PANORAMA CIENTÍFICO SOBRE A VALORIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DE PESCADOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Silva, O. J. A.[1], Magalhães, J. L. C.[1,2], Martins, F. F.[1,2], Lima M.[3]

[1]Discente do curso de pós-graduação pela Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, Brasil (Ordarlei.silva@ufu.br)

[1,2] Discente do curso de pós-graduação pela Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, Brasil

[1,2] Discente do curso de pós-graduação pela Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, Brasil

[3] Docente do curso de pós-graduação pela Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, Brasil

Resumo: Subprodutos de pescados (pele, ossos, vísceras) representam cerca de 40% do peso do peixe capturado, mas são pouco aproveitados. Esta revisão utilizou ferramentas bibliométricas para identificar artigos que tratem de aplicações, como a extração de colágeno (que se destaca como alternativa halal), gelatina e peptídeos bioativos por hidrólise enzimática e fermentação, que sejam opções promissoras para agregar valor econômico, fazer o aproveitamento e reduzir o desperdício desses subprodutos.

Palavras-chave: pescado; subprodutos; colágeno; proteínas; gelatina.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população, cresce também a demanda e a produção de alimentos. Esta cadeia produtiva engloba diversas atividades, desde o cultivo de culturas vegetais e a criação de animais de corte, como também o processamento de alimentos realizado nas indústrias. Como resultado, uma parte dessa produção é composta pelos subprodutos, partes vegetais ou animais, muitas vezes descartadas ou consideradas de baixo valor econômico (Álvarez-Castillo et al., 2021; Lee et al., 2021).

No entanto, com a crescente busca pela redução de custos de produção pelas empresas, o aproveitamento desses subprodutos se tornou foco de diversas pesquisas, seja para seu aproveitamento integral, ou para extração de biocompostos como peptídeos bioativos, açúcares fermentáveis, polifenóis e compostos valiosos para a síntese de bioprodutos (Bou et al., 2025; Faria et al., 2023).

O mercado de pescados produz uma grande quantidade de resíduos incluindo cabeças, pele, vísceras, carcaças, aparas de filé, entre outros. Nos peixes, cerca de 40% do seu peso total de captura é considerado subproduto, sendo que apenas 25% são aproveitados, tendo como principal destino a produção de óleo de peixe ou então a produção de itens de baixo valor agregado, sendo que o restante dos subprodutos costuma ser descartado (Gaikwad e Kim, 2024; Nurilmala et al., 2022).

Em comparação, outros subprodutos animais, como os de bovinos e de aves, apresentam aplicabilidade como fontes alternativas para obtenção de biocompostos como proteínas, colágeno ou então em aplicações diretas como produção de farinha de carne, utilizada nas formulações de ração animal e *pet foods* (Erickson et al., 2019).

A nível mundial, considerando uma das vias de aproveitamento de subprodutos como as farinhas e os óleos e gorduras de origem animal, dados da Associação Brasileira de Reciclagem Animal (ABRA) mostram que o Brasil ocupa a terceira posição na exportação de gorduras oriundas de animais terrestres (372.309 t), a quarta posição na exportação de farinha de carne de animais terrestres (303.872 t). Por outro lado, o Brasil possui a modesta 16ª posição na exportação de farinhas de pescado e a 17ª posição (4.023 t) na exportação de óleos de pescado (ABRA, 2024). Este cenário demonstra maior necessidade de se olhar para esta cadeia produtiva e entender o potencial para a exploração de outros possíveis subprodutos gerados e que possuem potencial de aproveitamento com valor agregado. Com isso, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão da literatura a respeito da síntese das aplicações e da utilização para o aproveitamento de subprodutos de pescados, visando avaliar quais as discussões abordadas nas pesquisas dos últimos cinco anos com relação a esse tema, quais foram os avanços obtidos e quais os desafios enfrentados utilizando a análise bibliométrica como ferramenta.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na base de dados *Web of Science Collection* (WOS), utilizando as seguintes palavras-chave: *by-products* e *fish*, utilizando o método de busca *topic search*, reunindo artigos pela ocorrência dos termos pesquisados nos títulos, resumos, palavras-chave e palavras-chave do autor.

A busca por artigos contemplou todos os tipos, tanto de revisão quanto experimentais, publicados nos últimos cinco anos (2022 - 2026), visando identificar e reunir os temas mais abordados atualmente sobre o aproveitamento de resíduos de pescado. A pesquisa resultou em um total de 312 artigos, compondo, assim, a base de dados para discussão.

A partir dos artigos selecionados, foi realizada uma análise bibliométrica utilizando o Biblioshiny (interface do pacote bibliometrix em R) e o *VOSviewer*, para levantar maiores informações sobre os artigos e de como estão divididos dentro do tema central da pesquisa, além de identificar assuntos relacionados, buscando responder o seguinte questionamento: "como os subprodutos de pescados podem ser aproveitados?"

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Bibliométrica

A análise bibliométrica no *VOSviewer* organizou palavras-chave que apareceram pelo menos 5 vezes na base de dados, sendo que 25 palavras-chave foram identificadas a partir desse critério. A Figura 1 apresenta a rede montada pelo VOSviewer, mostrando, através das ligações, quais palavras se relacionam entre si através dos artigos.

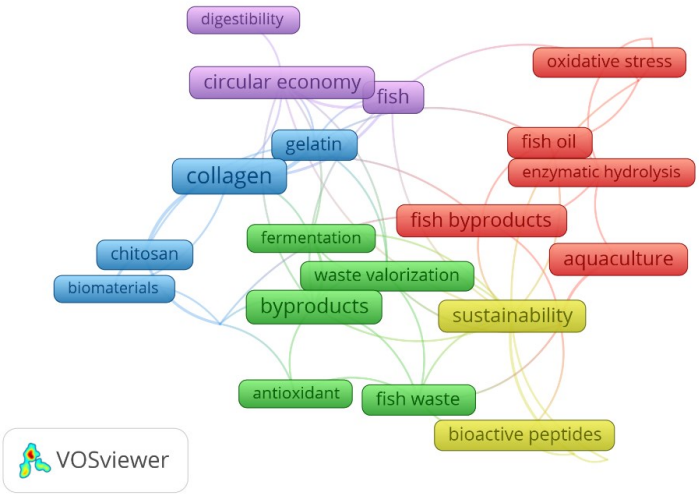


Figura 1. Correlação entre as palavras-chave da base de dados.

A partir dessa rede de palavras, foi possível observar cinco principais agrupamentos representados pelas diferentes tonalidades, o que indica que essas palavras frequentemente são citadas em conjunto nesses artigos. O agrupamento azul demonstra que alguns termos podem indicar aplicações para os subprodutos de interesse, como, por exemplo, colágeno, gelatina, quitosana e biomateriais. Essa conexão entre colágeno e gelatina sugere grande interesse na extração e modificação dessas proteínas estruturais a partir de resíduos de peixes. O artigo de Jain et al. (2025) apresenta a interface da aplicação de quitosana e gelatina em conjunto no desenvolvimento de filmes biológicos, servindo de exemplo para essa relação apresentada sobre quitosana, gelatina e colágeno. O agrupamento verde demonstra também que os estudos buscam foco em estratégias biotecnológicas para aproveitamento dos resíduos ao indicar as palavras fermentação, valorização de resíduos, resíduos de peixe, subprodutos e antioxidantes. O agrupamento vermelho pode estar associado à obtenção de compostos bioativos por hidrólise enzimática, especialmente peptídeos e frações lipídicas oriundas de resíduos do pescado. O agrupamento amarelo demonstra que a obtenção de proteína e peptídeos bioativos a partir dos resíduos do pescado, consiste em uma estratégia que contribui para a sustentabilidade dessa cadeia produtiva. A valorização dos subprodutos de peixe é mostrada no artigo de Kuo et al. (2025), no qual usaram a fermentação desse material para produzir hidrolisados proteicos com características bioativas, mostrando a relação que esses três agrupamentos podem ter entre si. Por fim, o agrupamento roxo contempla também a digestibilidade, que está associada a propriedades nutricionais e funcionais desses subprodutos, associando o aproveitamento desse material à economia circular, como mostrado por Libonatti et al. (2023), que falam da fermentação de resíduos de peixe

para produção de silagem, integrando o aproveitamento de resíduos à alimentação de animais.

A análise da rede integrada demonstra as principais aplicações focadas nesses estudos, como a obtenção de proteína, peptídeos bioativos, antioxidantes e quitosana, além de óleo de peixe, uma aplicação conhecida e citada anteriormente. Também é possível visualizar alguns processos como fermentação e hidrólise enzimática, relacionados aos produtos citados, podendo ser os meios utilizados para se obter esses biocompostos a partir dos subprodutos. No trabalho de Wang et al. (2026) foram apresentados diversos processos, como fermentação, hidrólise, uso de ultrassom, micro-ondas, entre outros, que estudaram suas aplicações para obtenção de biocompostos em subprodutos animais. Soladoye et al. (2025) também citaram o uso de hidrólise enzimática para extração de proteínas a partir de resíduos de carne.

Através do Biblioshiny foi possível fazer um levantamento sobre informações da publicação dos artigos. A Figura 2 apresenta por quais periódicos os artigos estão distribuídos e a sua quantidade, enquanto a Figura 3 apresenta os artigos mais citados dentro da base de dados utilizada.

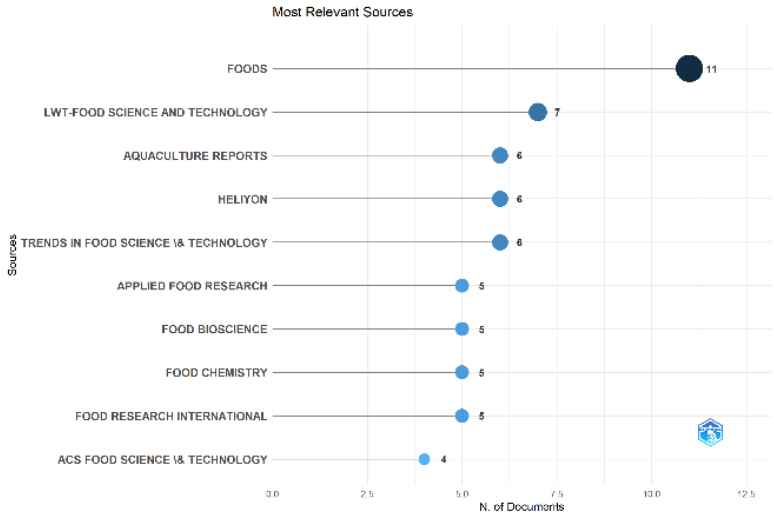


Figura 2. Número de publicações por periódico.

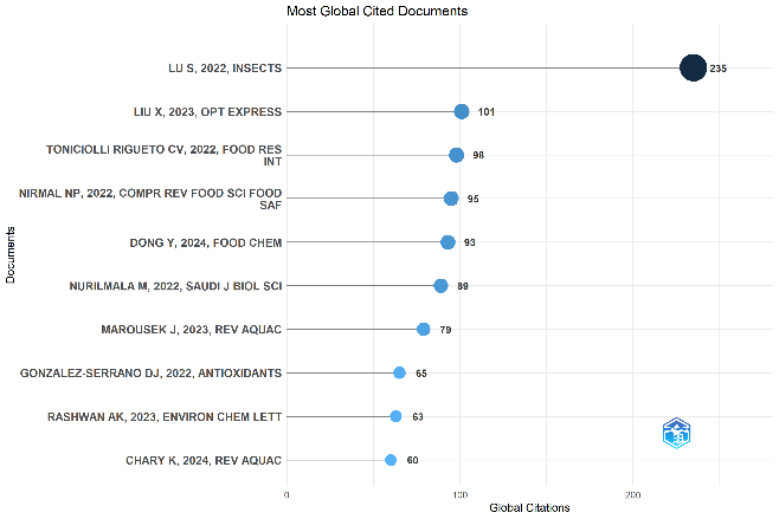


Figura 3. Artigos mais citados.

Com essas informações é possível montar uma base para centralizar a leitura de artigos. Percebe-se que esse assunto é mais discutido em periódicos que tratam de ciência e tecnologia de alimentos (8 dos 10 periódicos), sendo que apresenta um potencial de aproveitamento de fontes alternativas de biocompostos para a área. A revista *Foods* apresentou o maior acervo dentro da base de dados (11 publicações), seguida pela *Food Science and Technology* (7 publicações), sendo boas fontes para aprofundar a pesquisa e representando potenciais locais para publicação de novos estudos nessa área. A revista *Aquaculture Reports* tem foco em produção

aquícola, manejo, espécies cultivadas e sustentabilidade de sistemas aquáticos, sendo interessante para encontrar dados relacionados à aquicultura. Por fim, a *Heliyon* aceita trabalhos de diversas ciências, podendo ter artigos interessantes na área de interesse desse trabalho, podendo ser uma literatura mais multidisciplinar.

Analisando os dois artigos mais citados, trabalhos como de Lu et al. (2022) e de Liu et al. (2023) não se encaixam na ideia central do nosso tema, visto que esses trabalhos trazem aplicações do aproveitamento de subprodutos e fontes alternativas de proteínas, mas não estando relacionados com subprodutos de pescados. Enquanto os trabalhos de Rigueto et al. (2022), Nirmal et al. (2022) e de Nurilmala et al. (2022) servem de ponto de partida para a discussão deste trabalho, estando relacionados ao tema base definido.

Estratégias encontradas para valorização dos subprodutos de pescado

Nirmal et al. (2022) apresentam informações sobre hidrolisados proteicos de partes de peixes ricos em proteínas. Hidrolisados proteicos são frações ricas em proteínas, e os provenientes de peixe apresentam peptídeos bioativos que apresentam diversas atividades biológicas como antioxidantes e antimicrobianos. Esses autores reforçam que a indústria de processamento de pescado tem como principais fontes de proteína os músculos (principal parte comestível), pele e outros subprodutos. O músculo possui aproximadamente 17% a 22% (p/p) de teor proteico. Comparativamente, subprodutos de pescados como pele, osso, cabeça, barbatana, escama e vísceras são ricos em proteínas, variando seu teor proteico de 8% a 35%, sendo utilizados na obtenção de hidrolisados proteicos bioativos, podendo servir de substituinte ao músculo, que poderia então ser direcionado ao consumo humano em maior quantidade.

A obtenção de hidrolisados proteicos pode ser feita por diversos métodos. A hidrólise química com reagentes ácidos ou alcalinos é uma das mais comuns, devido aos baixos custos envolvidos e à maior velocidade de obtenção. A fermentação também pode ser utilizada, através da incubação de microrganismos específicos que secretam enzimas capazes de metabolizar os componentes proteicos presentes nos resíduos do peixe para gerar peptídeos bioativos. Outra opção, só que com um custo mais elevado, é a hidrólise enzimática, que utiliza enzimas proteolíticas para quebrar ligações peptídicas de cadeias proteicas (Espinales et al., 2023).

O colágeno marinho, derivado de resíduos do processamento de pescado, possui baixo custo de produção e múltiplos benefícios para a saúde, sendo aplicado nas indústrias cosméticas e alimentícias (Espinales et al., 2023). A pele de peixe pode ser considerada uma boa fonte para obtenção desse colágeno, visto que camadas de epiderme e derme, também contêm colágeno, além de uma grande quantidade de células adiposas cujos limites também contêm colágeno (Nurilmala et al, 2022).

Para a extração de colágeno desses subprodutos, podem ser utilizadas diversas técnicas como a solubilização em ácido, hidrólise enzimática, extração por ultrassom, extração com solvente eutético profundo e extração com fluido supercrítico. A solubilização em ácido é uma das técnicas mais utilizadas, proporcionando bom rendimento e sendo de baixo custo. Em comparação, a hidrólise enzimática também apresenta ótimos rendimentos, porém é uma técnica extremamente cara, pelo uso de enzimas (Gaikwad e Kim, 2024).

O colágeno obtido de peixes pode ser uma alternativa às fontes mais comuns de colágeno, como a bovina e a suína, principalmente em relação ao seu uso por pessoas de diferentes religiões. Os alimentos *halal* (que significa “permitido de acordo com os preceitos islâmicos") formam um mercado com regras rígidas quanto à origem do produto, sendo que produtos suínos e derivados são absolutamente proibidos para as comunidades muçulmanas. Com isso, o colágeno de peixes ganha espaço nesse mercado, podendo atender aos requisitos muçulmanos em termos de halal (Gaikwad e Kim, 2024; Nurilmala et al., 2022).

Os principais obstáculos para utilização de colágeno de peixes são suas baixas temperaturas de fusão e desnaturação, começando entre 25 e 30 °C. Existem casos como o do bacalhau-do-Atlântico em que essa temperatura é em torno de 16 °C. Isso ocorre em decorrência do tipo de *habitat* em que esses animais vivem, geralmente em temperaturas de 5 a 20 °C; com isso, o colágeno de peixes é otimizado para funcionar nessas condições. É importante falar da composição de aminoácidos do colágeno de pescado, geralmente apresentando menor teor de prolina e hidroxiprolina em comparação com fontes mamíferas, o que está diretamente relacionado à sua menor estabilidade térmica, visto que a prolina impõe rigidez estrutural à cadeia polipeptídica e a hidroxiprolina tem participação nas ligações de hidrogênio (Gaikwad e Kim, 2024).

A partir da desnaturação do colágeno, inclusive o obtido de subprodutos de pescados; se obtém outro produto, a gelatina. Além da sua utilização na alimentação humana, na qual pode enfrentar problemas devido ao sabor e odor residuais, a gelatina também pode ser aplicada em filmes, atribuindo características interessantes para esse mercado, como a capacidade de formar filmes transparentes, tornando-se uma excelente opção para obtenção de filmes comestíveis. As propriedades da gelatina

dependem da espécie e da parte do peixe da qual o colágeno foi extraído. As propriedades reológicas, como a força do gel, viscosidade, ponto de fusão e gelificação são importantes de serem considerados para avaliar possíveis aplicações do filme(Dong et al., 2023; Rigueto et al., 2022).

CONCLUSÃO

A utilização dos subprodutos de pescados colabora com o aumento do aproveitamento da matéria-prima cárnea, reduzindo cada vez mais o desperdício.

Foram encontrados avanços na extração de biocompostos (colágeno e proteínas) desses resíduos, bem em suas aplicações como em biofilmes. Para o colágeno e obtenção de hidrolisados proteicos, a técnica de solubilização ácida apresenta bons resultados e baixo custo, sendo frequentemente citada em artigos sobre colágeno animal..

Além disso, o uso de diferentes fontes gera produtos com diferentes características, o que representa grandes oportunidades de pesquisa e exploração principalmente dos peptídeos bioativos, suas aplicações e características.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa para realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

Abra. Anuário ABRA: setor de reciclagem animal. Associação Brasileira de Reciclagem Animal, 2024.

Álvarez-Castillo, E. et al. Proteins from Agri-Food Industrial Biowastes or Co-Products and Their Applications as Green Materials. Foods, v. 10, p. 981, 2021.

Bou, R. et al. Advancing the valorisation of meat co-products in food, pet food, and biomedicine applications. Waste Management, v. 204, 2025.

Dong, Q. et al. Development of electrospun fish gelatin film containing lauroyl arginate ethyl and its application in large yellow croaker (Pseudosciaena crocea) preservation. Food Control, v. 153, 2023.

Erickson, A. et al. Microbiological evaluation of pork offal products collected from processing facilities in a major United States pork-producing region. Journal of Swine Health and Production, v. 27, p. 34–38, 2019.

Espinales, c. et al. Collagen, protein hydrolysates and chitin from by-products of fish and shellfish: An overview. Heliyon, v. 9, 2023.

Fadda, M. et al. Hydrophobic and water resistant fish leather: a fully sustainable combination of discarded biomass and by-products of the food industry. Green Chemistry, v. 26, 542-555, 2024.

Faria, D.J. et al. Valorization of Fermented Food Wastes and Byproducts: Bioactive and Valuable Compounds, Bioproduct Synthesis, and Applications. Fermentation, v. 9, p. 920, 2023.

Gaikwad, S.; Kim, M.J. Fish By-Product Collagen Extraction Using Different Methods and Their Application. Marine Drugs, v. 22, p. 60, 2024.

Jain, A. et al. Sustainable development of chitosan-gelatin composite films for food packaging using crude chitosan extracted from American lobster (Homarus americanus) shell waste. Carbohydrate Polymer Technologies and Applications, v. 10, 2025.Kuo, C.C. et al. Sustainable valorization of fish byproducts and acid whey through lactic acid bacteria fermentation into bioactive hydrolysates. Sustainable Food Technology, v. 3, 2025.

Lee, J. et al. Bioprinting of Collagen: Considerations, Potentials, and Applications. Macromolecular Bioscience, v. 21, 2021.

Libonatti, C.C. et al. Fish waste silage, a green process for low feedstock availability. A Review. Agronomía Mesoamericana, v. 34, 2023.

Liu, X. et al. Plasmonic sensor based on offset-splicing and waist-expanded taper using multicore fiber for detection of Aflatoxins B1 in critical sectors. Optics Express, v. 31, p. 4783-4802, 2023.

Lu, S. et al. Nutritional Composition of Black Soldier Fly Larvae (Hermetia illucens L.) and Its Potential Uses as Alternative Protein Sources in Animal Diets: A Review. Insects, v. 13, p. 831, 2022.

Nirmal, N.P. et al. Valorization of fish byproducts: Sources to end-product applications of bioactive protein hydrolysate. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v. 21, p. 1803–1842, 2022.

Nurilmala, M. et al. Fish skin as a biomaterial for halal collagen and gelatina. Saudi Journal of Biological Sciences, v. 29, p. 1100-1110, 2022.

Rigueto, C.V.T. et al. Gelatin films from wastes: A review of production, characterization, and application trends in food preservation and agriculture. Food Research International, v. 162, 2022.

Soladoye, O.P. et al. Recent Advances in Protein Extraction Techniques for Meat Secondary Streams. Sustainability, v. 17, p. 5110, 2025.

Wang, J. et al. Research progress on extraction methods, bioactivity, and food industry applications of collagen from livestock and poultry slaughter by-products: a review. Journal of Food Measurement and Characterization, v. 20, p. 3965–3978, 2026.