Valorização de subprodutos de pescado aquícola e amazônico para obtenção de colágeno e compostos bioativos

Ana Beatriz Costa de Freitas[1]; Antonio Gefersson Lopes da Silva[2]; Edna Rodrigues Barroso[3]; Laissa de Souza Amatsakio[4]; Sheila Patrícia Araújo de Paula[5]; Dilma Lúcia Lira dos Santos[6]; Alexandre Júnior Quemel Pedroso[7]; Regina Lúcia Bezerra Cardoso[8]; Lian Valente Brandão[9]

[1,9]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará-IFPA, Campus Castanhal

RESUMO

O estudo revisa o aproveitamento de subprodutos do pescado, como pele e escamas de tilápia, tambaqui e pirarucu, para extração de colágeno e compostos bioativos. Os resultados mostram maior eficiência na obtenção de colágeno tipo I em escamas inteiras, evidenciando que excessiva trituração reduz o rendimento. Conclui-se que esses resíduos podem gerar produtos de alto valor agregado, fortalecendo a bioeconomia circular e reduzindo impactos ambientais na cadeia produtiva do pescado.

Palavras-chave: colágeno; subprodutos do pescado; bioeconomia circular; espécies amazônicas; inovação biotecnológica

INTRODUÇÃO

A geração global de resíduos orgânicos da pesca ultrapassa 35 milhões de toneladas anualmente, representando perda econômica significativa e passivo ambiental severo (ROUT et al. 2025). A transformação desses subprodutos em biomateriais de alto valor agregado constitui estratégia central para a bioeconomia circular contemporânea. Essa dinâmica assume contornos particulares na região amazônica, onde a cadeia produtiva do pescado gera volumes expressivos de pele e escamas sem aproveitamento industrial adequado (BARAI et al. 2025).

No contexto amazônico, espécies como o tambaqui e o pirarucu sustentam a segurança alimentar e a economia local com produção crescente. Segundo Barai et al. (2025), as escamas dessas espécies apresentam viabilidade técnica comprovada para extração de colágeno tipo I ácido-solúvel. O potencial biotecnológico desses resíduos contrasta com a ausência de infraestrutura para processamento em larga escala, limitando a agregação de valor à cadeia regional (XIE et al. 2026).

Aplicações biomédicas e veterinárias demonstram eficácia superior no uso de peles de tilápia como biocurativos para queimaduras e feridas abertas. Lira (2026) reporta redução de 42% nos custos finais de tratamento devido à menor frequência de trocas de curativos e aceleração da reepitelização. Tais propriedades funcionais estendem-se à medicina veterinária, promovendo adesão ao leito da ferida e analgesia imediata em animais (SILVA et al. 2025).

Contudo, a padronização do biomaterial enfrenta barreiras metodológicas críticas relacionadas à origem e ao pré-tratamento dos resíduos. Vaz (2022) identificou variações significativas no teor de umidade entre colágenos extraídos de tilápias de rio e de tanque, comprometendo a reprodutibilidade. Dados recentes corroboram essa instabilidade, indicando que a preservação estrutural das escamas influencia diretamente o rendimento da extração (BARAI et al. 2025; VAZ, 2022).

METODOLOGIA

Esta revisão narrativa teve como objetivo sistemizar o conhecimento disponível sobre a extração de colágeno de subprodutos do pescado permitindo uma ampla discussão teórica, embora não tenham sido aplicados protocolos rígidos de seleção como as revisões sistemáticas (ROTHER, 2007). A abordagem adotada priorizou a síntese crítica de evidências disponíveis na literatura recente. Tal procedimento garante profundidade analítica sem a restrição excessiva de critérios de inclusão (SNYDER, 2019).

A revisão foi organizada a partir de uma definição prévia dos descritores, das bases consultadas e dos critérios de seleção dos trabalhos, de modo a tornar o processo mais claro e consistente. Esse planejamento metodológico buscou reduzir escolhas aleatórias durante a busca e dar maior transparência à construção da análise, seguindo recomendações gerais para revisões científicas (PAUL et al., 2021). Após essa etapa, a seleção dos estudos foi direcionada ao tema central do trabalho, com foco em tecnologias e aplicações voltadas ao aproveitamento de resíduos aquícolas para obtenção de colágeno e compostos bioativos.

Foram analisados 8 trabalhos publicados entre 2021 e 2026, selecionados pelo alinhamento ao objetivo deste estudo. Este período justifica-se pelo surgimento e expansão de novas técnicas de bioeconomia circular na atualidade. A seleção contemplou pesquisas que discutem o aproveitamento de subprodutos do pescado como fonte de colágeno e compostos bioativos. Houve ênfase na valorização de resíduos de espécies aquícolas e amazônicas, como tilápia, tambaqui e pirarucu.

A busca foi conduzida nas bases de dados SciELO, Google Acadêmico e PubMed, reconhecidas pela cobertura em ciências agrárias e saúde. Foram utilizados operadores booleanos AND e OR para cruzar termos como "colágeno", "subprodutos de pescado" e "bioeconomia". A combinação desses termos permitiu filtrar artigos que atendem especificamente à pergunta norteadora da investigação. Estudos que não abordavam diretamente a extração ou aplicação do biopolímero foram retirados da amostragem final.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Viabilidade técnica e propriedades funcionais do colágeno de espécies amazônicas e de cultivo

A extração de colágeno tipo I a partir de escamas e peles de pescado demonstra alta eficiência quando preservada a integridade estrutural da matéria-prima antes do processamento químico. Barai et al. (2025) observaram que escamas inteiras de tambaqui e pirarucu renderam maiores quantidades de colágeno ácido-solúvel comparado às amostras trituradas previamente. Esse resultado indica que a ruptura mecânica excessiva pode comprometer a recuperação do biopolímero, contrariando a lógica comum de aumento de superfície de contato para extração. A manutenção da matriz orgânica original parece facilitar a solubilização seletiva das fibras colagênicas sem degradação prematura.

Por outro lado, a origem do cultivo exerce influência direta nas características físico-químicas finais do biomaterial obtido em laboratório. Vaz (2022) relatou diferenças significativas no teor de umidade entre colágenos extraídos de tilápias de tanque e de rio, sendo as primeiras mais higroscópicas. Tal variação exige ajustes nos protocolos de secagem e armazenamento para garantir a estabilidade do produto final destinado à indústria. Enquanto isso, Oikonomou e Vareltzis (2026) reforçam que colágenos de peixes de água quente, como a tilápia, possuem maior estabilidade térmica que os de águas frias. Essa propriedade amplia o leque de aplicações alimentícias, permitindo uso em processos que envolvem moderado aquecimento sem perda funcional imediata.

A capacidade de formação de gel constitui outro parâmetro crítico para a aplicação industrial desses hidrolisados em formulações farmacêuticas e alimentícias. Xie et al. (2026) demonstraram que peptídeos de colágeno da pele de tilápia formam quelatos estáveis com cálcio, potencializando a absorção mineral em modelos osteoblásticos. A estrutura molecular desses peptídeos favorece a ligação iônica, criando complexos que resistem à digestão gástrica inicial e liberam nutrientes no intestino. Rout et al. (2025) corroboram essa visão ao afirmar que resíduos de pescado oferecem amplo potencial nutracêutico, desde que submetidos a tecnologias de extração adequadas. A combinação entre alta pureza e funcionalidade biológica torna esses subprodutos superiores a fontes sintéticas convencionais no mercado atual.

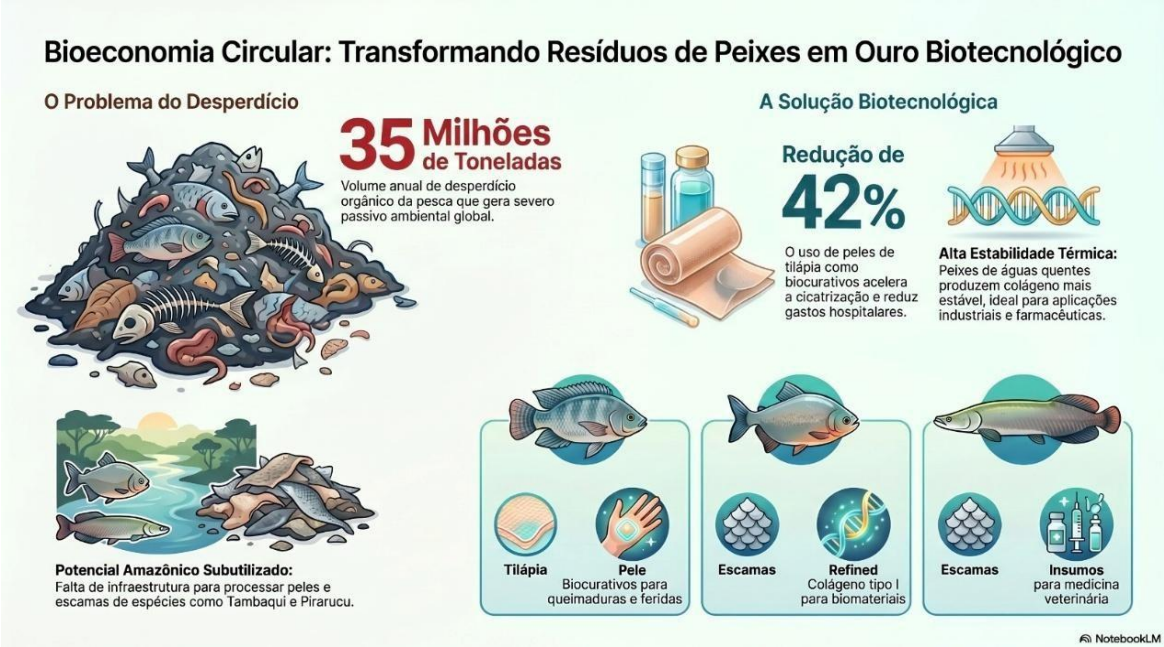
3.2 Aplicações biomédicas veterinárias e humanas na promoção da cicatrização e bioeconomia circular

O emprego da pele de tilápia como biocurativo acelera consistentemente a reepitelização de feridas e reduz a percepção de dor em pacientes humanos e animais. Lira (2026) documentou economia estimada em 42% nos custos totais de tratamento de queimaduras ao utilizar esse xenoenxerto em comparação aos curativos tradicionais de prata. A matriz de colágeno atua como barreira física contra infecções enquanto mantém o leito da ferida úmido, condição ideal para a migração celular. Silva et al. (2025) confirmam esses benefícios na medicina veterinária, onde a adesão do biomaterial diminui a frequência de trocas de curativo e o estresse animal. A redução na manipulação da lesão interrompe menos o processo inflamatório natural, otimizando a regeneração tecidual acelerada.

Além da eficácia clínica, a valorização desses resíduos insere-se estrategicamente no conceito de bioeconomia circular global. Braga et al. (2021) destacam que o aproveitamento de subprodutos transforma passivos ambientais em ativos econômicos de alto valor agregado para a cadeia produtiva. A transformação de escamas e peles, usualmente descartadas, em insumos médicos reduz a carga orgânica lançada em corpos hídricos próximos aos frigoríficos. Rout et al. (2025) alertam, contudo, que a escalabilidade desse modelo depende do desenvolvimento de tecnologias capazes de processar grandes volumes de forma ambientalmente amigável. Métodos atuais muitas vezes geram efluentes químicos que exigem tratamento oneroso, limitando a adoção por pequenas indústrias pesqueiras regionais.

Apesar dos resultados promissores, persistem lacunas metodológicas quanto à padronização dos protocolos de extração e fixação do biomaterial in vivo. A ausência de estudos controlados sobre respostas imunológicas específicas em larga escala impede a generalização imediata para todos os tipos de lesões cutâneas. Barai et al. (2025) e Vaz (2022) evidenciam que variações no pré-tratamento alteram o rendimento, sugerindo necessidade de normas técnicas rígidas para produção industrial. Futuras pesquisas devem focar na otimização de métodos de esterilização que não desnaturem as proteínas ativas do colágeno nativo. A superação dessas barreiras técnicas consolidará o colágeno de pescado como alternativa viável e sustentável frente aos materiais bovinos e suínos.

SEMANA DE INTEGRAÇÃO EM CIÊNCIA, ARTE E TECNOLOGIA



Fonte: Elaboração própria, com apoio da ferramenta NotebookLM para organização visual e síntese gráfica, adaptado de Barai et al. (2025), Braga et al. (2021), Lira et al. (2026), Oikonomou e Vareltzis (2026), Rout et al. (2025), Vaz (2022), Xie et al. (2026) e Silva et al. (2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pele e as escamas de tilápia, tambaqui e pirarucu fornecem colágeno tipo I estável para aplicações biomédicas e alimentícias. Esse aproveitamento transforma resíduos aquícolas em produtos de alto valor, alinhando inovação biotecnológica à bioeconomia circular. A redução de impactos ambientais ocorre mediante a conversão de subprodutos em materiais que aceleram a cicatrização de feridas.

A contribuição central reside na validação técnica dessas rotas de valorização para cadeias produtivas regionais. Persiste a carência de protocolos padronizados sobre respostas imunológicas e fixação de biomateriais em larga escala. Futuras investigações devem priorizar o desenvolvimento de tecnologias adequadas ao tratamento de grandes volumes de resíduos.

REFERÊNCIAS

BARAI, A. A.; INHAMUNS, A. J.; NÓBREGA, T. C.; GUIMARÃES, C. C.; MOURÃO, L. D. S.; SOUZA, A. F. L. de; PONTES, F. B.; FARIAS, F. D. F.; MENDES, J. M.; RUFINO, J. P. F.; OLIVEIRA, A. T. de. Extraction of collagen from by-products of Amazonian fish tambaqui, Colossoma macropomum and pirarucu Arapaima gigas. *Applied Food Research*, v. 5, n. 1, p. 100720, 2025. DOI: 10.1016/j.afres.2025.100720.

BRAGA, V. A. F.; ROQUE, A. J. B.; QUEIROZ, I.; SILVA, L. A.; ROQUE, M. H. G.; SOUZA, M. F. A. R. de; SILVA, P. C. A. e; NUNES, M. R.. Benefícios do uso da pele de tilápia para o tratamento de queimaduras: revisão integrativa de literatura / Benefits os using tilapia skin for the treatment of burns: an integrative literatura review. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 4, n. 6, p. 29328-29341, 2021. DOI: 10.34119/bjhrv4n6-460.

LIRA, J. V. B.; PIERIN, A. R. W.; MATSUBARA, N. K.. Pele de tilápia no tratamento de queimaduras: uma revisão de literatura acerca de perspectivas e efeitos sobre a cicatrização. *Revita Scientia*, v. 11, n. 5, p. 139-155, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.19334328.

OIKONOMOU, G.; VARELTZIS, P.. Cold-water versus warm-water fish collagen (Type I): Comparative functional properties and implications for food industry applications. *Applied Food Research*, v. 6, n. 1, p. 102068, 2026. DOI: 10.1016/j.afres.2026.102068.

PAUL, J. et al. Scientific procedures and rationales for systematic literature reviews (SPAR-4-SLR). *International Journal of Consumer Studies*, v. 45, n. 4, p. 1-16, 2021. DOI: 10.1111/ijcs.12695.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática × revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 20, n. 2, p. v-vi, 2007.

ROUT, R. K.; SIVARANJANI, S.; PUJA, N.; SINGH, S. M.; KUMAR, T. D.; T, J. J.; RAO, P.. Valorization of fish wastes and by-products towards green circular bio-economy. *Next Research*, v. 2, n. 4, p. 101037, 2025. DOI: 10.1016/j.nexres.2025.101037.

SILVA, F. M.; SANTOS, A. F. dos; NUNES, E. D. O.; SILVA, E. R. da; FERREIRA, M. E. D. B.; SILVA, N. da; SILVA, V. B. da. O uso da pele de tilápia como biocurativo na medicina veterinária. *STUDIES IN ENVIRONMENTAL AND ANIMAL SCIENCES*, v. 6, n. 3, p. e19929, 2025. DOI: 10.54020/seasv6n3-001.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: an overview and guidelines. *Journal of Business Research*, v. 104, p. 333-339, 2019. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.

XIE, X.; ZHANG, M.; HUANG, C.; WANG, J.; DING, Q.; XIONG, Y.; TU, Z.; ZHANG, L.. Tilapia skin collagen peptides-calcium chelates:Structural characterization, stability, in vitro and in vivo anti-osteoporosis mechanism. *Food Research International*, v. 227, p. 118328, 2026. DOI: 10.1016/j.foodres.2026.118328.

SEMANA DE INTEGRAÇÃO EM CIÊNCIA, ARTE E TECNOLOGIA