e casca de arroz, também encontraram baixos índices de mineralização do composto, que variaram de 0,1 a 0,2, sugerindo que o tipo de carbono presente na casca de arroz e a alta relação C/N (74/7/1) afetaram a velocidade de mineralização da MO total.

A redução do teor de N total aos 60 dias juntamente com o aumento da relação C/N são fatores que possivelmente prejudicaram a atuação dos micro-organismos mesófilos na oxidação da MO total, que pode ser confirmado pela redução da temperatura da biomassa nos períodos (Figura 2). Onwosi et al. (2017) explicam que a emissão de amônia depende da composição do substrato, tamanho da partícula, umidade,

distribuição do oxigênio e elevação da temperatura inicial, podendo inibir a atividade microbiana. Pagans et al. (2006) associaram as perdas de amônia com o aumento da temperatura na fase termofílica do processo de compostagem de resíduos com alto teor de N (4 a 7%) e baixa relação C/N (5 a 10/1). Valente et al. (2016a) trabalhando com diferentes proporções de resíduos de pescado e casca de arroz, atribuíram as reduções da temperatura média da biomassa à presença de amônia, que inibiu a ação dos micro-organismos aos 60 dias de compostagem. Materiais ricos em carbono disponível podem reduzir as perdas de N durante a compostagem de resíduos orgânicos com alta concentração de N (BERNAL et al., 2009; COSTA et al., 2017). Valente et al. (2009) salientam que quando parte do C disponível é de difícil degradação, como por exemplo a celulose, a lignina e a hemicelulose, o C biodisponível que será utilizado como fonte de energia pelos micro-organismos é inferior ao C total.

Por outro lado, Leconte et al. (2009) ressaltam que embora o tipo de carboidrato presente no agente de estruturação (como a celulose, a hemicelulose e a lignina) favoreçam a diminuição do pH, pode ser observado que os valores encontrados para essa variável se mantiveram dentro da faixa alcalina, sendo atribuído a proteólise da mistura dos resíduos com baixa relação C/N (Tabela 1). A liberação de amônia e a formação de lixiviado produzem reações alcalinas, aumentando o pH do meio (GUIDONI et al., 2018). Young et al. (2016) constataram pH alcalino ao final de 100 dias da compostagem de excretas de aves com relação C/N inicial de 24,6/1 e teor de umidade de 70,6% e atribuíram ao aumento da volatilização de amônia.

Considerando o composto produzido ao final de 60 dias de compostagem, pode ser observado na Tabela 2 que os valores para as variáveis analisadas estão dentro dos limites recomendados pela Instrução Normativa nº 25 de 2009 (BRASIL, 2009), de acordo com o estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. A produção de composto alcalino é uma vantagem para a agricultura brasileira devido a predominância de solos ácidos na América do Sul.

CONCLUSÃO

O composto de resíduos de pescado atende os critérios estabelecidos pela Instrução Normativa nº 25/2009, podendo ser aplicado na agricultura principalmente como um potencial corretivo de solos ácidos. A baixa relação C/N estabelecida pela proporção mássica de 5 Kg de resíduos de pescado para 1 Kg de maravalha reutilizada limita a atividade microbiana na oxidação da matéria orgânica total.

A proporção mássica de 5:1 ultrapassa a capacidade da composteira na estabilização dos resíduos de pescado que, associada ao elevado teor de umidade, proporciona o surgimento e proliferação de moscas. O forte odor de amônia não impede o aparecimento de moscas no decorrer do processo de compostagem.

Além disso, a ausência de distância entre as carcaças de pescados prejudica a aeração no processo de compostagem. A escolha do agente de estruturação é importante para se obter um composto de melhor qualidade agronômica, assim, não deve ser advindo de reutilizações quando forem usadas proporções mássicas iguais ou superiores a 5:1.

REFERÊNCIAS

- BERNAL, M. P.; ALBURQUQUE, J. A.; MORAL, R.. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. **Bioresource Technology**, v.100, n.22, p.5444-5453, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>
- BLAZY, V.; GUARDIA, A.; BENOIST, J.C.; DAUMOIN, M.; LEMASLE M.; WOLBERT, D.; BARRINGTON, S.. Odorous gaseous emissions as influence by process condition for the forced aeration composting of pig slaughterhouse sludge. **Waste Management**, v.34, n.7, p.1125-1138, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.03.012>
- BRASIL. **Resolução n. 481, de 03 de julho de 2017**. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. Brasília: DOU, 2017.
- BRASIL. **Instrução Normativa n.25, de 23 de julho de 2009**. Dispõe sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Brasília: DOU, 2009.
- COSTA, M. S. S. M.; BERNARDI, F. H.; COSTA, L. A. M.; PEREIRA, D. C.; LORIN, H. E. F.; ROZATTI, M. A. T.; CARNEIRO, L. J.. Composting as a cleaner strategy to broiler agroindustrial wastes: selecting carbon source to optimize the process and improve the quality of the final compost. **Journal of Cleaner Production**, v.142, p.2084-2092, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.075>
- COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; DECARLI, L. D.; PELÁ, A.; SILVA, C. J.; MATTER, U. F.; OLIBONE, D.. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.100-107, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000100015>
- DECKER, A. T.; RODRIGUES, E. A.; ALMEIDA, J. C.; QUADRO, M. S.; LEANDRO, D.; ANDREAZZA, R.; BARCELOS, A.. A. Impactos ambientais dos resíduos de pescado. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v.2, n.1, p.1-10, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15210/rbes.v2i1.6186>
- DEVINE, C.; WELLS, R.; LOWE, T.; WALLER, J.. Pre-rigor temperature and the relationship between lamb tenderisation, free water production, bound water and dry matter. **Meat Science**, v.96, n.1, p.321-326, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.024>
- DROZD, J.; JAMROZ, E.; LICZNAK, M.; LICZNAK, S. E.; WEBER, J.. Organic matter transformation and humic indices of compost maturity stage during composting of municipal solid wastes. **Grunwaldzka**, v.53, p.855-861, 1997.
- FAO. Food and Agriculture Organization. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**: cumplirlos objetivos de desarrollo sostenible. Roma, 2018.
- FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P.. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Rio de Janeiro: ABES-FINEP, 1999.
- GAO, M.; LIANG, F.; YU, A.; LI B.; YANG, L.. Evaluation of Stability and Maturity during Forced-Aeration Composting of Chicken Manure and Sawdust at Different C/N ratios. **Chemosphere**, v.78, n.5, p.614-619, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.10.056>
- GUIDONI, L. L. C.; MARQUES, R. V.; MONCKS, R. B.; BOTELHO, F. T.; PAZ, M. F.; CORRÊA, L. B.; CORRÊA, E. K.. Home composting using different ratios of bulking agent to food waste. **Journal of Environmental Management**, v.207, p.141-150, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.031>
- GUO, R.; LI, G.; JIANG, T.; SCHUCHARDT, F.; CHEN, T.; ZHAO, Y.; SCHEN, Y.. Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost. **Bioresource Technology**, v.112, p.171-178, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.02.099>
- ILLERA, M. V.; LABANDEIRA, S. S.; BRITO, L.; LÓPEZ, A. F.. Evaluation of compost from seaweed and fish waste as a fertilizer for horticultural use. **Scientia Horticulturae**, v.186, p.101-107, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.02.008>
- ILLERA, M. V.; LABANDEIRA, S. S.; LÓPEZ, M. E. M.. Production of compost from marine waste: evaluation of the product for use in ecological agriculture. **Journal of applied phycology**, v.25, n.5, p.1395-1403, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-013-9997-3>
- INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M.. **Compostagem**: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.
- KIEHL, E. J.. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985.
- KUMAR, M.; OU, Y.; LIN, J.. Co-composting of green waste and food waste at low C/N ratio. **Waste management**, v.30, n.4, p.602-609, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.11.023>
- LECONTE, M. C.; MAZZARINO, M. J.; SATTI, P.; IGLESIAS, M. C.; LAOS, F.. Co-composting rice hulls and/or sawdust with poultry manure in NE Argentina. **Waste Management**, v.29, n.9, p.2446-2453, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.04.006>
- LOPES, C.; ANTELO, L. T.; FRANCO, A. U.; ALONSO, A. A.; PÉREZ, R. M.. Valorisation of fish by-products against waste management treatments: comparison of environmental impacts. **Waste management**, v.46, p.103-112, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.08.017>
- NIKAEEN, M.; NAFEZ, A. H.; BINA, B.; NABAVI, B. F.; HASSANZADEH, A.. Respiration and enzymatic activities as indicators of stabilization of sewage sludge composting. **Waste Management**, v.39, p.104-110, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.01.028>
- ONWOSI, C. O.; IGBOKWE, V. C.; ODIMBA, J. N.; EKE, I. E.; NWANKWOALA, M. O.; IROH, I. N.; EZEUGU, L. I.. Composting technology in waste stabilization: on the methods, challenges and future prospects. **Journal of**

Environmental Management, v.190, p.140-157, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.051>

PAGANS, E.; BARRENA, R.; FONT, X.; SÁNCHEZ A.. Ammonia emissions from the composting of different organic wastes. Dependency on process temperature. **Chemosphere**, v.62, n.9, p.1534-1542, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.06.044>.

PAIVA, D. P.. **Uso da compostagem como destino de suínos mortos e restos de parição**. Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.

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

PETRIC, I.; SELIMBAŠIĆ, V.. Development and validation of mathematical model for aerobic composting process. **Chemical Engineering Journal**, v.139, n.2, p.304-317, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2007.08.017>.

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 orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.1241-1251, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3p1241>.

SILVA, D.; QUEIROZ, A. C.. **Análise de Alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004.

SOUZA, L. J.; GRAZZIOTIN, R. C. B.; MAFFI, A. S.; MACHADO, M. C.; BRAUNER, C. C.; GONÇALVES, F. M.. Mineralização do carbono presente na casca de arroz através do processo de compostagem. **Natural Resources**, v.8, n.1, p.70-74, 2018. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2018.001.0008>

TEDESCO, M. J. GIANELLO, C.; BISSANI, C. A; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J.. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Boletim Técnico de Solos. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; LOPES, M.; PEREIRA, H. S.; ROLL, V. F. B.. Compostagem e vermicompostagem de dejetos líquidos de bovinos leiteiros e cama aviária. **Archivos de Zootecnia**, v.65, n.249, p.79-88, 2016a. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v65i249.445>

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM, B. S. J.; CABRERA, B. R.; MORAES, P. O.; LOPES, D. C. N.. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.224, p.59-85, 2009. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v58i224.5074>

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; PEREIRA, H. S.; PILOTTO, M. V. T.. Compostagem na gestão de resíduos de pescado de água doce. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.40, n.1, p.95-103, 2018.

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, p.237-248, 2016b. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402016000200011>.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; PILOTTO, M. V. T.; PEREIRA, H. S.. Compostagem na gestão de cadáveres de cães. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.18, n.4, p.1389-1399, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2236117015066>.

YOUNG, B. J.; RIZZO, P. F.; RIERA, N. I.; TORRE, V. D.; LÓPEZ, V. A.; MOLINA, C. D.; FERNÁNDEZ, F. E.; CRESPO, D. C.; BARRENA, R.; KOMILIS, D.; SÁNCHEZ, A.. Development of phytotoxicity indexes and their correlation with ecotoxicological, stability and physicochemical parameters during passive composting of poultry manure. **Waste Management**, v.54, p.101-109, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.05.001>.

ZHANG, Y.; ZHAO, Y.; CHEN, Y.; LU, Q.; LI, M.; WANG, X.; WEI, Y.; XIE, X.; WEI, Z.. A regulating method for reducing nitrogen loss based on enriched ammonia-oxidizing bacteria during composting. **Bioresource Technology**, v.221, p.276-283, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.09.057>.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157809900871483393/>