Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09,2024

ISSN 2178-6925

# APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE PESCADO PARA PRODUÇÃO DE ADUBOS ORGÂNICOS NA AGRICULTURA: REVISÃO DE LITERATURA

# USE OF FISH WASTE FOR THE PRODUCTION OF ORGANIC FERTILIZERS IN AGRICULTURE: LITERATURE REVIEW

**Sidney Jorge Moreira Sousa**

Especialista em Agroecologia, Instituto Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: sidneyjorge908@gmail.com

**Denis Pereira Ribeiro**

Doutor em Agronomia, Instituto Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: denis.ribeiro@ifma.edu.br

**Paulo Protásio de Jesus**

Especialista em Ciências da Natureza, Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: paulo.protasio@acad.ifma.edu.br

**Gênesis Alves de Azevedo**

Mestre em Agronomia, Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: azevedo.genesis@ufma.br

## Resumo

O resíduo de pescado, quando descartado de forma irregular, acarreta vários riscos ambientais, sociais e econômicos. Por outro lado, quando bem aproveitado, pode ser utilizado na produção de ração animal, biogás, biofertilizantes e compostos orgânicos. Neste estudo, descreveu-se com base na literatura, os principais benefícios ambientais, econômicos e produtivos do uso de resíduo de pescado na agricultura por meio da adubação. Para tanto, realizou-se uma revisão integrativa de dados publicados entre os anos de 2012 e 2022. A seleção dos trabalhos obedeceu a critérios de inclusão e exclusão por meio de leitura dinâmica e, ao final, foram selecionados 12 estudos, publicados nas línguas portuguesa e inglesa, cuja temática abordasse o aproveitamento de resíduos de peixe na agricultura por meio de processo de compostagem ou como biofertilizantes. A análise integrativa dos estudos mostrou que o aproveitamento de resíduos de peixe para confecção de adubos orgânicos é uma alternativa economicamente viável, ambientalmente favorável e produtivamente expressiva. Os resultados de produtividade mostraram que algumas culturas podem produzir até 60% a mais em solos adubados com o resíduo, gerando maior retorno econômico aos produtores. O uso de compostos orgânicos oriundos de resíduo de pescado diminui os impactos ambientais ocasionados pelo descarte irregular e ainda agrega valor aos produtos cultivados por meio da produção ecológica, livre de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos. Verificou-se ainda que os compostos orgânicos e biofertilizantes podem ter múltiplas utilidades, seja na propriedade, aumentando a fertilidade do solo e a produtividade das culturas ou como produto econômico, sendo

ISSN 2178-6925

comercializado em feiras, hortifrútis e até mesmo em lojas de produtos agropecuários, gerando renda extra aos produtores.
**Palavras-chave:** Resíduo de peixe; Compostagem; Produção ecológica; Economia circular.

## Abstract

Fish waste, when disposed of irregularly, entails several environmental, social and economic risks. On the other hand, when well used, it can be used in the production of animal feed, biogas, biofertilizers and organic compounds. In this study, based on the literature, the main environmental, economic and productive benefits of using fish waste in agriculture through fertilization were described. To this end, an integrative review of data published between 2012 and 2022 was carried out. The selection of papers followed inclusion and exclusion criteria through dynamic reading and, in the end, 12 studies were selected, published in Portuguese. and English, whose theme addressed the use of fish waste in agriculture through the composting process or as biofertilizers. The integrative analysis of the studies showed that the use of fish waste to make organic fertilizers is an economically viable, environmentally favorable and productively expressive alternative. Productivity results showed that some crops can produce up to 60% more in soils fertilized with residue, generating greater economic returns for producers. The use of organic compounds derived from the use of fish waste reduces the environmental impacts caused by the irregular disposal of this product and also adds value to products grown through ecological production, free of synthetic fertilizers and pesticides. It was also seen that organic compounds and biofertilizers can have multiple uses, either on the property, increasing soil fertility and crop productivity or as an economic product, being sold at fairs, hortifrutis and even in agricultural product stores, generating extra income to producers.
**Keywords:** Fish waste; Composting; Ecological production; Circular economy.

## 1. Introdução

O pescado é um importante recurso alimentar que auxilia diretamente no atendimento a demanda social crescente por proteína animal (PINHEIRO et al., 2014). A produção total de pesca e aquicultura atingiu um recorde de 214 milhões de toneladas em 2020, compreendendo 178 milhões de toneladas de animais aquáticos. Nesse mesmo ano, a produção global de pesca de captura (excluindo algas) foi de 90,3 milhões de toneladas, com um valor estimado de US$ 141 bilhões. Já a aquicultura atingiu um recorde de 122,6 milhões de toneladas, incluindo 87,5 milhões de toneladas de animais aquáticos no valor de US$ 264,8 bilhões e 35,1 milhões de toneladas de algas no valor de US$ 16,5 bilhões, dos quais cerca de 54,4 milhões de toneladas foram cultivadas em águas interiores e 68,1 milhões de toneladas vieram da aquicultura marinha e costeira (FAO, 2022).

No Brasil, o comportamento da produção de pescado foi semelhante ao observado mundialmente, com a estagnação do volume de captura e crescimento vertiginoso da aquicultura a partir da década de 2000. Considerando os dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2020), que correspondem ao período de 2010 a 2018, a aquicultura cresceu 4,94% a.a., enquanto a pesca se retraiu em -1,18% a.a. Em 2010, a aquicultura respondia por

ISSN 2178-6925

34% da produção total de pescados, no final da série, em 2018, chegou a 46%, e o valor da produção chegou a US$ 1,35 bilhão (XIMENES, 2021).

O país destaca-se por ser um grande produtor desta proteína animal, além de possuir uma diversidade de espécies aquáticas de água doce e água salgada. Dados recentes da Associação Brasileira de Piscicultura mostram que a produção nacional de peixes em 2021 foi de 841.005 toneladas, um aumento de 4,7% em relação ao ano anterior (PEIXEBR, 2022), impulsionado pelo clima favorável, disponibilidade de mão de obra, demanda crescente por pescado e espécies nativas que possuem interessante desempenho zootécnico, o que contribui significativamente para alavancar a produção (TROMBETA et al., 2020).

Associada a toda essa produção está a alta geração de resíduos, que pode alcançar valores de aproximadamente 65% do peso vivo total abatido. Resíduo é definido por todo material que não é aproveitado durante a produção ou consumo, que não apresenta valor de uso ou mercado, podendo resultar em danos ao meio ambiente quando não manejado de forma adequada (PIRES et al., 2014) e no caso do pescado, o resíduo é composto principalmente por vísceras, cauda, coluna vertebral, nadadeiras, escamas e restos de carne (VALENTE, 2016), apresentando grandes prejuízos ambientais, sanitários e econômicos quando nenhuma outra forma de utilização ou transformação em coprodutos é utilizada. Mesmo com pesquisas sendo desenvolvidas para otimizar o gerenciamento dos resíduos de pescado, grande parte dessa cadeia, principalmente a da pesca artesanal e de indústrias de beneficiamento de pequeno porte continuam realizando o descarte inadequado dos resíduos, ocasionado sérios problemas ambientais (PINTO et al., 2017).

Uma das alternativas que podem contribuir para a solução deste problema é o método da compostagem, que consiste em um processo de decomposição aeróbia, controlada e de estabilização da matéria orgânica, com o objetivo de obtenção de um produto estável, sanitizado, rico em compostos húmicos e cuja utilização no solo, além de não oferecer riscos ao meio ambiente, também é uma forma de reciclar nutrientes para as plantas (VALENTE et al., 2017). O composto orgânico obtido através do processo da compostagem na propriedade, além de possibilitar economia com adubos químicos e realização de adubação orgânica, poderá ser comercializado em feiras, hortifrútis e até mesmo em lojas de produtos agropecuários, gerando renda ao produtor, utilizando um resíduo que seria descartado.

Neste estudo, buscou-se responder com base em uma revisão integrativa da

ISSN 2178-6925

literatura, quais os benefícios ambientais, econômicos e produtivos do uso de resíduo de pescado na agricultura. Aqui considera-se revisão integrativa o método que proporciona a síntese de conhecimento e incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática, buscando possibilitar a geração de conhecimento a partir de estudos realizados anteriormente (SOUZA, SILVA E CARVALHO, 2010; BOTELHO, CUNHA & MACEDO, 2011). Partiu-se da hipótese que o uso de resíduo de peixe, oriundo da pesca ou de cultivo, quando utilizado na forma de compostagem e/ou biofetilizante, pode atuar de forma positiva na economia circular, contribuindo na fertilização do solo e, consequentemente, melhorando a produtividade dos cultivos, aumentando o retorno econômico do produtor, além de auxiliar na sustentabilidade da produção.

## 2. Objetivos Gerais

O trabalho teve como objetivo descrever, com base na literatura, quais os benefícios ambientais, econômicos e produtivos do uso de resíduo de pescado na agricultura, além de selecionar estudos que abordam o uso de resíduo de pescado na agricultura, verificando nos estudos selecionados a produtividade de diferentes culturas em função do uso de adubos e biofertilizantes à base de resíduo de pescado, além de demonstrar os benefícios econômicos e ambientais do uso do resíduo de pescado na agricultura.

## 3. Metodologia

### 3.1 Tipo de estudo

A presente pesquisa tem caráter qualitativo e desenvolveu-se mediante uma revisão integrativa de literatura. Esta revisão consiste na elaboração da questão de pesquisa, busca ou amostragem na literatura, coleta de dados, análise crítica dos estudos incluídos, discussão dos resultados e apresentação da revisão (SOARES et al, 2014).

### 3.2 Critérios de busca e escolha dos artigos

Partindo da questão “Quais os benefícios ambientais, econômicos e produtivos do uso de resíduo de pescado na agricultura?”. Os critérios de inclusão foram: artigos de pesquisa experimental, dissertações e teses conduzidas no Brasil, cuja temática versasse sobre o uso de resíduo de pescado na agricultura, nas

ISSN 2178-6925

línguas portuguesa e inglesa, publicados nos últimos 10 anos (2012-2022), localizáveis por meio dos descritores: resíduo de peixe, agricultura, fertilizante e compostagem, nos idiomas português e inglês.

As estratégias de busca ocorreram com cruzamento entre as palavras por meio dos operadores booleanos AND e OR (fish waste AND agriculture AND fertilizer OR composting). Para filtragem dos resultados, utilizou-se como critério de exclusão estudos em formato de editorial, revisões de literatura, produções repetidas e estudos conduzidos fora do Brasil. Nas bases de dados cuja busca encontrou resultados superiores a 500 trabalhos, considerou-se para análise apenas os 150 primeiros artigos, por estarem mais associados aos descritores utilizados. As buscas dos trabalhos ocorreram em 4 bases de dados: Science Direct; Scopus; Portal de Periódicos da CAPES e Google Acadêmico (GA), conforme tabela 1.

Tabela 1. Quantificação de estudos encontrados nas bases de dados utilizando os descritores com auxílio dos operadores booleanos AND e OR no período de 2012 a 2022

| **Descritores** | **Base de dados** | **Quantidade** | |
|---|---|---|---|
| | | **PT** | **EN** |
| fish waste AND agriculture AND fertilizer OR composting | Science Direct | 0 | 150* |
| | Scopus | 0 | 19 |
| | Periódico CAPES | 150* | 150* |
| | Google Acadêmico | 44 | 150* |
| **Total** | | 194 | 469 |

* Valor máximo atribuído (Número de artigos encontrados superior a 500); PT = português e e EN = inglês

### 3.3 Delimitação da amostra e análise dos dados

Utilizando-se os descritores nas bases de dados, chegou-se a um total de 663 trabalhos (Tabelas 1 e 2), dos quais 469 foram publicados em língua inglesa e 194 publicados em língua portuguesa. Aplicando-se os critérios de exclusão, o critério de busca limitou a revisão a somente 12 artigos. (Tabela 2).

ISSN 2178-6925

Tabela 2. Aplicação de critérios de exclusão e inclusão em artigos buscados em diferentes bases de dados para análise integrativa

| Base de dados | Total - artigos | Critério e número de excluídos | Incluídos |
|---|---|---|---|
| Science Direct | 150 | Tipo de estudo (revisão, editorial) = 3<br>Trabalhos repetidos = 3<br>Realizado fora do Brasil = 140 | 4 |
| Scopus | 19 | Tipo de estudo (revisão, editorial) = 1<br>Trabalhos repetidos = 1<br>Realizado fora do Brasil = 16 | 1 |
| Periódico CAPES | 300 | Tipo de estudo (revisão, editorial) = 117<br>Trabalhos repetidos = 33<br>Realizado fora do Brasil = 145 | 5 |
| Google Acadêmico | 194 | Tipo de estudo (revisão, editorial) = 28<br>Trabalhos repetidos = 41<br>Realizado fora do Brasil = 122 | 2 |
| **Total** | **663** | **651** | **12** |

Após a seleção dos artigos, o software Mendeley® foi utilizado para análise da biblioteca criada, excluindo artigos duplicados e por fim selecionando-os conforme os filtros de título e resumo adicionados. Os artigos foram selecionados com base nos títulos e resumos respeitando os critérios de inclusão e exclusão acima mencionados, e por fim completou-se a seleção por meio da leitura completa dos trabalhos.

A busca foi realizada entre os meses de julho e outubro de 2022. Após a seleção da amostra, foi realizada a coleta dos dados desses estudos por meio de um instrumento validado, o qual contempla os seguintes itens: identificação, introdução e objetivos, características metodológicas, resultados e conclusões (POMPEO et al, 2009). Este instrumento permitiu a definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados (objetivos, local do estudo, metodologia e principais resultados). Os artigos foram analisados e classificados quanto ao teor de seus dados experimentais (análise e aplicação do resíduo de peixe), considerando seus benefícios produtivos, econômicos e ambientais.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Caracterização dos trabalhos avaliados

Ao todo, 12 trabalhos foram selecionados para análise. Destes, 5 foram publicados em língua inglesa e 7 em língua portuguesa. Quanto ao tipo de trabalho,

ISSN 2178-6925

2 são dissertações de mestrado, conduzidos nas universidades UNESP (1) e UEMA (1), e 10 são artigos científicos publicados em periódicos científicos nacionais e internacionais (Tabela 3). Quanto a distribuição de publicação por ano, tem-se: 2014 (1), 2016 (2), 2017 (2), 2018 (1), 2019 (2), 2020 (1), 2021 (2) e 2022 (1). Não foram encontrados trabalhos publicados nos anos de 2012, 2013 e 2015 cuja temática e aspectos metodológicos se enquadrasse nos critérios de inclusão desta revisão.

Tabela 3. Relação de trabalhos selecionados para análise integrativa, com destaque ao título, revista, autores e ano de publicação

| Título | Revista | Autor (es) | Ano |
|---|---|---|---|
| Evaluation of a Compost Prepared with Biodegradable Waste from Aquaculture Production | Communications in Soil Science and Plant Analysis | SANTOS et al. | 2022 |
| Valorization of animal waste from aquaculture Through composting: Nutrient Recovery and nitrogen mineralization | Aquaculture | LOPES et al. | 2021 |
| Aproveitamento de resíduos de pescadona confecção de composto orgânico para produção de mudas de alface | Engenharia Sanitária e Ambiental | TEODORO et al. | 2021 |
| Uso do fertilizante organomineral (fertPeixe) para adubação do feijão | Revista Saber Científico | FERREIRA et al. | 2020 |
| Composting as a strategy to recycle aquatic animal waste: Case Study of a research centre in São Paulo State, Brazil | Waste Management & Research | LOPES et al. | 2019 |
| 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 | Revista GEAMA | PACHECO et al. | 2019 |
| Compostagem segura na utilização de resíduos de pescado com maravalha de pinus e casca de arroz | Revista Agri-Environmental Sciences | SILVA et al. | 2018 |
| Composting for valuation of marine fish waste | Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal | VALENTE et al. | 2017 |
| Recycling of wastes from fish beneficiation by composting: chemical characteristics of the compost and efficiency of their humic acids in stimulating the growth of lettuce | Environmental Science and Pollution Research | BUSATO et al. | 2017 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Aplicação do composto orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) walp.) | Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal | SOUSA et al. | 2016 |
| Eficiência de uso de nitrogênio e produtividade de milho em função da aplicação de biofertilizante com resíduo de pescado e Azospirillum brasilense | Dissertação – Universidade Estadual do Maranhão | OLIVEIRA, A. S | 2016 |
| Utilização de composto orgânico de peixe em adubação de capim-marandu | Dissertação – Universidade Estadual Paulista | ADAME, C. R | 2014 |

### 4.1.1 Quanto ao local de estudo

Os estudos selecionados foram realizados em diversas cidades brasileiras. Representando a região sudeste, têm-se os estudos de Santos et al. (2022), como trabalho desenvolvido no município de Jaboticabal, estado de São Paulo, mesmo local de realização dos estudos de Lopes et al. (2019 & 2021) e Adame (2014). Representando a região nordeste, tem-se as contribuições de Teodoro et al. (2021), no município de Parnaíba, estado do Piauí; Pacheco et al. (2019), em São Luís, capital do estado do Maranhão, mesmo local de realização da pesquisa de Oliveira (2016) e; Sousa et al. (2016), no município de Fortaleza, estado do Ceará.

Na região norte, têm-se os estudos de Ferreira et al. (2020), realizado no município de Ariquemes, estado de Rondônia e Silva et al. (2018), com trabalho no município de Palmas, estado do Tocantins. Na região sul tem-se apenas o trabalho de Valente et al. (2017), realizado no município de Capão do Leão, estado do Rio Grande do Sul. Um estudo apenas foi realizado em Brasília, representando o Distrito Federal (BUSATO et al., 2017).

### 4.1.2 Quanto aos objetivos e metodologias empregadas

Compartilhando do mesmo objeto de estudo, que são os resíduos de peixe, os trabalhos avaliados neste estudo diferem quanto ao tipo de caracterização do resíduo orgânico e finalidade de aplicação, de modo a aplicaram diferentes metodologias a fim de alcançarem os objetivos propostos. Mas, de modo geral, o objetivo principal dos estudos foi caracterizar a composição química de resíduo de peixe compostados com diferentes materiais para produção de húmus e avaliar sua aplicabilidade na agricultura.

Entre os materiais utilizados na compostagem junto ao resíduo de peixe, estão capim triturado (SANTOS et al., 2022), maravalha, casca de amendoim (SANTOS et al., 2022, 2019; LOPES et al., 2021), crotalária juncea, capim elefante, esterco bovino curtido (TEODORO et al., 2021; BUSATO et al., 2017), resíduo de grama, folhas, restos de alimentos (PACHECO et al., 2019), maravalha de pinus e casca de arroz e poda de árvores (SILVA et al., 2018; VALENTE et al., 2017 e ADAME, 2014). Na confecção dos compostos orgânicos, esses materiais são misturados ao resíduo de peixe em diferentes proporções, de acordo com metodologias especificas e quantidades. Nesse aspecto, Silva (2007) lembra que medidas adequadas de materiais, a fim de garantir um composto orgânico nutritivo e com potencial fertilizante, geralmente possuem 70% de material rico em hidratos de carbono, como os restos vegetais acompanhados de 30% de fonte de carbono e nitrogênio, como esterco de animais, por facilitarem a decomposição dos resíduos orgânicos.

Na caracterização química dos compostos, são determinados os teores dos nutrientes utilizados na fertilidade do solo e posteriormente assimilados pelas culturas. Segundo Pacheco et al. (2019), para este tipo de análise, são determinados os valores de 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 do composto, de acordo com a Instrução Normativa 28 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Nos cultivos, a metodologia varia conforme a cultura, mas no geral, são avaliados os parâmetros produtivos da planta. Para a cultura do feijão, por exemplo, são determinados o comprimento da vagem, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos, produção por planta, número de vagem por planta e produção total por planta, enquanto no cultivo de capim-marandu são avaliados a área foliar, a relação folha/colmo, altura, diâmetro, número de perfilhos e a medida SPAD (teor de clorofila na planta) conforme descrito na tabela 4, discutida no tópico seguinte.

### 4.2 Uso de resíduo de peixe na agricultura

#### 4.2.1 Benefícios produtivos

O uso de resíduo de peixe como adubo na agricultura se dá principalmente por meio da compostagem. Vários estudos avaliaram os efeitos fertilizantes dos compostos e sugeriram a compostagem como uma das técnicas mais adequadas para a produção de fertilizantes orgânicos (PIRIZ et al., 2003; HAN et al., 2014). A

compostagem de resíduos de peixe também tem sido sugerida como um método válido de transformar esses resíduos em correções úteis do solo para fins agrícolas (FREDERICK et al., 1991).

A aplicação de corretivos orgânicos de alta qualidade em terras agrícolas tem a vantagem de ser ambientalmente sustentável e compatível, por exemplo, com os sistemas de produção orgânica, a qual está em constante crescimento em todo o mundo para atender às demandas de um grande mercado consumidor disposto a pagar preços relativamente altos pelos produtos orgânicos. Sua utilização como adubo orgânico se dá principalmente por ser fonte de nutrientes, como nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P) para as plantas (DECKER et al., 2016). Desse modo, pode servir como potencializador das culturas agrícolas por meio da fertilização do solo.

Para que um composto orgânico possa ser utilizado na agricultura, primeiro ele passa por estudos de caracterização físico-químicos, para determinar os teores de nutrientes indispensáveis às plantas, seguridade e potencial agronômico. Determinados esses teores, pode-se então calcular as quantidades necessárias de aplicação com base nas exigências nutricionais das culturas que se deseja cultivar. Os estudos de Valente et al. (2017), Silva et al. (2018), Pacheco et al. (2019) e Lopes et al. (2021) focaram na caracterização de adubos orgânicos formulados a partir do resíduo de peixe.

Quanto aos teores de nutrientes, Lopes et al. (2021) encontraram concentrações de até 33 $g.kg^{-1}$ de N, 13,5 $g.kg^{-1}$ de P, 8,4 $g.kg^{-1}$ de K e 22,5 $g.kg^{-1}$ de Ca em um composto formulado com resíduo de pescado, maravalha e casca de amendoim, quantidades que, segundo os autores, demonstrou alta qualidade, principalmente quando comparado a outros estudos (ver trabalhos de ILLERA-VIVES et al., 2015; RADZIEMSKA et al., 2019), podendo ser facilmente aplicado em diferentes culturas como corretivo do solo. Valente et al. (2017) encontraram, em composto de resíduo de peixe e maravalha de pinus, bons teores de nutrientes e relação C/N menor que 15/1 que, associada a alta umidade da mistura dos substratos, inibiram o aumento da temperatura da biomassa, atendendo a Instrução Normativa nº. 25/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para ser comercializado como fertilizante orgânico.

Avaliando o processo de compostagem de resíduos de pescado utilizando duas fontes de carbono e presença de micro-organismos patogênicos no composto

ISSN 2178-6925

orgânico produzido após 60 dias, Silva et al. (2018) verificaram ausência de Salmonella spp. bem como redução de população de Escherichia coli no composto final, garantindo sua seguridade para uso na adubação orgânica. Pacheco et al. (2017) determinaram que compostos a base de resíduo de peixe podem ser potencializados quando combinado a outras fontes de material orgânico.

Em seus testes, teores adequados de nutrientes foram obtidos nas combinações de 10% de sódio e potássio; 15% de cálcio e magnésio e 30% de resíduo de pescado (fósforo, matéria orgânica e CTC), com pH variando entre 6,0 e 8,0 em todos os compostos produzidos.

Determinado seu potencial, os compostos orgânicos à base de resíduo de peixe são incorporados ao solo para prover maior produtividade às culturas. Seu uso favorece principalmente a fertilidade do solo, por meio do incremento da matéria orgânica, porém é algo difícil de se atingir e que demanda longos períodos de incremento de resíduos no solo (RIVERO et al., 2004). Por meio desse incremento, os nutrientes essenciais ao crescimento das plantas ficam disponíveis no solo por mais tempo e podem ser absorvidos aos poucos pelas culturas, como por exemplo, nitrogênio e fósforo na cultura do milho. No estudo de Oliveira (2016), o milho teve crescimento 48% maior que aqueles cultivados em solos não adubados com o resíduo de peixe.

Na tabela 4 apresenta-se um resumo dos estudos selecionados quanto a produtividade de diferentes culturas mediante uso de composto orgânico à base de resíduo de peixe. Todos os trabalhos citados apresentaram ganhos de produtividade nas culturas, variando conforme a qualidade do composto, que pode ser positivamente influenciado quando há recarga de resíduos animais ao longo do processo de compostagem, fornecendo, segundo Lopes et al. (2019), maior qualidade ao produto. Vale lembrar que, além da produtividade das culturas, existem várias outras vantagens no uso de adubos orgânicos ou organominerais, como a melhoria na estrutura do solo, ativação microbiológica, aumentos nos teores de matéria orgânica e na resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças.

No estudo de Santos et al. (2022), os autores avaliaram os efeitos de um composto preparado com resíduos biodegradáveis da indústria da aquicultura, quando aplicado em um latossolo brasileiro aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias, sobre suas características de fertilidade, crescimento de plantas de milho e respiração basal do solo ao longo do tempo. Os resultados foram promissores, visto que a matéria

orgânica do solo aumentou em média 4 g dm-3 após 30-120 dias de incubação, e a fertilidade do solo aumentou, especialmente em relação à concentração de N, P e micronutrientes. As plantas de milho cresceram aproximadamente 60% maiores na presença do composto à base de resíduos, em comparação com o controle, e apresentaram maior concentração de nutrientes. Além disso, as emissões de CO2 e NH3 aumentaram ligeiramente quando o composto foi aplicado, indicando um grau avançado de estabilidade da correção orgânica do solo.

Considerando a capacidade do resíduo de peixe atuar na correção do solo, LOPES et al., 2019 avaliaram quimicamente quatro compostos à base de resíduos de peixes produzidos em um centro de pesquisa em aquicultura como corretivos do solo. Os autores determinaram que a compostagem em leira gera compostos ricos em nutrientes (33 g $kg^{-1}$ N, 13,5 g $kg^{-1}$ P, 8,4 g $kg^{-1}$ K e 22,5 g $kg^{-1}$ Ca, entre outros), que podem ser aplicados em terras de cultivo como um aditivo orgânico em substituição de fertilizantes químicos. Além disso, verificaram que a liberação de N no solo após a incorporação do composto é lenta e contínua por pelo menos 210 dias, garantindo a disponibilidade de N para as culturas, evitando sua lixiviação e outras contaminações.

Avaliando os teores totais de nutrientes de um composto orgânico confeccionado com resíduos de pescado e comparando-o a outras duas composições, e utilizá-lo como substrato na produção de mudas de alface (Lactuca sativa), Tedoro e colaboradores (2021) verificam que os parâmetros de matéria orgânica (MO), relação C/N e capacidade de troca de cátions (CTC) foram superiores no composto de resíduo de pescado. Para a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), os tratamentos T3 (composto confeccionado com resíduos de pescado) e T2 (composto confeccionado com resíduos agroindustriais da palmeira carnaúba) apresentaram as maiores médias, sendo T2 o que apresentou a maior média para massa seca da raiz (MSR). Para quantidade de folhas (QF), os melhores resultados ($p = 0,02$) foram obtidos pelo tratamento T6 (50% composto T3 + 50% palha de arroz carbonizada), cujas mudas de alface apresentaram maior QF e comprimento da raiz (CR). Os resultados sugerem, segundo os autores, viabilidade na produção de mudas de alface utilizando substrato à base de resíduos de pescado.

No cultivo de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) walp.), Sousa et al. (2016) analisaram o efeito da inclusão de 7 doses de adubação orgânica de resíduos de pescado e vegetais (T1= 0 g, T2= 400 g, T3= 800 g, T4=1200 g, T5= 1600 g, T6=

2000 g, T7= 2400 g) sobre o comprimento da vagem (cm), número de grãos por vagem, peso de 100 grãos, produção por planta (g), número de vagem por planta e produção total por planta.

Os autores verificaram diferença significativa (P<0,05) para comprimento da vagem (cm), número de grãos por vagem, peso de 100 grãos, produção por planta (g), número de vagem por planta e produção total por planta, com médias de 22,43; 17,66; 14,72 e 136,00 e 53,664, respectivamente. Os tratamentos que tiveram o melhor desempenho na cultura foram os tratamentos T6 com 2,0 kg do adubo orgânico e T7 com 2,4 kg do adubo orgânico, mostrando-se eficientes quanto ao desenvolvimento e produção e bons índices de nutrientes em sua composição

Entre os estudos listados, observa-se que o uso de compostos orgânicos formulados com resíduo de peixe promoveu melhorias em diversos aspectos produtivos, desde a germinação (LOPES et al., 2019) até o crescimento das plantas (SANTOS et al., 2022). Salienta-se ainda que, com exceção de Adame (2014), todos os autores focaram em culturas utilizadas na alimentação humana, demostrando que os benefícios proporcionados pela incorporação do resíduo de peixe são refletidos diretamente na sociedade.

O uso do resíduo, além de cumprir papel essencial na sustentabilidade dos meios produtivos, está alinhado com os desafios globais de produção de alimentos saudáveis. Segundo a FAO (2018), o mundo enfrenta o enorme desafio de produzir alimento e meios de subsistência a uma população que será maior que 9 bilhões até meados do século XXI, nesse sentido, práticas de reaproveitamento do resíduo de peixe, seja ele da pesca, indústria ou piscicultura, são ações estratégicas que devem ser realizadas, valorizadas e incentivadas entre os pequenos, médios e grandes produtores.

Tabela 4. Produtividade de diferentes culturas em função da aplicação de composto à base de resíduo de peixe

| **Autor (es)** | **Vantagens do uso de composto a base de resíduo de peixe** | |
|---|---|---|
| | **Cultura** | **Ganhos de produtividade** |
| SANTOS et al., 2022 | Milho | As plantas de milho cresceram aproximadamente 60% mais que o controle e apresentaram maior concentração de nutrientes. |
| LOPES et al., 2019 | Agrião e Alface | Os índices de germinação de sementes de alface e agrião foram superiores a 50% no composto com adição de resíduo de peixe. |

ISSN 2178-6925

| | | |
|---|---|---|
| TEODORO et al., 2021 | Alface | A alface produzida com substrato a base de resíduo de peixe melhores índices produtivos em todos os parâmetros avaliados. |
| FERREIRA et al., 2020 | Feijão | Testou-se diferentes dosagens de fertilizante a base de resíduo de peixe, sendo a dosagens de 8 ml a que melhor influenciou para o desenvolvimento do feijão. |
| ADAME, 2014 | Capim-marandu | O incremento do resíduo de peixe aumentou a massa seca de componentes morfológicos, área foliar, a relação folha/colmo, altura, diâmetro, número de perfilhos e a medida SPAD de capim-marandu. |
| SOUSA et al., 2016 | Feijão caupi | A cultura apresentou resultados superiores ao controle no comprimento da vagem, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos, produção por planta, número de vagem por planta e produção total por planta quando adubadas com 2 e 2,4 kg de composto a base de resíduo de peixe. |
| OLIVEIRA, 2016 | Milho | O autor testou o resíduo de peixe como substituto do esterco bovino na produção de biofertilizante e verificou aumento na produtividade e no número de grãos por espiga quando comparado aos biofertilizantes com 100% de esterco bovino. |
| BUSATO et al., 2017 | Alface | Aumento de 64% na eficiência do uso da água devido à adição de AH, provavelmente relacionado à alteração da morfologia radicular que resultou em um aumento de 1,6 vezes no comprimento médio da raiz lateral e devido ao maior $H^+$ na atividade de extrusão. Portanto, o resíduo de peixe atuou como estimulante do crescimento vegetal. |

### 4.2.2 Benefícios econômicos

A utilização de resíduos de peixe oriundos da indústria ou da própria atividade piscícola pode ser, conforme se viu no tópico anterior, utilizada como composto orgânico na agricultura, com resultados interessantes na fertilidade do solo e oferta de nutrientes essenciais às culturas agrícolas. Seu uso pode potencializar a produção e agregar valor aos produtos, por meio dos cultivos orgânicos, sem uso de produtos químicos.

A análise econômica do uso de dejetos de pescado na agricultura envolve avaliar os custos e benefícios do uso de dejetos de pescado como fertilizante. Alguns dos principais custos a serem considerados em uma análise econômica do uso de resíduos de peixes na agricultura incluem: i) custos de produção de resíduos de peixe,

incluindo o custo de coleta, processamento e transporte dos resíduos; ii) custos de aplicação de resíduos de peixe em campos agrícolas, incluindo custos de mão de obra e equipamentos e; iii) custos ambientais potenciais do uso de dejetos de peixe como fertilizante, incluindo quaisquer impactos negativos na qualidade do solo e da água.

Entre os trabalhos avaliados, os autores enfatizam a produtividade das culturas, destacando os benefícios produtivos, mas, nenhum dos trabalhos informou quantitativamente quais os benefícios econômicos do uso do resíduo de pescado. Há, portanto, uma carência de trabalhos experimentais que avalie a viabilidade econômica do uso do resíduo de peixe como compostagem na agricultura. Diferente do que ocorre, por exemplo, na utilização de resíduo de peixes na produção de farinha e na alimentação animal, onde encontram-se diversos trabalhos que avaliam a viabilidade econômica da sua inclusão nas cadeias produtivas da piscicultura, entre outros (TUGIYONO et al., 2020; ARRU et al., 2019; SAHOO et al., 2015).

Os autores citam, entretanto, que os benefícios econômicos estão diretamente associados à qualidade do composto que, por sua vez, aumenta a produtividade das culturas, garantindo maior retorno financeiro aos agricultores, além de converter um subproduto descartável num importante ingrediente nutritivo que pode ser utilizado na própria lavoura ou comercializado, gerando, em ambos os casos, renda extra ao produtor. Essa renda está associada aos princípios da bioeconomia e economia circular.

Ao nível de definição, entende-se por bioeconomia a ciência do uso de seres vivos provenientes de atividades econômicas como agricultura, silvicultura e pesca para produzir bens e serviços a partir do uso da biotecnologia (MCCORMICK & KAUTTO, 2013), já economia circular refere-se, segundo Pomponi e Moncaster (2017), à ideia de que os recursos nunca devem ser transformados em resíduos, mas sim mantidos no processo durante o maior tempo possível e com a mínima perda de qualidade, potencializando os demais setores produtivos, de forma que o sistema circular passa a ser visto como um pré-requisito para a manutenção da sustentabilidade no planeta (GHISELLINI et al., 2016).

Aprofundando-se no conceito de economia circular, sua implementação e êxito na geração de benefícios sociais em ambientes socioeconômicos como do Brasil, a economia circular precisaria ser adaptada ao contexto local, bem como as tecnologias aplicadas precisariam associar os saberes da população local ao conhecimento científico. Tecnologias comprovadas e descentralizadas, capazes de

restaurar os nutrientes orgânicos para o solo para melhorar a produção de alimentos e causar impactos ambientalmente positivos são exemplos voltados à economia circular (FERNANDES & NUNES, 2019).

Velden et al. (2022) enfatizam que agricultores familiares no Brasil podem diversificar suas fontes de renda e melhorar as práticas agrícolas adotando princípios de economia circular em suas propriedades. Sistemas tecnológicos de circuito fechado podem ser usados para gerenciar resíduos orgânicos e produzir fertilizantes e biogás, gerando receita. A digestão anaeróbica (AD) é uma tecnologia comprovada que pode produzir fertilizante e biogás a partir de resíduos orgânicos, embora a sua aplicação no solo e nas culturas sem tratamento possa ter efeitos adversos. No entanto, na prática, há um desconhecimento sobre os benefícios da reciclagem de resíduos orgânicos em comunidades agrícolas no Brasil.

Por outro lado, tem-se o mercado dos biofertilizantes, que podem ser uma alternativa viável de produção de renda a partir do resíduo de peixe. Segundo dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2021), o Brasil importou em 2021 cerca de 39.201.535 toneladas de fertilizantes com formulações NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), o que comprova essa demanda de produção de fertilizantes alternativos que serão fontes de nutrientes para as plantas. Segundo Penteado (2010), o uso de fertilizantes orgânicos obtidos por meio de tratamento de resíduos promove, num primeiro momento, a reciclagem de nutrientes, atuando como fonte de nutrientes às culturas agrícolas, ofertando ainda matéria orgânica ao solo, ativando a sua microbiota e melhorando suas características químicas e físicas.

Desse modo, o uso de resíduo de peixe para formulação de biofertilizantes e compostos orgânicos por meio da compostagem traduz-se em retorno econômico, quer seja na produtividade das culturas, quer seja na comercialização desses produtos nos comércios locais e nas propriedades entre os produtores.

### 4.2.3 Benefícios ambientais

A busca por materiais e processos produtivos que correspondam aos princípios da sustentabilidade tornou-se evidente e indispensável, sobretudo nos últimos anos. Novas políticas ambientais de preservação e desenvolvimento sustentável demandam incessante busca por matérias-primas e processos produtivos inovadores que satisfaçam, de maneira ecologicamente consciente, às necessidades e desejos do mercado consumidor, resultando em produtos diferenciados pela

qualidade e com design ambientalmente orientado (CARDOSO, 2010). Dessa forma, ao substituir a utilização de fertilizantes químicos na agricultura, o produtor estimula o desenvolvimento sustentável e reduz os impactos ambientais (BRUNO et al., 2013).

Os benefícios ambientais da utilização de adubos provenientes da compostagem de resíduos orgânicos e biofertilizantes concentram-se, segundo Garrido et al. (2019), na redução do consumo de fertilizantes tradicionais e pesticidas; redução do consumo de combustíveis fósseis e de compostos químicos utilizados na produção de fertilizantes convencionais, devido ao seu processo produtivo ser natural; redução na quantidade de matéria orgânica dispostas em lixões e aterros, por utilizar ou reutilizar os resíduos na sua produção, beneficiando a agricultura e promovendo a ciclagem de nutrientes.

Conscientizar-se de que o manejo inadequado desses resíduos traz prejuízo econômico, gera desperdícios, contribui de forma intensa para a manutenção das desigualdades sociais, constitui ameaça constante à saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações é o primeiro passo para alcançar a sustentabilidade na produção, e a partir dessa conscientização, mobilizar-se para atender os critérios de uma economia circular, com produção sustentável e ecologicamente estruturada (SCHALCH et al., 2002).

## 5. Considerações Finais

Os estudos selecionados para análise integrativa nesta revisão tiveram como foco principal a caracterização de resíduos de peixes e sua aplicação na agricultura. Em suas estruturas argumentativas, todos os trabalhos sintetizam que um dos motivos-chave para busca de soluções alternativas aos resíduos da indústria pesqueira/piscícola são as altas taxas de descarte irregular desse material no meio ambiente, principalmente quando considera-se que o aproveitamento racional dos resíduos sólidos oriundos do beneficiamento/processamento do pescado ainda é deficiente, pois o setor não emprega novas tecnologias focadas na inovação para aproveitar esse material e obter produtos derivados com qualidade microbiológica, nutricional e sensorial. Fora do setor industrial, tem-se ainda as pequenas, médias e grandes propriedades onde há cultivo de peixes e pouco ou nenhum programa de gerenciamento/aproveitamento desse resíduo.

O aproveitamento de resíduos de peixe para confecção de adubos orgânicos

é uma alternativa economicamente viável, ambientalmente favorável e produtivamente expressiva. Os resultados deste trabalho mostraram que, em algumas culturas, a produtividade pode ser até 60% maior em solos adubados com o resíduo, alavancando a produção e, consequentemente o retorno econômico dos produtores, principalmente quando agrega-se valor ao produto por meio da produção ecológica, livres de produtos químicos e agrotóxicos. Além da utilização na lavoura, os produtores podem comercializar esses compostos, gerando renda extra e diminuindo os resíduos que outrora eram irregularmente descartados no ambiente.

Sugere-se, a partir dessa revisão, que são necessários novos estudos experimentais de viabilidade econômica utilizando-se o resíduo de peixe em diferentes combinações de compostos e dosagens, a fim de quantificar qual o real ganho econômico de sua utilização nas pequenas, médias e grandes produções agrícolas brasileiras, visto que esse conhecimento ainda é muito abstrato nos trabalhos disponíveis na literatura.

## Referências

ABREU JUNIOR, C. H. O uso do composto de lixo urbano na agricultura: vantagens e limitações. Piracicaba: Notesalq, ano XIX, **Boletim informativo**, n. 4, p. 4- 8, 2010.

ADAME, C. R. Utilização de composto orgânico de peixe em adubação de capim- marandu. 45f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, 2014. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/115951.

AHUJA, Ishita et al. Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming–with status in Norway: A review. **Waste Management**, v. 115, p. 95-112, 2020.

ALVARO, M. R. G. M.; SAN MARTIN, M. C. Cadeia produtiva de pescado no sul do Rio Grande do Sul. **Boletim de Conjuntura (BOCA),** Boa Vista, v. 4, n. 10, p. 70-81, 2020.

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Pesquisa setorial - dados de 2021**. Disponível em: http://anda.org.br/pesquisa_setorial/.

ARRU, B. et al. The introduction of insect meal into fish diet: The first economic analysis on European sea bass farming. **Sustainability**, v. 11, n. 6, p. 1697, 2019.

BACELAR, R. G. A.; MURATORI, M. C. S. Utilização de resíduos de filetagem de tilápia na tecnologia de alimentos: uma revisão. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 2, 2020. DOI: https://doi.org/10.30945/rcr-v22i2.3278.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 9.013, de 29 de mar. de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem anima. Diário Oficial União, 2017.

BRUNO F. H. S. et al. Avaliação de diferentes concentrações de adubo orgânico produzido a partir de

resíduos de pescados e vegetais no desenvolvimento da cultura da cebolinha (Allium schoenoprasum). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal,** v. 7, p. 86-105, 2013. DOI: http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130012.

BUSATO, J. G. et al. Recycling of wastes from fish beneficiation by composting: chemical characteristics of the compost and efficiency of their humic acids in stimulating the growth of lettuce. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 35811–35820, 2018. DOI: 10.1007/s11356-017-0795-3.

CARDOSO, J. O design industrial como ferramenta para a sustentabilidade: estudo de caso do couro de peixe. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 114, 2010.

CARVALHO, G. D.; CAVALINE, R. B.; AZEVEDO, P. Z. Impactos da covid-19 na cadeia produtiva do pescado: uma breve revisão. In: Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, 1., 2020. Evento online. **Anais**. [s.l.]. 2020.

COSTA, W. M. et al. Aproveitamento de resíduos de pescado: o artesanato com escamas de peixe. **Revista Ciência em Extensão**, v. 12, n. 2, p. 8-17, 2016.

DECKER, A. T. et al. Avaliação dos possíveis impactos ambientais dos resíduos de pescado na localidade de Pelotas/RS. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p.1-10, 2016.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020**. Sustainability in action. Rome. DOI: https://doi.org/10.4060/ca9229en.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022.** Towards Blue Transformation. Rome, FAO. DOI: https://doi.org/10.4060/cc0461en.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018** - Meeting the sustainable development goals. Rome, 227. Disponível: https://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf.

FERNANDES, A. G.; NUNES, F. F. A economia circular na indústria de pescado panorama e desafios para a implantação de sistemas produtivos. **Aquaculture Brasil**, v. 17, p. 76, 2019.

FERREIRA, J. G. et al. Uso do fertilizante organomineral (fertpeixe) para adubação do feijão. **Saber científico**, v. 9, n. 1, p. 112–120, 2020. Disponível em: http://periodicos.saolucas.edu.br/index.php/resc/article/view/1461.

FREDERICK, L. Turning fishery wastes into saleable compost. **BioCycle**, v. 32, n. 9, p. 70-71, 1991.

GARRIDO, E. C. et al. Tecnologias para a Produção de Biofertilizantes: tendências e oportunidades. **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n. 3, p. 665-679, 2019. DOI: https://doi.org/10.9771/cp.v12i3.27298.

GHISELLINI, P. et al. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production,** v. 114, p. 11-32, 2016. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.09.007.

GOVINDASAMY, R. **Farmers Markets: Consumer Trends, Preferences, and Characteristics**, 1998. Link: https://ageconsearch.umn.edu/record/36722/

HAN, W. et al. Composting of waste algae: a review. **Waste Management**, v. 34, p. 1148–1155, 2014. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.01.019.

HESLIN, A. Sustainable agriculture. **Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**, v. 23, p. 807–811, 2015.

ILLERA-VIVES, M. et al. Agronomic assessment of a compost consisting of seaweed and fish waste as an organic fertilizer for organic potato crops. **Journal of Applied Phycology**, v. 29, n. 3, p. 1663-1671, 2017.

ILLERA-VIVES, M. et al. Evaluation of compost from seaweed and fish waste as a fertilizer for horticultural use. **Scientia Horticulturae**, v. 186, p. 101-107, 2015.

KARAK, Tanmoy et al. Evaluation of composts from agricultural wastes with fish pond sediment as bulking agent to improve compost quality. **Clean–Soil, Air, Water**, v. 41, n. 7, p. 711-723, 2013.

LANG, Tim; BARLING, David. Food security and food sustainability: reformulating the debate. **The Geographical Journal**, v. 178, n. 4, p. 313-326, 2012.

LIAO, P. H. et al. Composting of fish wastes in a full-scale invessel system. **Bioresource Technology**, v. 59, p. 163–168, 1997. DOI: 10.1016/S0960-8524(96)00153-8.

LIMA-JÚNIOR, E. M. et al. Innovative Burn Treatment Using Tilapia Skin as a Xenograft: A Phase II Randomized Controlled Trial. **Journal of Burn Care & Research**, v.41, n.3, p.585-592, 2020.

LOPES, I. G. et al. Composting as a strategy to recycle aquatic animal waste: Case study of a research centre in São Paulo State, Brazil. **Waste Management & Research**, v. 37, n. 6, p. 590 - 600, 2019.

LOPES, I. G. et al. Valorization of animal waste from aquaculture through composting: Nutrient recovery and nitrogen mineralization, **Aquaculture**, v. 531, p. 735859, 2021. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2020.735859.

LÓPEZ-MOSQUERA, M. E. et al. Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. **Procedia Environmental Sciences**, v. 9, p. 113–117, 2011.

MACHADO, R. A.; BARBOSA, I. V.; SANTOS, E. M. P. Cadeia produtiva de pescado no Brasil: atualidades e perspectivas futuras. In: BRAGA, D. L. S. (Org.). **Pesquisas e inovações nacionais em engenharias, ciências agrárias, exatas e da terra**. Florianópolis: Instituto Scientia, p. 42-68, 2020.

MCCORMICK, K.; KAUTTO, N. The Bioeconomy in Europe: An Overview. **Sustainability**, v. 5, p. 2589-2608, 2013.

NAYLOR, S. J. et al. The chemical composition of settleable solid fish waste (manure) from commercial rainbow trout farms in Ontario, Canada. **North American Journal of Aquaculture**, v. 61, n. 1, p. 21-26, 1999.

OLIVEIRA, A. S. Eficiência de uso de nitrogênio e produtividade de milho em função da aplicação de biofertilizante com resíduo de pescado e Azospirillum brasilense. 54f. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Estadual do Maranhão, 2016. Link: http://repositorio.uema.br/handle/123456789/201.

OLIVEIRA, D. C. F. et al. Reaproveitamento de resíduos na cadeia agroindustrial do pescado: uma revisão. In: Congresso Internacional da Agroindústria – CIAGRO 2021. Evento online. **Anais**. [s.l.]. 2021.

PACHECO, M. G. F. et al. 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. **Revista Geama**, v. 5, n. 2, p. 43–48, 2019. Disponível em: https://journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/2486.

PEIXE BR. Associação Brasileira de Piscicultura. **Anuário Brasileiro da Piscicultura 2022**. 79p, 2022. Disponível em: https://www.peixebr.com.br/anuario2022.

PINHEIRO, M. L. S. Cadeia produtiva do pescado no estado do Pará: estudo do segmento de distribuição em um empreendimento de captura. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.7, n.2, p. 315-336, 2014. Disponível em: https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/2994.

PINHEIRO, M. L. S. et al. Cadeia produtiva do pescado no estado do Pará: estudo do segmento de distribuição em um empreendimento de captura. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.7,

n.2, p.315-336, mai./ago. 2014. ISSN 1981-9951.

PINTO, B. V. V. et al. The residue of fish and sustainable use in the processing of coproducts. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**, v. 2, n. 2, 2017. DOI: 10.21575/25254790rmmaa2017vol2n2223.

PIRES, D. R. et al. Utilization of waste edible fish: Application and feasibility. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 34 - 46, 2014. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7389661.

PIRIZ, M. et al. Changes in biomass and botanical composition of beach-cast seaweeds in a disturbed coastal area from Argentine Patagonia. **Journal of Applied Phycology**, v. 15, p. 67–74, 2003. DOI: 10.1023/A:1022959005072.

POMPEO, D. A. et al. Revisão integrativa: etapa inicial do processo de validação de diagnóstico de enfermagem. **Acta Paulista de Enfermagem**. v. 22, n. 4, p. 434-438, 2009. DOI: 10.1590/S0103-21002009000400014.

POMPONI, F.; MONCASTER, A. Circular economy for the built environment: A research framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 710-718, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.055.

REGUEIRO, L. et al. Enhanced methane production from pig manure anaerobic digestion using fish and biodiesel wastes as co-substrates. **Bioresource Technology**, v. 123, p. 507-513, 2012.

RIVERO, C. et al. Influence of compost on soil organic matter quality under tropical conditions**.** **Geoderma**, v. 123, p. 355-361, 2004.

SAHOO, U. K. et al. Integrated fish-pig and fish-poultry farming in East Kalcho, Saiha District of Mizoram, North-East India: an economic analysis. **International Journal of Agriculture and Forestry**, v. 5, n. 5, p. 281-286, 2015.

SANES, F. S. M. et al. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1241-1252, mai/jun. 2015. DOI: https://doi.org/10.5433/1679- 0359.2015v36n3p1241.

SANTOS, L. C. et al. Evaluation of a Compost Prepared with Biodegradable Waste from Aquaculture Production. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 53, p. 2778-2788, 2022. DOI: 10.1080/00103624.2022.2093360.

SCHALCH, V. et al. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2002.

SILVA, A. P. et al. Respiração edáfica após aplicação de biofertilizantes em cultivo orgânico de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p. 1251-1254, 2007.

SILVA, F. X. et al. Compostagem segura na utilização de resíduos de pescado com maravalha de pinus e casca de arroz. **Revista Agri-Environmental Sciences**, v. 4, n. 2, p. 24-33, 2018.

SILVA, L. N. Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais. 59p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Unioeste, 2007.

SOARES, C. B. et al. Revisão integrativa: conceitos e métodos utilizados na enfermagem. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 48, n. 2, p. 335-45, 2014.

SOUSA, W. L. et al. Aplicação do composto orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no cultivo do feijão caupi (Vigna unguiculata (L) walp.). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 2, p. 252 – 270, 2016. DOI: 10.5935/1981-2965.20160022.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Integrative review: what is it? How to do it? **Einstein**, v. 8, p. 102-106, 2010. DOI: 10.1590/S1679- 45082010RW1134.

TEODORO, M. S. et al. Use of fish waste in the production of organic compounds for lettuce seedling production. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 26, n. 3, p. 441-449, 2021. DOI: 10.1590/S1413-

415220180172.

TROMBETA, T. D. et al. Productive characterization and analysis of the institutional environment of fish farming in Monte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 5473–5497. DOI: 10.34117/bjdv6n2-010.

TUGIYONO, Tugiyono et al. Utilization of fish waste as fish feed material as an alternative effort to reduce and use waste. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 23, n. 5, p. 701-707, 2020.

VALENTE, B. S. et al. 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. et al. Composting for valuation of marine fish waste. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 4, p. 594-603, 2017. DOI: 10.1590/S1519-99402017000400010.

VALENTE, S. B. et al. Composting of marine fish residues and rice husk. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 2, p. 237–248, 2016. DOI: 10.1590/S1519-99402016000200011.

VELDEN, R. V. D. et al. Closed-loop organic waste management systems for family farmers in Brazil, **Environmental Technology**, v. 43, n. 15, p. 2252- 2269, 2022. DOI: 10.1080/09593330.2021.1871660.

VILELA, W. O. Produção de alface crespa (cultivar cinderela) em diferentes compostos orgânicos. 24f. **Monografia** (Curso de Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde. Rio verde, 2019.

XIMENES, L. J. F.; VIDAL, M. F. Pescado no Brasil: produzir bem e vender melhor. **Caderno Setorial ETENE**. Fortaleza: Banco do Nordeste, ano 3, n. 49, p. 25, 2018.