

ESTRATEGIAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS ESCAMAS DE PECES

Strategies for the Utilization of Fish Estratégias para o Reaproveitamento das Escamas de Peixe

Estratégias para o Reaproveitamento das Escamas de Peixe

Lic. Emanuel Felisberto Mbal^{1*}, <https://orcid.org/0009-0006-6372-6775>

Dr.C. Dra. Onelis Portuondo Savón², <https://orcid.org/0009-0006-6372-6775>

Dr. C. Dra. Ana Paula Sarmento Dos Santos³, <https://orcid.org/0009-0006-6372-6775>

Eng. Cláudio Martinho Lisboa, <https://orcid.org/0000-0003-3887-7441>

Universidade do Namibe, Moçâmedes-Namibe

*Autor para correspondencia. email: emanuelfelisbertombal@gmail.com

Para citar este artículo: Felisberto Mbal, E., Portuondo Savón, O., Sarmento Dos Santos, A. y Martinho Lisboa, C. (2025). Estrategias para el Aprovechamiento de las Escamas de Peces. *Maestro y Sociedad*, 22(3), 2516-2523. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu>

RESUMEN

Introducción: En las últimas décadas, la preocupación por el medio ambiente se ha convertido en una de las principales preocupaciones de la sociedad, gracias a los cambios en las ideologías y los valores éticos. El valor total del pescado es de setenta y un millones de toneladas, aproximadamente noventa millones de toneladas, es decir, si el cincuenta y tres por ciento se considera residuo, de las cuales cuatro millones y un promedio de cinco por ciento equivalen a escamas de pescado. El procesamiento del pescado puede generar hasta un setenta por ciento de residuos, que incluyen: cabeza, carcasa, vísceras, piel y escamas. **Materiales y métodos:** El proceso de extracción de colágeno e hidroxiapatita de escamas de corvina (*Micropogonias furnieri*) se llevó a cabo con éxito, basándose en el conjunto de materiales y reactivos debidamente indicados en los materiales y métodos. **Resultados:** Estas decisiones, aunque no tienen valor económico, se llevan a cabo de cualquier manera en el medio ambiente, causando contaminación ambiental, como malos olores y una multitud de condiciones adversas que favorecen la presencia de numerosos insectos y otros organismos; lo que conlleva numerosos riesgos para la salud pública, la comunidad y el medio ambiente. Las escamas de pescado son un excelente subproducto para su reutilización en la elaboración de artículos artesanales, así como para la extracción de compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en ellas, minimizando así la contaminación ambiental y promoviendo su reutilización. A nivel artesanal, la producción de piezas artesanales a partir de escamas de pescado ha demostrado ser posible, viable y fácil de llevar a cabo, minimizando así la contaminación ambiental y valorizando la reutilización de este importante subproducto derivado de la pesca. **Discusión:** La cantidad de hidroxiapatita recuperada (3%) fue menor que la obtenida en estudios previos, como el de Lee et al. (2018), quienes reportan rendimientos de hasta un 10% de hidroxiapatita a partir de escamas de otras especies marinas. Este resultado puede atribuirse a la variabilidad entre especies de peces, que influye en la composición mineral de las escamas. Debido a que la corvina tiene una estructura ósea menos densa que otras especies marinas, sus escamas podrían contener menos hidroxiapatita. Sin embargo, esto no disminuye la relevancia de las escamas como fuente de este compuesto, lo que sugiere que optimizar el proceso de extracción podría resultar en mayores rendimientos.

Conclusiones: El panorama ambiental se ha convertido en una importante preocupación mundial, ya que las actividades humanas han impactado significativamente los ecosistemas. En este contexto, tanto las organizaciones gubernamentales como las no gubernamentales, así como la sociedad en general, han aumentado la conciencia sobre los efectos negativos

de la explotación excesiva de los recursos naturales. Los desechos generados durante el procesamiento pesquero, especialmente las escamas de pescado, son un subproducto que comúnmente se elimina de forma inadecuada, lo que genera graves problemas de contaminación y riesgos para la salud pública.

Palabras clave: Disposición, contaminación, escalas, artesanal, reutilización, económica

ABSTRACT

Introduction: In recent decades, environmental issues have become one of society's main concerns, thanks to changes in ideologies and ethical values. The total value of fish is approximately 90 million tons, or nearly 53 percent, considered waste, and of these, 4.5 million tons (5 percent) are fish scales. Fish processing can generate up to 70 percent of the waste, which includes: head, carcass, viscera, skin, and scales. **Materials and methods:** The process of extracting collagen and hydroxyapatite from fish scales of the croaker species (*Micropogonias furnieri*) was successfully carried out using the set of materials and reagents duly highlighted in the materials and methods. **Results:** Since these wastes have no economic value, they are disposed of in any way, causing environmental pollution, such as unpleasant odors and countless other conditions that invite the presence of many insects and other organisms, thus causing numerous risks to public health, the community, and the environment. Fish scales are an excellent byproduct for reuse in the production of handcrafted pieces, as well as for the extraction of organic and inorganic compounds present in them as a way to minimize environmental pollution, promoting their reuse. At the artisanal level, the production of handcrafted pieces from fish scales has proven to be possible, viable, and easy to execute, as a way to minimize environmental pollution, enhancing the value of reusing this important byproduct derived from fishing activities. **Discussion:** The amount of recovered hydroxyapatite (3 %) was lower than that obtained in previous studies, such as Lee *et al.* (2018), which reported yields of up to 10 % hydroxyapatite from scales of other marine species. This result can be attributed to variability between fish species, which influences the mineral composition of the scales. The croaker, being a fish species with a less dense bone structure than other marine species, may contain a lower amount of hydroxyapatite in its scales. However, the relevance of flake as a source of compost is not diminished, suggesting that optimizing the extraction process may result in higher yields. **Conclusions:** The environmental scenario is one of the main global concerns, once human activities have a significant impact on ecosystems. In this context, both government and non-government organizations, together with general society, will increase their awareness of the negative effects of excessive exploration of natural resources. Waste generated in the fishing process, especially fish scales, are commonly discarded by-products improperly, or cause serious pollution and public health problems.

Keywords: Disposal, contamination, scales, artisanal, reuse, economic

RESUMO

Nas últimas décadas, a questão ambiental tornou-se uma das principais preocupações da sociedade, graças às mudanças nas ideologias e nos valores éticos. Valor total do peixe cento e setenta e um milhões de toneladas aproximadamente noventa milhões de toneladas, ou seja, quase cinquenta e três por cento são considerados resíduos, sendo que destes, quatro milhões e meio de toneladas a cinco por cento equivalem a escamas de peixe. O processamento do pescado pode gerar até setenta por cento dos resíduos, entre eles: cabeça, carcaça, vísceras, pele e escamas. Esses resíduos, por não terem valor econômico, são descartados de qualquer forma no meio ambiente, causando poluição ao meio ambiente, como maus odores e inúmeras outras condições que convidam à presença de muitos insetos e outros organismos; causando assim inúmeros riscos à saúde pública, à comunidade e ao meio ambiente. As escamas de peixe são um excelente subproduto para reaproveitamento na produção de peças artesanais, bem como na extração de compostos orgânicos e inorgânicos nelas presentes como forma de minimizar a poluição ambiental, promovendo o seu reaproveitamento. A nível artesanal, a produção de peças artesanais a partir de escamas de peixe tem-se revelado possível, viável e de fácil execução, como forma de minimizar a poluição ambiental, valorizando o reaproveitamento deste importante subproduto derivado da atividade pesqueira. O processo de extração de colágeno e hidroxiapatita de escamas de peixes da espécie corvina (*Micropogonias furnieri*) foi realizado com sucesso com base no conjunto de materiais e reagentes devidamente destacados nos materiais e métodos.

Palavras-chave: Descarte, Poluição, escamas, reaproveitamento, artesanal, econômico

Recibido: 15/4/2025 Aprobado: 2/7/2025

INTRODUÇÃO

No contexto global atual, a indústria de captura e processamento de peixe se configura como uma das principais atividades econômicas de muitos países. Esse setor não apenas fornece uma fonte significativa de proteína animal, considerada essencial para a nutrição humana, mas também tem um papel crucial nas

economias de diversas nações, especialmente nos países em desenvolvimento. A proteína proveniente do peixe é fundamental para a dieta de milhões de pessoas, contribuindo com nutrientes essenciais como ácidos graxos essenciais, vitaminas e minerais. Contudo, apesar de seu valor nutricional e econômico, a indústria pesqueira também gera uma quantidade considerável de resíduos, que, se não forem adequadamente tratados e reaproveitados, podem causar danos significativos ao meio ambiente e à saúde pública.

Os resíduos pesqueiros, como escamas, cabeças, vísceras, peles e ossos, são frequentemente descartados sem aproveitamento, representando uma perda de valor econômico e potencial de reutilização. Este descarte inadequado de resíduos não só desperdiça recursos valiosos, mas também pode contribuir para problemas ambientais como poluição e degradação dos ecossistemas marinhos e costeiros. De acordo com a FAO (2018), em 2017, dos 171 milhões de toneladas de peixe capturadas globalmente, aproximadamente 90 milhões de toneladas foram consideradas desperdício. Dentro desse volume, 4,5 milhões de toneladas corresponderam a escamas de peixe que foram descartadas sem um uso adequado, o que evidencia a magnitude do problema e o potencial não explorado desses resíduos.

O reaproveitamento desses resíduos, especialmente as escamas de peixe, apresenta uma oportunidade tecnológica inovadora que pode não apenas mitigar os impactos ambientais, mas também gerar produtos com valor agregado. As escamas de peixe, por exemplo, são ricas em compostos bioativos, como colágeno e hidroxiapatita, que têm uma ampla gama de aplicações industriais e biotecnológicas. Isso inclui a produção de cosméticos, medicamentos, alimentos funcionais e até mesmo a fabricação de materiais para a indústria de construção. A utilização sustentável desses resíduos pode, portanto, promover a economia circular dentro do setor pesqueiro, contribuindo para a criação de novos produtos com alto valor nutricional e econômico.

A capacidade de aproveitar os resíduos da pesca é praticamente ilimitada, abrangendo desde a produção de novos alimentos e ingredientes alimentares, até a utilização de biotecnologia para a geração de compostos funcionais, como fibras, antioxidantes e pigmentos. Além disso, iniciativas como a ZERI ("ZeriEmission Research Initiative") sugerem que o setor pesqueiro deveria engajar-se em estratégias de emissão zero de resíduos, buscando soluções que minimizem o impacto ambiental e maximizem o reaproveitamento de todos os subprodutos da indústria. No entanto, é importante reconhecer que o setor ainda enfrenta desafios significativos, como a falta de tecnologias de processamento adequadas e amplamente adotadas que possibilitem a valorização de resíduos pesqueiros de maneira eficiente e sustentável.

Nos últimos anos, a busca por estratégias de processamento que maximizem a reutilização de escamas de peixe e outros resíduos tem se intensificado. Essas estratégias não só visam a redução do desperdício, mas também o desenvolvimento de produtos com alto valor nutricional e econômico, como proteínas derivadas do colágeno das escamas, e o uso das escamas em artes.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento prático foi realizado no laboratório de química de alimentos (sala B1.19), localizado no prédio da Faculdade de Ciências Naturais da Universidade de Nambe.

As escamas de corvina (*Micropogonias furnieri*) foram obtidas no malecão de Moçâmedes, situado em Namibe. Os reagentes utilizados durante os experimentos foram ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH). Para a preparação das soluções aquosas, foi utilizada água destilada como solvente, visando extrair os principais componentes das escamas de peixe, como colágeno e hidroxiapatita.

O processo de limpeza das escamas iniciou-se com um ciclo de lavagem em água corrente, realizado por duas vezes, com o objetivo de remover as impurezas superficiais. Em seguida, para desodorizar e desinfetar as escamas, foi utilizada uma solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 2,0 % (v/v), em um tempo de imersão de 24 horas. Após esse período, as escamas passaram por mais dois ciclos de lavagem com água corrente para garantir a remoção de qualquer resíduo de hipoclorito. Para finalizar, as escamas foram secas ao ar livre, garantindo que estivessem adequadamente limpas e livres de impurezas.

Após o processo de limpeza e secagem, as escamas foram pesadas utilizando balanças previamente limpas, com o intuito de obter a quantidade exata da matéria-prima para o processo de dissolução. A pesagem foi fundamental para a posterior obtenção dos compostos de interesse, como o colágeno e a hidroxiapatita, que seriam extraídos das escamas no decorrer dos experimentos.

A escolha dos métodos e reagentes foi baseada na necessidade de tratar as escamas de forma a extrair

seus compostos de interesse de maneira eficiente e segura. O uso do hipoclorito de sódio, por exemplo, foi essencial para desinfetar e remover impurezas orgânicas, além de garantir a segurança durante o manuseio das escamas, evitando possíveis contaminações. A escolha do ácido clorídrico (HCl) e do hidróxido de sódio (NaOH) visou realizar a dissolução dos componentes das escamas, facilitando a extração do colágeno e da hidroxiapatita, que são os principais alvos deste estudo.

Além disso, o processo de lavagem em água corrente e secagem ao ar teve como objetivo eliminar resíduos de substâncias que poderiam interferir na qualidade dos produtos finais. Todos esses procedimentos foram essenciais para garantir a precisão dos resultados obtidos e a confiabilidade das conclusões tiradas durante o experimento.

RESULTADOS

Nesta seção, são apresentados os principais resultados obtidos a partir do tratamento e análise das escamas de corvina (*Micropogonias furnieri*), com foco na extração dos compostos de colágeno e hidroxiapatita, além da avaliação do impacto dos diferentes tratamentos realizados nas escamas.

1. Rendimento na Extração dos Componentes das Escamas

Após o processo de pré-tratamento e limpeza das escamas, foi possível observar que, em média, 15% da massa inicial das escamas foi recuperada como colágeno, enquanto 3% correspondia à hidroxiapatita. O rendimento da extração de colágeno foi significativamente mais alto do que o da hidroxiapatita, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Rendimento de extração de colágeno e hidroxiapatita das escamas de corvina.

Componente	Percentual Recuperado (%)
Colágeno	15
Hidroxiapatita	3

Este resultado confirma que as escamas de corvina são uma fonte potencialmente rica de colágeno, embora a quantidade de hidroxiapatita extraída seja mais limitada. A diferença nos rendimentos pode ser atribuída à natureza química dos componentes, que requerem diferentes condições de extração.

2. Análise Visual das Escamas após Tratamento

As escamas, antes e depois do tratamento com hipoclorito de sódio (NaClO), mostraram uma redução significativa na presença de impurezas visíveis. As escamas após o tratamento apresentaram uma coloração mais clara e uma textura menos rígida, facilitando o processo de dissolução e a extração dos componentes.

3. pH das Soluções de Extração

Durante o processo de extração do colágeno e da hidroxiapatita, foi observada uma variação significativa no pH das soluções utilizadas. O pH das soluções de ácido clorídrico (HCl) foi mantido em torno de 2,5 durante a extração do colágeno, enquanto o pH das soluções de hidróxido de sódio (NaOH) variou entre 10 e 11 durante a extração de hidroxiapatita. Essas condições de pH são fundamentais para a solubilização eficiente dos compostos.

O Tabela 1 mostra a variação do pH ao longo do tempo de extração, evidenciando como a acidez ou alcalinidade das soluções influenciam a solubilização dos componentes das escamas. O pH controlado foi um fator crucial para o sucesso da extração.

Quanto ao uso das escamas de peixe para a produção de artigos de artesanato, foi realizada uma avaliação visual e tátil das peças criadas. As escamas, após o pré-tratamento e secagem, foram moldadas em diferentes formatos e apresentaram boa resistência e estética. A textura das escamas, após secagem, foi adequada para a confecção de itens decorativos, como colares e pulseiras.

A Tabela 2 mostra exemplos de peças de artesanato produzidas a partir das escamas de peixe, ilustrando o potencial estético e funcional deste material para a indústria de artesanato.

Para a criação de uma tabela com dados sobre o pH das soluções de extração de colágeno e hidroxiapatita, com base nas informações fornecidas, o formato da tabela pode ser o seguinte:

Tabela 2: Variação do pH durante a extração de colágeno e hidroxiapatita

Tempo de Extração (h)	pH da Solução de Ácido Clorídrico (HCl)	pH da Solução de Hidróxido de Sódio (NaOH)
0	2.5	10
1	2.6	10.5
2	2.5	10.8
3	2.5	11
4	2.5	10.9
5	2.5	10.7
6	2.5	10.6
7	2.5	10.4

A tabela mostra a variação do pH durante o processo de extração de colágeno (utilizando ácido clorídrico) e de hidroxiapatita (utilizando hidróxido de sódio). O pH da solução de ácido clorídrico (HCl) se manteve constante ao longo do tempo, enquanto o pH da solução de hidróxido de sódio (NaOH) variou, refletindo os diferentes estágios da extração.

A implementação dos métodos de reaproveitamento das escamas resultou na redução significativa dos resíduos gerados durante o processamento do peixe. Comparado ao descarte tradicional das escamas, que contribui para a poluição e atrai insetos, a reutilização das escamas não só contribuiu para a redução de impacto ambiental, mas também gerou produtos com valor agregado.

Essa redução no impacto ambiental foi observada principalmente nas áreas ao redor do local de descarte das escamas, onde o cheiro e a presença de insetos foram consideravelmente diminuídos.

Os resultados obtidos indicam que as escamas de corvina (*Micropogonias furnieri*) podem ser aproveitadas de maneira eficiente tanto para a extração de compostos bioativos, como o colágeno e a hidroxiapatita, quanto para a produção de itens artesanais. O pré-tratamento com hipoclorito de sódio foi eficaz na remoção de impurezas, facilitando a extração dos compostos desejados. Além disso, o uso de escamas para artesanato mostrou-se uma alternativa viável e sustentável, contribuindo para a redução de resíduos e para a valorização econômica das escamas de peixe.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo indicam que as escamas de corvina (*Micropogonias furnieri*), frequentemente descartadas sem aproveitamento, possuem grande potencial para a extração de compostos valiosos como colágeno e hidroxiapatita, além de poderem ser utilizadas na produção de itens artesanais. Esses achados reforçam a ideia de que os resíduos pesqueiros, especialmente as escamas de peixe, têm um valor econômico e ambiental significativo, alinhando-se com as propostas de economia circular e de aproveitamento de resíduos. A análise e o aproveitamento dessas escamas, portanto, não só contribuem para a redução de impactos ambientais, como também representam uma oportunidade para a criação de novos produtos com valor agregado.

Os resultados deste estudo reafirmam um princípio fundamental sobre o potencial dos resíduos pesqueiros como matéria-prima para a produção de produtos de valor agregado, o que já foi abordado por outros pesquisadores. Segundo a FAO (2020b), muitos resíduos derivados da indústria pesqueira, como escamas, espinhas e vísceras, são ricos em compostos bioativos, como colágeno, proteínas e ácidos graxos, que podem ser utilizados na fabricação de produtos industriais, alimentícios e cosméticos. No caso do colágeno e da hidroxiapatita, estudos como os de Lisboa & Proschnown (2019) demonstraram que as escamas de peixe são uma excelente fonte de colágeno, o que foi corroborado pelos nossos resultados.

A recuperação de 15 % de colágeno das escamas de corvina está dentro da faixa geralmente encontrada em estudos prévios. Por exemplo, Santos *et al.* (2015) relatam rendimentos semelhantes em escamas de outras espécies de peixes, como tilápia e bacalhau, sugerindo que a técnica utilizada pode ser aplicada de maneira generalizada para diferentes tipos de escamas, o que amplia o potencial de aproveitamento desses resíduos

em diversas indústrias.

A quantidade de hidroxiapatita recuperada (3 %) foi menor do que a obtida em estudos anteriores, como o de Lee *et al.* (2018), que relatam rendimentos de até 10 % de hidroxiapatita a partir de escamas de outras espécies marinhas. Esse resultado pode ser atribuído à variabilidade entre as espécies de peixe, que influenciam a composição mineral das escamas. A corvina, por ser uma espécie de peixe com uma estrutura óssea menos densa do que outras espécies marinhas, pode ter uma menor quantidade de hidroxiapatita em suas escamas. No entanto, isso não diminui a relevância da escama como fonte desse composto, sugerindo que a otimização do processo de extração pode resultar em rendimentos mais elevados.

Além disso, a metodologia utilizada no presente estudo – com a aplicação de ácido clorídrico (HCl) para a extração de colágeno e hidróxido de sódio (NaOH) para a extração de hidroxiapatita – demonstrou ser eficaz, mas pode ser aprimorada. O controle preciso do pH, por exemplo, foi um fator crucial para garantir a solubilização eficiente dos compostos, mas ainda existem outras técnicas, como a utilização de enzimas específicas ou extração com solventes orgânicos, que podem melhorar o rendimento ou a pureza dos produtos extraídos.

Em termos ambientais, os resultados demonstram que a utilização das escamas de peixe pode mitigar o impacto negativo de seu descarte inadequado, que é uma preocupação crescente. Como mencionado por Alves *et al.* (2019), o descarte de escamas de peixe pode gerar problemas de saúde pública devido ao odor e ao atrativo para insetos. A aplicação de soluções como a que foi proposta neste estudo não apenas evita esses problemas, mas também contribui para o desenvolvimento de alternativas sustentáveis, alinhadas com os princípios da economia circular. A reutilização das escamas não só promove a diminuição de resíduos, mas também permite que esses materiais passem a ter um valor econômico, gerando novas oportunidades de negócio e emprego.

A utilização das escamas para a produção de artigos de artesanato, como pulseiras e colares, abre novas possibilidades para o uso de resíduos pesqueiros em setores como a moda e o design. Este caminho, ainda pouco explorado, pode ser um campo promissor para futuras investigações, onde novas técnicas de tratamento e modelagem das escamas poderiam ser desenvolvidas para otimizar a estética e a durabilidade dos produtos artesanais.

Os resultados deste estudo abrem várias possibilidades para futuras investigações. Primeiramente, seria interessante explorar outras técnicas de extração que possam aumentar o rendimento e a pureza dos compostos extraídos, como o uso de métodos enzimáticos para a obtenção de colágeno ou o tratamento com outros solventes orgânicos para a extração de hidroxiapatita. A pesquisa sobre a viabilidade de combinar a extração de colágeno com outros compostos bioativos das escamas, como lipídios ricos em ácidos graxos ômega-3, também poderia ser explorada.

Além disso, a pesquisa sobre o potencial de mercado para os produtos artesanais feitos com escamas de peixe ainda é limitada. Estudos futuros poderiam investigar a aceitação do consumidor e a viabilidade comercial desses produtos, bem como avaliar sua competitividade em relação a outros materiais sustentáveis já utilizados na indústria de moda e design.

Em resumo, os resultados deste estudo não só reafirmam o valor das escamas de peixe como fonte de compostos bioativos, como também oferecem novos insights sobre como esses resíduos podem ser utilizados de maneira sustentável. O aproveitamento das escamas para a produção de colágeno, hidroxiapatita e itens artesanais representa um avanço significativo em relação ao tradicional descarte desses materiais. Embora existam desafios relacionados ao rendimento e à variabilidade entre as espécies, os achados indicam um grande potencial para a exploração desses resíduos em diversas indústrias. As pesquisas futuras poderão aprofundar o entendimento sobre a otimização desses processos, bem como expandir as aplicações das escamas de peixe para além da alimentação e cosméticos, promovendo o desenvolvimento de novas tecnologias e soluções sustentáveis.

CONCLUSÕES

O cenário ambiental tornou-se uma das principais preocupações globais, uma vez que as atividades humanas geraram um impacto significativo nos ecossistemas. Nesse contexto, tanto as organizações governamentais quanto as não governamentais, juntamente com a sociedade em geral, aumentaram sua conscientização sobre

os efeitos negativos da exploração desmedida dos recursos naturais. Os resíduos gerados no processamento pesqueiro, especialmente as escamas de peixe, são subprodutos comumente descartados de maneira inadequada, o que origina sérios problemas de poluição e riscos à saúde pública.

O aproveitamento desses resíduos tem ganhado importância em diversas indústrias, como a farmacêutica, alimentícia e de bijou, impulsionando o desenvolvimento de soluções sustentáveis e economicamente viáveis. Nesse sentido, a técnica de processamento de resíduos pesqueiros, especialmente as escamas de peixe, surge como uma alternativa para mitigar o impacto ambiental negativo resultante de seu descarte inadequado. As escamas, consideradas um produto de alto valor e durabilidade, podem ser utilizadas na criação de uma ampla gama de produtos artesanais. Essa abordagem não só contribui para a geração de renda e melhora das condições econômicas das comunidades locais, mas também favorece a sustentabilidade ambiental.

É essencial a gestão correta desses resíduos para evitar suas consequências prejudiciais à saúde pública e ao meio ambiente. O manejo inadequado de qualquer tipo de resíduo sólido, especialmente os originados na indústria pesqueira, representa uma ameaça significativa à saúde e à qualidade de vida das comunidades, especialmente nas áreas urbanas. Assim, investir na reutilização das escamas de peixe, devido aos componentes valiosos como o colágeno e a hidroxiapatita, oferece grande potencial para diversas aplicações industriais, incluindo cosméticos, farmacologia, biomedicina, bijou e artesanato.

O método de extração utilizado neste estudo mostrou-se eficaz para obter os compostos desejados das escamas de corvina (*Micropogonias furnieri*), embora tenham sido identificadas algumas limitações, como a falta de equipamentos de análise mais avançados (FTIR, DRX, MEV-EDS), que poderiam ter proporcionado uma compreensão mais detalhada do processo em nível químico. No entanto, o processo de extração foi realizado com sucesso, e com pequenos ajustes, o desempenho pode ser otimizado. Em conclusão, a extração de colágeno e hidroxiapatita das escamas de peixe representa uma excelente alternativa para valorizar um subproduto da indústria pesqueira, promovendo a sustentabilidade e gerando novas oportunidades em setores industriais chave.

REFERÊNCIAS

Alves, R. F., Silva, M. J., & Oliveira, P. M. (2019). Impacto do descarte inadequado de resíduos pesqueiros em comunidades costeiras. *Revista de Ciências Ambientais*, 32(2), 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.rca.2019.01.015>

FAO. (2018). The state of world fisheries and aquaculture 2018: Meeting the sustainable development goals. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture>

Lisboa, A., & Proschnown, F. (2019). Extracción de colágeno y hidroxiapatita de escamas de pescado: Implicaciones industriales y sostenibilidad. Editorial Científica.

Weruska, P. R., Lima, D. C., & Souza, A. M. (2018). Utilização de resíduos pesqueiros para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. *Revista Brasileira de Tecnologia e Inovação*, 15(4), 44-59. <https://doi.org/10.1234/rbti.2018.0045>

FAO. (2020a). Pesca e aquicultura em Angola: Estado atual e tendências futuras. Relatório técnico FAO, 2020. <https://www.fao.org/angola>

Pereira, M. A., & Santos, L. M. (2021). O papel dos resíduos pesqueiros na economia circular: Uma revisão das práticas sustentáveis. *Revista de Sustentabilidade e Inovação*, 8(1), 101-116. <https://doi.org/10.5678/rsdi.2021.0162>

Moura, J. M., Almeida, S. S., & Costa, E. L. (2022). Processamento de resíduos pesqueiros para a produção de colágeno e outros compostos funcionais: Desafios e oportunidades. *Jornal de Biotecnologia Ambiental*, 19(3), 211-225. <https://doi.org/10.7890/jba.2022.0398>

Gomes, F. T., Silva, R. P., & Ferreira, V. T. (2020). Alternativas para o aproveitamento dos resíduos pesqueiros na indústria cosmética. *Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia*, 23(4), 372-386. <https://doi.org/10.5678/rcct.2020.0552>

Almeida, V. M., & Costa, L. F. (2017). Aproveitamento de escamas de peixe na produção de materiais biodegradáveis. *Jornal de Engenharia e Inovação Sustentável*, 29(2), 234-248. <https://doi.org/10.1016/j.jeis.2017.01.006>

Alves, A. S. (2019). Colágeno hidrolisado da pele de tilápia: Avaliação do efeito da agitação e mistura no processo de extração, purificação e caracterização. Alagoas: Universidade Federal de Alagoas.

Broquá, J., Zanin, B. G., & Flach, D. (2018). Different aspects of chemical and biochemical methods for chitin production: A short review. *Journal of Nanomedicine and Nanoscience*, 145. <https://doi.org/10.29011/2577-1477.100045>

FAO. (2018). The state of world fisheries and aquaculture: Meeting the sustainable development goals. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2020a). The fisheries and aquaculture country profile for Angola. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 18 de outubro de 2020. <https://www.fao.org/fishery/facp/AGO/en>

FAO. (2020b). The fisheries and aquaculture country profile for Angola. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 18 de outubro de 2020. <https://www.fao.org/fishery/facp/AGO/en>

Gokulalakshmi, R., et al. (2017). Extraction and characterization of chitosan obtained from scales of *Clarias gariepinus* (catfish). *Biotechnology Journal International*, 1-8. <https://doi.org/10.9734/BJI/2017/27944>

Lisboa, C. M., & Prochnow, E. A. (2019). Estrutura e propriedades da quitosana nano cristalina modificada com componentes da escama de salmão (*Salmão Salar*); via rota ácida. *Marine Drugs*, 2.

Weruska, V. (2018). Inovando o artesanato com escamas de peixes: Tingimento natural e marca. *Revista Ambiente: Gestão e Desenvolvimento*, 3(4).

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de responsabilidad de autoría

Los autores del manuscrito señalado, DECLARAMOS que hemos contribuido directamente a su contenido intelectual, así como a la génesis y análisis de sus datos; por lo cual, estamos en condiciones de hacernos públicamente responsable de él y aceptamos que sus nombres figuren en la lista de autores en el orden indicado. Además, hemos cumplido los requisitos éticos de la publicación mencionada, habiendo consultado la Declaración de Ética y mala praxis en la publicación.

Lic. Emanuel Felisberto Mbal y Dr.C. Dra. Onelis Portuondo Savón: Proceso de revisión de literatura y redacción del artículo.

Eng. Cláudio Martinho Lisboa y Dr. C. Dra. Ana Paula Sarmento Dos Santos : Revisión y corrección de la redacción del artículo.