

PESQUINSUMOS: PRODUÇÃO DE BIOINSUMOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE TAMBAQUI (*COLOSSOMA MACROPOMUM*) EM ITAITUBA, PARÁ, BRASIL

Aline Marculino de Alcântara¹

Matheus Oliveira da Silva²

Kauana Mikaele Batista³

RESUMO: Este artigo teve como objetivo a elaboração de bioinsumos a partir de resíduos de tambaqui (*Colossoma macropomum*), coletados em feiras livres de Itaituba/Pará. Foram elaborados biofertilizante líquido e silagem biológica, no laboratório multidisciplinar do Instituto Federal do Pará, campus Itaituba, para o biofertilizante foram utilizados resíduos de peixe, misturados ao vinagre de álcool e açúcar mascavo, sendo preservados em embalagem fechada, por 28 dias para fermentação, em local protegido de intempéries. Para a silagem biológica foram utilizados repolho, abacaxi, farinha de trigo, sal de cozinha, vinagre e fermento biológico para o preparo do fermento e a mistura também foi preservada em ambiente protegido, por 20 dias, para fermentação. Após esse período, foram acrescentados à mistura, os resíduos de pescado e o recipiente foi lacrado novamente, para mais 15 dias de fermentação. Após, o período de fermentação de ambos os produtos, foram obtidos um biofertilizante líquido e uma silagem biológica apresentando bom aspecto visual, com aparência saudável, sem odor desagradável. Em seguida, foram armazenados em freezer para posterior utilização. Portanto, o estudo oportunizou um novo nicho de mercado em Itaituba, aprimorando técnicas de empreendedorismo rural, promovendo educação ambiental e sustentabilidade na piscicultura, por meio do aproveitamento integral dos resíduos de pescado.

Palavras-chave: Aproveitamento integral. Bioeconomia. Peixes amazônicos.

ABSTRACT: This article aimed to develop bio-inputs from tambaqui (*Colossoma macropomum*) waste collected from open-air markets in Itaituba/Pará. Liquid biofertilizer and biological silage were produced in the multidisciplinary laboratory of the Federal Institute of Pará, Itaituba campus. For the biofertilizer, fish waste was mixed with alcohol vinegar and brown sugar, and preserved in a sealed container for 28 days for fermentation in a place protected from the elements. For the biological silage, cabbage, pineapple, wheat flour, table salt, vinegar, and biological yeast were used to prepare the fermentation, and the mixture was also preserved in a protected environment for 20 days for fermentation. After this period, fish waste was added to the mixture, and the container was sealed again for another 15 days of fermentation. After the fermentation period of both products, a liquid biofertilizer and a biological silage were obtained, presenting a good visual aspect, with a healthy appearance, and without unpleasant odor. They were then stored in a freezer for later use. Therefore, the study created a new market niche in Itaituba, improving rural entrepreneurship techniques, promoting environmental education and sustainability in fish farming, through the full utilization of fish waste.

Keywords: Full utilization. Bioeconomy. Amazonian fish.

¹ Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba, Itaituba, Pará, Brasil.

² Discente do curso de Engenharia Agrônoma do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba, Itaituba, Pará, Brasil.

³ Discente do curso Técnico em Agroecologia Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba, Itaituba, Pará, Brasil.

RESUMEN: Este artículo tuvo como objetivo desarrollar bioinsumos a partir de los desechos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) recolectados en mercados al aire libre de Itaituba/Pará. Se produjo biofertilizante líquido y ensilaje biológico en el laboratorio multidisciplinario del Instituto Federal de Pará, campus de Itaituba. Para el biofertilizante, los desechos de pescado se mezclaron con vinagre de alcohol y azúcar morena, y se conservaron en un recipiente sellado durante 28 días para su fermentación en un lugar protegido de la intemperie. Para el ensilaje biológico, se utilizaron repollo, piña, harina de trigo, sal de mesa, vinagre y levadura biológica para preparar la fermentación, y la mezcla también se conservó en un ambiente protegido durante 20 días para su fermentación. Después de este período, se agregaron desechos de pescado a la mezcla y el recipiente se selló nuevamente para otros 15 días de fermentación. Tras el período de fermentación de ambos productos, se obtuvieron un biofertilizante líquido y un ensilaje biológico, que presentaban un buen aspecto visual, con una apariencia saludable y sin olor desagradable. Posteriormente, se almacenaron en un congelador para su uso posterior. Por lo tanto, el estudio creó un nuevo nicho de mercado en Itaituba, mejorando las técnicas de emprendimiento rural, promoviendo la educación ambiental y la sostenibilidad en la piscicultura, mediante el aprovechamiento integral de los residuos de pescado.

Palabras clave: Aprovechamiento integral. Bioeconomía. Peces amazónicos.

INTRODUÇÃO

A piscicultura é a atividade produtiva que mais cresce no Brasil e o estado do Pará ocupa o 4º lugar no ranking brasileiro na produção de peixes nativos, com 25.000 t, apresentando crescimento de 3,7% em 2025, sendo o tambaqui (*Colossoma macropomum*) a principal espécie produzida, inclusive é um dos principais objetivos do Plano Estadual de Bioeconomia do Estado do Pará: incentivar a aquicultura de espécies amazônicas (PEIXE BR, 2026; SEMAS-PARÁ, 2023).

Há de se saber que com esse aumento na produção, as agroindústrias tendem a gerar mais resíduos orgânicos pós-filetagem. Muitos centros urbanos não dispõem de aterros sanitários ou alternativas sustentáveis para o descarte correto dos resíduos gerados, por isso, estabelecem protocolos internos para gerir os resíduos sólidos produzidos.

Em Itaituba, município do Oeste do Pará, há representantes pescadores, feirantes e empresas que trabalham com beneficiamento do pescado, movimentando a economia local. É uma cidade que também não dispõe de aterro sanitário e sofre com o descarte inadequado de resíduos dessa natureza.

Arelado a esse problema e na tentativa de incentivar o empreendedorismo rural local, a elaboração de bioinsumos a partir desses resíduos de pescado seria uma alternativa que agregaria valor a esse produto, oferecendo ao mercado uma opção mais natural de fertilizante, podendo ser utilizado na agricultura, em jardins, composteiras. Além disso, pode incrementar a renda de

famílias em situação de vulnerabilidade, podendo ter impactos positivos social, ambiental e economicamente.

Diante desse cenário, há a necessidade de buscar alternativas sustentáveis para mitigar esses impactos. Uma das soluções promissoras é a produção de bioinsumos a partir desses resíduos de peixe, como a silagem biológica e o biofertilizante líquido.

MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório multidisciplinar III, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba, em 20 de dezembro de 2024. Para o biofertilizante líquido foram necessários: mangueira de construção, moedor de carne, potes e bacias de plástico, balde de manteiga, fita adesiva, colher, proveta, balança, becker, além dos ingredientes: resíduos de tambaqui, açúcar mascavo, vinagre de álcool e água, na proporção **2:1**, ou seja, duas partes de água para uma parte de resíduos de pescado.

Os resíduos de tambaqui foram obtidos por doação de peixarias da cidade de Itaituba. A elaboração do biofertilizante líquido obedeceu às etapas de pesagem, moagem e mistura dos ingredientes, conforme protocolo estabelecido em Sanes et al., 2013 (Figuras 1A, 1B e 1C).

3

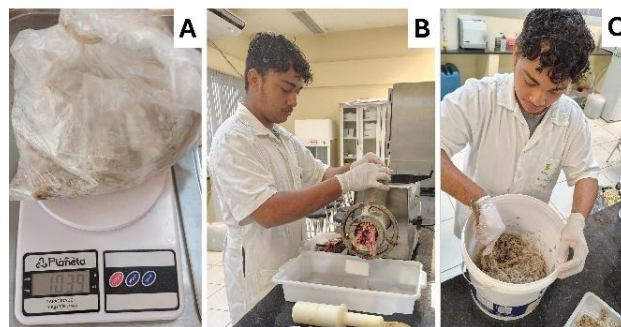


Figura 1: A) Pesagem dos ingredientes. B) Moagem dos resíduos de peixe. C) Mistura dos resíduos de peixe ao açúcar mascavo, água e vinagre de álcool. Fonte: Autores (2024).

Após a mistura dos ingredientes, o preparado foi armazenado em recipientes de plástico e fechados de modo a permitir apenas a passagem de uma mangueira para liberação de gases. A ponta da mangueira foi mergulhada em outro recipiente com água para evitar a entrada de gases no processo de fermentação anaeróbica. O material produzido foi reservado em recipiente lacrado por 28 dias, aberto somente em 17 de janeiro de 2025, para avaliação visual.

Para a elaboração da silagem biológica, os materiais necessários incluíram, além dos resíduos de peixe, também abacaxi, repolho e materiais como liquidificador, recipiente com

tampa e sacolas plásticas. Os resíduos de peixe utilizados foram doados por peixarias locais, enquanto os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local.

A produção da silagem biológica a partir de resíduos de tambaqui seguiu a metodologia utilizada por Yoshioka et al. (2020), que indica duas etapas, uma para a elaboração de um fermento que, posteriormente, será misturado ao resíduo de tambaqui, numa segunda fase.

Fase I: Produção do Fermento

Foram necessários os seguintes ingredientes: 400 g de repolho; 300 g de abacaxi; 170 g de farinha de trigo; 20 g de sal de cozinha; 80 ml de vinagre; 30 g de fermento biológico seco. Além de liquidificador, balança, recipiente com tampa e sacolas plásticas. Para a produção foram pesados o repolho e o abacaxi com a casca. Em seguida, foram cortados em pedaços menores, para facilitar a trituração no liquidificador industrial, até se tornar uma mistura pastosa (Figura 2A, 2B, 2C).



Figura 2: A) Pesagem do repolho. B) Pesagem do abacaxi. C) Ingredientes triturados no liquidificador. Fonte: Autores (2024).

Em seguida foram pesados 170 g de farinha de trigo, 30 g de fermento biológico, 20 g de sal de cozinha e medidos 80 ml de vinagre. Após a pesagem, o material triturado foi colocado em um balde higienizado, que foi usado como recipiente, para fazer a mistura com a farinha de trigo, vinagre e sal, até o ponto de massa homogênea. O recipiente foi fechado, sendo lacrado com uma fita adesiva de alta resistência. Posteriormente coberto com sacolas plásticas e mantido em local protegido de luz e chuva, mantido em repouso até 02/01/2025, em que completou 19 dias de fermentação.

Fase II: Mistura do fermento com os resíduos de tambaqui

No dia 02/01/2025, o recipiente contendo o material fermentado foi aberto, para prosseguir com a segunda fase, de mistura com os resíduos de tambaqui. O recipiente foi novamente lacrado, utilizando a fita adesiva de alta resistência e envolto em sacolas plásticas escuras, para manter

o produto protegido de luz, permanecendo assim por mais 15 dias (Figura 3A, 3B, 3C).



Figura 3: A) Mistura do fermento com resíduos de tabaqui. B) Homogeneização dos ingredientes. C) Vedação do recipiente. Fonte: Autores (2025)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O biofertilizante produzido apresentou bom aspecto visual, odor agradável e consistência líquida, como o esperado. Observou-se que a fermentação ocorreu corretamente, não apresentando vazamento ou qualquer situação que pudesse interferir durante esse processo. Após avaliação visual, o produto foi filtrado e armazenado em garrafas de material termoplástico, do tipo PET (*Polyethylene Terephthalate*) e colocados em congelador para conservar o produto (Figuras 4A, 4B e 4C).

5



Figura 4: A) Abertura do recipiente contendo o biofertilizante. B) Avaliação visual do biofertilizante. C) Embalagem do biofertilizante líquido após filtração. Fonte: Autores (2024).

O biofertilizante, sendo um adubo orgânico líquido que contém organismos e nutrientes (micro e macro), melhora a saúde das plantas, deixando-as mais resistentes ao ataque de pragas

e doenças. O líquido é resultado da fermentação de resíduos orgânicos e nutrientes em água (STUCHI, 2015).

Em se tratando de biofertilizante a partir de resíduos de peixe, outras experiências foram realizadas e relatadas (SOUSA et al., 2024), dentre elas uma incluindo resíduos de peixe, adubo verde e esterco bovino curtido, sendo esse composto classificado como orgânico e aplicado à produção de mudas de alface, apresentou viabilidade, tendo sido preparado durante três meses (TEODORO; PEREIRA; 2021).

Um dos estudos que também utilizou açúcar mascavo, relata a produção de um biofertilizante líquido que fermentou por 60 dias. Nesse caso, o açúcar mascavo foi utilizado como catalisador, aumentando a velocidade do processo de fermentação (SANES et al., 2015), corroborando os resultados encontrados neste estudo, em que a fermentação foi bem-sucedida para o período de 28 dias.

O aproveitamento de resíduos de peixe para elaboração de adubos orgânicos é uma alternativa economicamente viável, ambientalmente favorável e produtivamente expressiva (SOUSA et al., 2024).

Após 15 dias de fermentação da segunda fase, a silagem biológica de resíduos de tabaqui estava pronta e apresentou características compatíveis com o esperado, cor amarelada, textura pastosa e odor ácido agradável, confirmando a eficiência do processo. Essas observações são consistentes com os critérios de qualidade para silagem descritos por Machado (2010), que destacam a importância da fermentação controlada para a estabilidade microbiológica e nutricional do produto (GUIMARÃES et al., 2021).

A silagem biológica desenvolvida a partir de resíduos de tabaqui nesse estudo é do tipo úmida e demonstrou um aspecto visual satisfatório, consistência adequada após 34 dias de fermentação e odor levemente acidificado agradável, corroborando os resultados de Guimarães et al., (2021), que também desenvolveram uma silagem a partir de resíduos de tabaqui.

O uso de fermento elaborado com ingredientes simples e regionais, como abacaxi e repolho, de acordo com Yoshioka et al. (2020), garantiu um meio propício para a acidificação e preservação da silagem. O processo promoveu o reaproveitamento de subprodutos de pescado, demonstrando uma alternativa para mitigação de impactos ambientais da agroindústria do pescado (PINTO et al., 2017).

A silagem biológica resultante é uma alternativa sustentável que agrega valor aos resíduos, reduzindo o desperdício e promovendo a nutrição animal, alinhada com as práticas de

economia circular (RESENDE; CUSTÓDIO, 2024). Sua produção prática e acessível fortalece comunidades locais e incentiva soluções ecológicas no setor pesqueiro.

Torna-se um ingrediente que pode compor a formulação de rações, sendo um alimento de baixo custo e alto valor nutricional para aves, bovinos, ovinos, suínos, peixes e outros animais domésticos (RAMÍREZ RAMÍREZ, 2013). Além disso, pode reduzir os custos das rações, substituindo milho e farelo de soja com preços mais acessíveis (BORGHESI, 2004).

Os desperdícios e resíduos do pescado (cabeças, vísceras, pele, ossos) chegam a representar 70% do total da produção em todo o mundo. Esse aumento na produção vem ocasionando problemas ambientais, visto que em todas as etapas do seu processo produtivo, o setor pesqueiro gera um grande volume de resíduos (COPOLLA et al., 2021).

Todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade são classificados como resíduos sólidos, de acordo com a PNRS – Programa Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (LEI Nº 12.305/2010). Quando não são tratados da maneira correta, podem causar inúmeros problemas ao meio ambiente, impactando o ecossistema negativamente. Pode-se usar como exemplo o decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido em corpos hídricos, por conta de o pescado possuir grande quantidade de material orgânico em sua composição.

A NBR 10004 é uma norma técnica brasileira com a função de estabelecer critérios para classificar os resíduos sólidos, avaliando os riscos ao meio ambiente e ao ser humano. Para os efeitos desta norma, os resíduos são classificados em: classe I – perigosos e classe II – não perigosos. Nos resíduos de classe II, há uma subclassificação: II A – não-inertes e II B – inertes. Os de classe II são os materiais que apresentam uma maior capacidade de implantação de tecnologias voltadas para o reaproveitamento nas agroindústrias (LIMA, 2013)

A partir desses resíduos é possível obter óleo, farinha, concentrado e hidrolisado proteico, silagem, adubo, ração, minerais, artesanato entre outros. Ressalta-se ainda casos em que a pele da tilápia é utilizada para tratamento de queimaduras de alta gravidade (GONÇALVES, 2025).

O Ministério da Agricultura e Pecuária já dispõe do Programa Nacional de Bioinsumos, que visa ao estabelecimento de conceitos e aplicações inovadoras para benefícios sociais e ambientais, além dos econômicos.

Para fins didáticos, tem-se que bioinsumo é o produto, o processo ou a tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas

plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos.

Há os bioinsumos para a produção aquícola que empregam na alimentação, tratamento de doenças e cuja origem e composição atendam à legislação de produção orgânica vigente, bem como às necessidades de promoção e manutenção da saúde animal e de produção sustentável, além da possibilidade de utilizar para a elaboração de biodiesel (BARROS; JARDINE; 2021).

Os peixes, como a principal fonte de pescado, desempenham um papel essencial na alimentação diária da maioria dos brasileiros, principalmente devido à sua vasta disponibilidade e à facilidade de acesso aos locais de pesca. (LOPES et al., 2021). Entretanto, o elevado consumo dessa proteína também gera desafios ambientais significativos, com relação ao volume de resíduos gerados durante agroindustrialização. Esses resíduos incluem vísceras, caudas, colunas vertebrais, nadadeiras, escamas, cabeças e restos de carne, que, geralmente, são descartados de forma inadequada, causando impactos ambientais (RESENDE; CUSTÓDIO, 2024).

A silagem biológica, resultante da fermentação controlada de resíduos orgânicos, tem demonstrado grande eficácia em sua aplicação na nutrição animal e no combate ao desperdício, além de atuar na redução de impactos ambientais (Yoshioka et al., 2020). Esse processo se destaca não apenas pelo aproveitamento dos nutrientes presentes nos resíduos de pescado, mas também por reduzir a dependência de insumos químicos na agropecuária, contribuindo para sistemas de produção mais equilibrados e sustentáveis, promovendo economia circular (REIKE; VERMEULEN; WITJES; 2018).

A produção de silagem biológica se apresenta como uma solução eficiente, especialmente para o reaproveitamento de resíduos de pescado e espécies subutilizadas. Este método utiliza tecnologias simples, gera um produto microbiologicamente estável e fácil de armazenar, além de oferecer um alto valor biológico. Quando adicionada à ração comercial, a silagem biológica pode melhorar significativamente a qualidade nutricional do alimento fornecido aos animais, promovendo melhores resultados zootécnicos (MACHADO, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante disso, a cadeia produtiva do pescado se abre a novas possibilidades de agregar valor aos seus produtos, por meio do aproveitamento integral dos resíduos, que podem ser manufaturados e aproveitados em outros segmentos do agronegócio, tornando assim a atividade

mais atrativa, rentável e sustentável, características cada vez mais desejáveis pelo mercado consumidor.

O biofertilizante líquido, nas condições em que o experimento foi realizado, apresentou-se viável para testes em sistemas produtivos agroecológicos. Entretanto, são necessários estudos complementares para melhor compreensão do processo de ação nas plantas, para determinar a dosagem, a frequência de aplicação e efeitos sobre a produtividade, além da viabilidade financeira.

A silagem biológica elaborada a partir dos resíduos de tambaqui apresentou viabilidade técnica, nas condições em que foi conduzido o experimento. Apresenta-se como uma solução sustentável para o manejo dos subprodutos gerados pela atividade pesqueira, mas também contribui para a nutrição animal, a redução do desperdício e a mitigação de impactos ambientais.

É importante mencionar que os procedimentos para a elaboração desses bioinsumos são simples e podem ser aplicados por qualquer produtor independente do porte, possibilitando uma alternativa viável tecnicamente e economicamente interessante.

No entanto, é essencial realizar estudos mais detalhados e pesquisas complementares que permitam uma compreensão aprofundada sobre o processo de produção e a aplicação na alimentação animal, além de conhecer as propriedades bromatológicas do produto.

Ressalta-se que, além de representar uma alternativa sustentável por reduzir impactos ambientais e promover práticas agroecológicas, esse produto se destaca por sua facilidade de produção e custo acessível, tornando-os uma opção viável para comunidades ribeirinhas.

Portanto, deve-se popularizar técnicas sustentáveis de aproveitamento integral dos resíduos de pescado, para que além de mitigar efeitos da poluição do meio ambiente, também possa agregar valor ao que seria “lixo” e assim, gerar emprego e renda.

As pesquisas complementares podem validar os benefícios desses bioinsumos e subsidiar a exploração de novas possibilidades de aplicações e melhorias nos processos de produção no setor pesqueiro, contribuindo para a sustentabilidade ambiental, e beneficiando agricultores e consumidores que procuram produtos mais ecológicos.

REFERÊNCIAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Classificação de Resíduos Sólidos*. NBR 10004. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/download/category/64legislacao?download=433:nbr-10004>>. Acesso em: 13 mar. 2026.

2. GONÇALVES, A. A. Handling waste from tilapia processing: strategies and solutions. *INFOFISH International*, n. 6, p. 28–30, 2025.
3. BARROS, T. D.; JARDINE, J. G. Biodiesel. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-tecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel>>. Acesso em: 15 mar. 2026.
3. BORGHESI, R. Avaliação físico-química, nutricional e biológica das silagens ácida, biológica e enzimática elaboradas com descarte e resíduo do beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado) – ESALQ-USP, Piracicaba.
4. BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 15 mar. 2026.
5. COPPOLA, D. et al. Fish waste: from problem to valuable resource. *Marine Drugs*, v. 19, n. 2, p. 116, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.3390/md19020116>>.
6. GUIMARÃES, C. C. et al. Aspectos biotecnológicos da silagem biológica de resíduos do tabaqui. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 14, n. 1, p. 205–215, 2021.
7. LIMA, L. K. F. Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado. *Embrapa Pesca e Aquicultura – Documentos*, 2013. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/968518>>. Acesso em: 10 mar. 2026.
8. 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: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735859> (doi.org in Bing).
9. MACHADO, T. M. *Silagem biológica de pescado*. Santos: Instituto de Pesca, 2010. [https://www.researchgate.net/publication/271073872_SILAGEM_BIOLOGICA_DE_PESCA DO](https://www.researchgate.net/publication/271073872_SILAGEM_BIOLOGICA_DE_PESCA_DO) (researchgate.net in Bing). Acesso em: 23 mar. 2025.
10. PEIXE BR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. *Anuário da Piscicultura 2026*. 85 p.
11. PINTO, B. V. V. et al. O resíduo de pescado e o uso sustentável na elaboração de coprodutos. *Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias*, v. 2, n. 2, 2017. Disponível em: <https://revistamundi.com.br/> (revistamundi.com.br in Bing). Acesso em: 10 mar. 2026.
12. RAMÍREZ RAMÍREZ, J. C. et al. Preparation of biological fish silage and its effect on the performance and meat quality characteristics of quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 56, p. 1002–1010, 2013.
13. REIKE, D.; VERMEULEN, W. J. V.; WITJES, S. The circular economy: new or refurbished as CE 3.0? *Resources, Conservation and Recycling*, v. 135, p. 246–264, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>>.

14. RESENDE, A. L. S. S.; CUSTÓDIO, J. G. M. Aproveitamento sustentável de resíduos da piscicultura no Brasil: uma revisão de alternativas ambientais e econômicas. *RevistaFT*, v. 28, n. 138, set. 2024. Disponível em: <<https://revistaft.com.br/aproveitamento-sustentavel-de-residuos-da-piscicultura-no-brasil-uma-revisao-de-alternativas-ambientais-e-economicas/>>. Acesso em: 23 mar. 2025.
15. SANES, F. S. M. et al. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 1241-1252, mai./jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3p1241> (doi.org in Bing).
16. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE – SEMAS – PARÁ. *Plano Estadual de Bioeconomia do Pará – PlanBio Pará*. Belém, 2023. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2022/04/PLANO-ESTADUAL-DE-BIOECONOMIA-DOPAR%C3%81.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2026.
17. SOUSA, S. J. M. et al. Aproveitamento de resíduos de pescado para produção de adubos orgânicos na agricultura: revisão de literatura. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, v. 9, n. 1, p. 1-22, 2024. DOI: <<https://doi.org/10.61164/rmnm.v9i1.2754>>.
18. STUCHI, J. F. *Biofertilizante: um adubo líquido de qualidade que você pode fazer*. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 16 p.
19. TEODORO, M. S.; PEREIRA, A. M. L. Aproveitamento de resíduos de pescado na confecção de composto orgânico para produção de mudas de alface. *Revista Engenharia Ambiental e Sanitária*, v. 26, n. 3, p. 441-449, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1413-415220180172>>.
20. YOSHIOKA, E. T. O. et al. *Elaboração de silagem biológica com coprodutos de peixes*. Macapá: Embrapa Amapá, 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1127797/1/CPAF-AP-2020-COT-160-Silagem-biologica.pdf> (infoteca.cnptia.embrapa.br in Bing). Acesso em: 14 mar. 2026.