



Mineralização de resíduos de pescado através da compostagem

**Fernanda Dias de Ávila¹, Beatriz Simões Valente², Carolina Faccio Demarco³,
Mário Gomes Conill⁴, Robson Andreazza⁵**

¹Universidade Federal de Pelotas (fehavila@hotmail.com)

² Universidade Federal de Pelotas (bsvalente@terra.com.br)

³ Universidade Federal de Pelotas (carol_demarco@hotmail.com)

⁴ Universidade Federal de Pelotas (mcconill@gmail.com)

⁵ Universidade Federal de Pelotas (robsonandreazza@yahoo.com.br)

Resumo

Objetivou-se avaliar a mineralização de resíduos de pescado através da compostagem. O estudo foi realizado em uma caixa de plástico reforçado com fibra de vidro, com capacidade de 1000L, 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 pescado e maravalha reutilizada na proporção mássica de 5:1. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Os resultados demonstraram que o processo de compostagem proporciona a mineralização de resíduos de pescados. O composto de resíduos de pescado atende a Instrução Normativa nº 25/2009 para ser utilizado na agricultura.

Palavras-chave: Adubo orgânico. Contaminação ambiental. Sustentabilidade.

Área Temática: Tecnologias Ambientais.

Mineralization of fish waste through composting

Abstract

The aim of this study was to evaluate the mineralization of fish waste through composting. The study was conducted in a 1000L glass fibre reinforced plastic (1.13 m base, 0.93 m high and 1.32 m diameter), which received the waste mixture of fish and reused sawdust in the ratio of 5:1. Data were submitted to variance analysis and regression analysis and the means were compared by the Tukey test at 5%. The results showed that the composting provides mineralization of fish waste. The final compost of fish waste complies with Normative Instruction nº 25/2009 for agriculture use.

Key words: Organic manure. Environmental contamination. Sustainability.

Theme Area: Environmental Technology.



1 Introdução

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, que utilizam o oxigênio disponível. 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).

O processo de filetagem é uma prática diária, devido à preferência do consumidor pelo filé de peixe, o que acaba aumentando o volume de resíduos gerados (VALENTE et al., 2016a), que 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 a 700g por kg de peixe é descartado (VALENTE et al., 2016a). Esses descartes são principalmente cabeças, vísceras, cauda, coluna vertebral, barbatana, escamas e restos de carne.

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 importante como ferramenta para reduzir os impactos negativos causados pela disposição inadequada dos resíduos de pescado.

Estudos recentes tem 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 agronômico (ILLERA-VIVES et al., 2015; LOPES et al., 2015; SANES et al., 2015, VALENTE et al., 2016a). Compostagem é um processo biológico de decomposição controlada por parâmetros que afetam a atividade microbiana mesofílica e termofílica, que são responsáveis diretamente pela velocidade de mineralização da matéria orgânica. Os parâmetros incluem temperatura, pH, relação C/N e teor de umidade, que determinam as condições ótimas para o desenvolvimento dos micro-organismos e para a estabilização da matéria orgânica.

O objetivo com este trabalho foi avaliar a mineralização de resíduos de pescado através da compostagem.

2 Metodologia

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 ocorreu em uma caixa de plástico reforçado com fibra de vidro, com capacidade de 1000L, nas dimensões de 1,13 m de base, 0,93 m de altura e 1,32 m de diâmetro, alocada em um galpão coberto e sem paredes laterais. A composteira foi abastecida com resíduos da 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 de Valente et al. (2014) que usaram maravalha na reciclagem de resíduos de pescado na proporção 3:1 e concluíram que uma maior quantidade de fonte proteica poderia ter sido utilizada. A altura utilizada para



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

camada de maravalha foi de 0,15 m, conforme metodologia descrita por Paiva (2004), determinada pelas pesagens e definida por medições com auxílio de uma fita métrica. 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. Os resíduos orgânicos ocuparam a altura de 0,70 m, totalizando 243,2 kg. A água foi adicionada utilizando-se um recipiente graduado, na proporção de 20% da massa de resíduos da filetagem de pescado, correspondendo a 12L por camada, totalizando 48L.

. Os pontos de aferição e de coletas foram demarcados com cinco estacas numeradas. As avaliações da temperatura da massa em compostagem foram realizadas diariamente, as 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 triplicada, sendo que a primeira amostragem correspondeu aos substratos iniciais 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.

Tabela 1 – Composição química dos substratos utilizados na compostagem.

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

Valores médios de três replicatas.

No Laboratório de Nutrição Animal do DZ/FAEM/UFPEL foi realizada a determinação da umidade, nitrogênio total, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2004) e também as análises da matéria orgânica total, teor de cinzas e do carbono orgânico total, conforme metodologia descrita por Kiehl (1985). A relação C/N foi obtida pela equação $\text{C/N} = \% \text{ C} \div \% \text{ N}$, “onde % C = porcentagem de carbono orgânico total na amostra; %N = porcentagem de nitrogênio total na amostra, conforme descrito por Tedesco et al. (1995). O cálculo do índice de mineralização do composto foi obtido através da equação $\text{IMC} = \% \text{ CZ} \div \% \text{ C}$, “onde %CZ = porcentagem de cinzas na amostra; %C = porcentagem de carbono orgânico total na amostra, segundo Drozd et al. (1997).

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo procedimento GLM (“General Linear Models”) do programa “Statistical Analysis System” versao 9.1 (SAS, 2003) e regressão, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%.

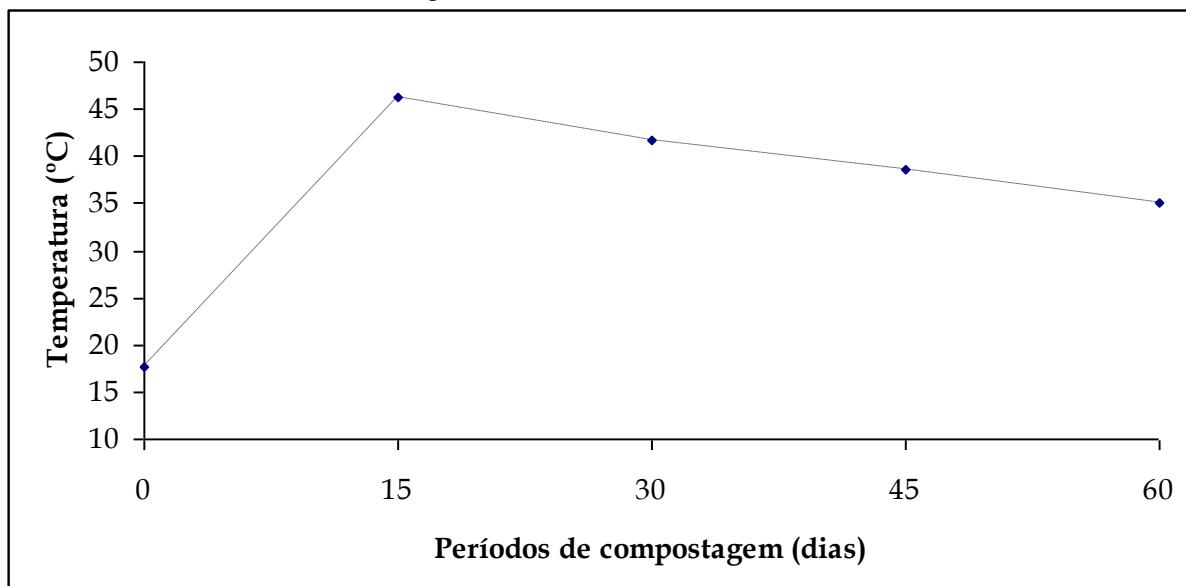
3 Resultados e discussão

Na Figura 1, pode ser observado no dia zero que a média da temperatura da biomassa foi de $17,6^{\circ}\text{C}$. A partir deste período, houve um aumento da temperatura atingindo $46,5^{\circ}\text{C}$ 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), bem como o maior teor de umidade das matérias primas iniciais (Tabela 1) favoreceram o desenvolvimento e crescimento desses micro-organismos na biomassa. Diferentemente, Valente et al. (2014a) 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 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 a da mistura com 28/1 de relação C/N, sendo atribuído à quantidade insuficiente de carbono na proporção dos substratos compostados.

Figura 1 – Médias da temperatura da biomassa durante a compostagem da mistura de resíduos da filetagem de pescado e maravalha reutilizada.



Nos períodos subsequentes, 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, que é responsável por degradar componentes remanescentes como, açúcares, celulose hemicelulose. A morte dos micro-organismos termófilos pode estar diretamente relacionada à rápida decomposição dos resíduos de pescado, ao tipo de carbono presente no substrato maravalha e a redução dos teores de umidade e de oxigênio no interior da biomassa. A manutenção das taxas de oxigênio, que é consumido pelos micro-organismos durante a degradação da MO total, possivelmente foi prejudicada pela falta de revolvimentos no decorrer do processo e também pela ausência de distância entre as porções de peixes. Entretanto, 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 e atribuíram à ausência de nitrogênio total dos resíduos de pescados, que haviam sido completamente degradados aos 60 dias de compostagem.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

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. O teor de umidade abaixo de 50% possivelmente tenha colaborado para a morte gradativa dos micro-organismos termófilos e prejudicado a atuação da microbiota mesofílica na oxidação da MO total, que pode ter entrado gradativamente em 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 às propriedades físico-químicas e biológicas dos resíduos compostados (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 0,54L min⁻¹ kg⁻¹ MS (PETRIC & SELIMBASIC, 2008).

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

Composição química	Períodos de compostagem		IN-25*
	30	60	
Umidade (%)	41,9	37,9	≤ 50%
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 (Brasil, 2009).

Corroborando com as afirmações, pode ser verificado que o teor de C orgânico total (45,2%) manteve-se constante nos mesmos períodos, devido à redução da liberação de CO₂ 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 C orgânico como fonte de energia, quanto de N para a síntese de proteínas e reprodução (VALENTE et al., 2016b).

Considerando o teor de N total, verificou-se uma redução entre os períodos 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. Esses fatos possivelmente tenham prejudicado a atuação dos micro-organismos mesófilos na oxidação da MO total, podendo 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 (EL KADER et al., 2007).

Considerando o composto produzido ao final de 60 dias de compostagem, pode ser constatado na Tabela 2 que os valores para as variáveis analisadas estão dentro dos limites



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

recomendados pela IN-25/2009 (BRASIL, 2009), segundo as normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. A produção de composto alcalino é uma vantagem para a agricultura brasileira, devido à predominância de solos ácidos na América do Sul.

4 Conclusões

O processo de compostagem proporciona a mineralização de resíduos de pescados.

O composto de resíduos de pescado atende a Instrução Normativa nº 25/2009 para ser utilizado na agricultura.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº25, 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.** Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acessado em: 4 fev. 2011.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 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.** In: Diário Oficial da União, Brasília, 02 de agosto de 2010.

DECKER, A. T.; RODRIGUES, E. A.; ALMEIDA, J.C.; QUADRO, M. S.; LEANDRO, D.; ANDREAZZA, R.; BARCELOS, A. A. Avaliação dos possíveis impactos ambientais dos resíduos de pescado na localidade de Pelotas/RS. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2016.

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.

DROZD, J.; JAMROZ, E.; LICZNAR, M.; LICZNAR, 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.

EL KADER, N.A.; ROBIN, P.; PAILLAT, J. M.; LETERME, P. Turning, compacting and the addition of water as factors affecting gaseous emissions in farm manure composting. **Bioresource Technology**, v. 98, p. 2619-2628, 2007.

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 rations. **Chemosphere**, v. 78, p. 614-619, 2010.

ILLERA-VIVES, M.; LABANDEIRA, S. S.; BRITO, L. M.; LÓPEZ-FABAL, A. Evaluation of compost from seaweed and fish waste as a fertilizer for horticultural use. **Scientia Horticulturae**, v. 186, p.101-107, 2015.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Kiehl, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres Ltda. 1985. 492 p.

KUMAR, M.; OU, Y. L.; LIN, J. G. Co-composting of green waste and food waste at low C/N ratio. **Waste Management**, v. 30, p. 602–609, 2010.

LOPES, C.; ANTELO, L. T.; FRANCO-URÍA, A.; ALONSO, A. A.; PÉREZ-MARTÍN, R. Valorisation of fish by-products against waste management treatments – Comparison of environmental impacts. **Waste Management**, v. 46, p.103-112, 2015.

NIKAEEN, M.; NAFEZ, A. H.; BINA, B.; NABANI, B. F.; HASSANZADEH, A. Respiration and enzymatic activities as indicators of stabilization of sewage sludge composting. **Waste Management**, v. 39, p.104-110, 2015.

ONWOSI, C. O.; IGBOKWE, V. C.; ODIMBA, J. N.; EKE, I. E.; NWANKWOALA, M. O.;IROH, I. N.; EZEOGU, L. I. Composting technology in waste stabilization: on the methods, challenges and future prospects. **Journal Environmental Management**, v. 190, p.140-157, 2017.

PAIVA, D. P. de. Uso da compostagem como destino de suínos mortos e restos de parição. In: **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos**: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 100-104, 2004.

PETRIZ, I.; SELIMBASIC, V. Development and validation of mathematical model for aerobic composting process. **Chemical Engineering Journal**, v. 139, p.304–317, 2008.

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. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1241-1252, 2015.

SAS. **Institute. Statistical analysis system**. Release 9.1. (Software). Cary, 2003.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de Alimentos: métodos Químicos e Biológicos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2004. 235p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; PEREIRA, H. da 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, 2014.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; PEREIRA, H. da 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, 2016a.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E. G.; LOPES, M.; PEREIRA, H, da 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, 2016b.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

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.