REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

# PROTEÍNA DE PESCADO: APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

# FISH PROTEIN: TECHNOLOGICAL APPLICATIONS

# PROTEÍNA DE PESCADO: APLICACIONES TECNOLÓGICAS

**Ana Luiza de Souza Miranda**
Mestre em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Brasil
E-mail: anasouzam94@gmail.com

**Diana Carla Fernandes Oliveira**
Doutora em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Brasil
E-mail: diana_zootecnista@yahoo.com.br

**Maria Emília de Sousa Gomes**
Doutora em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Brasil
E-mail: maria.emilia@ufla.br

**Alcinéia de Lemos Souza Ramos**
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Brasil
E-mail: alcineia@ufla.br

## Resumo

A proteína de pescado tem se destacado como um ingrediente de elevado interesse tecnológico e nutricional para a indústria, em razão de sua alta digestibilidade, perfil equilibrado de aminoácidos e versatilidade funcional. Este artigo de revisão teve como objetivo discutir as principais propriedades tecnológicas das proteínas de pescado e suas aplicações como ingredientes funcionais em diferentes alimentos. Estudos demonstram que proteínas de pescado apresentam desempenho funcional comparável ou superior ao de proteínas convencionais, com potencial aplicação como emulsificantes, agentes gelificantes, ligantes, estabilizantes e ingredientes para desenvolvimento de alimentos de valor agregado, incluindo, entre outros, produtos cárneos, emulsões, panificados, laticínios e filmes. Entretanto, aspectos sensoriais devem ser cuidadosamente controlados para garantir a aceitação do produto final. De forma geral, as evidências mostram que a proteína de pescado representa uma alternativa promissora e sustentável para aplicação em diversos alimentos, podendo contribuir para a valorização de subprodutos da cadeia e para o desenvolvimento de ingredientes inovadores.

**Palavras-chave:** funcionalidade proteica; proteínas alternativas; formulação de alimentos.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

## Abstract

Fish protein has stood out as an ingredient of high technological and nutritional interest fo the industry, due to its high digestibility, balanced amino acid profile, and functional versatility. This review article aimed to discuss the main technological properties of fish proteins and their applications as functional ingredients in different foods. Studies show that fish proteins exhibit functional performance comparable to or superior to that of conventional proteins, with potential application as emulsifiers, gelling agents, binders, stabilizers, and ingredients for the development of value-added foods, including, among others, meat products, emulsions, bakery products, dairy products, and films. However, sensory aspects must be carefully controlled to ensure acceptance of the final product. Overall, the evidence shows that fish protein represents a promising and sustainable alternative for application in various foods, contributing to the valorization of by-products from the supply chain and to the development of innovative ingredients.
**Keywords:** protein functionality; alternative proteins; food formulation.

## Resumen

La proteína de pescado se ha destacado como un ingrediente de alto interés tecnológico y nutricional para la industria, debido a su alta digestibilidad, perfil equilibrado de aminoácido y versatilidad funcional. Este artículo de revisión tuvo como objetivo discutir las principales propriedades tecnológicas de las proteínas de pescado y sus aplicaciones como ingredientes funcionales en diferentes alimentos. Los estudios demuestran que las proteínas de pescado presentan un desempeño funcional comparable o superior al de las proteínas convencionales, con potencial aplicación como emulsificantes, agentes gelificantes, ligantes, estabilizantes e ingredientes para el desarrollo de alimentos de valor agregado, incluyendo, entre otros, productos cárnicos, emulsiones, productos de panadería, productos lácteos y películas. Sin embargo, los aspectos sensoriales deben ser cuidadosamente controlados para garantizar la aceptación del producto final. En general, las evidencias muestran que la proteína de pescado representa una alternativa prometedora y sostenible para su aplicación en diversos alimentos, contribuyendo a la valorización de subproductos de la cadena y al desarrollo de ingredientes innovadores.
Palabras clave: funcionalidad proteica; proteínas alternativas; formulación de alimentos.

## 1. Introdução

A qualidade de um ingrediente destinado à aplicação em alimentos é definida através de sua composição, propriedades nutricionais, funcionais e sensoriais. As proteínas são biopolímeros essenciais, podendo ser provenientes

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

de fontes animais ou vegetais. Nos últimos anos, suas propriedades funcionais e atividades biológicas têm sido amplamente investigadas, em razão do crescente interesse científico e industrial, impulsionado pelo potencial dessas biomoléculas na promoção da saúde e em aplicações tecnológicas na indústria de alimentos (French et al., 2016; Rehman et al., 2020).

As propriedades funcionais das proteínas referem-se às características não nutricionais que essas proteínas conferem aos alimentos (Roussel-Philippe; Pina; Graille, 2000) e são influenciadas por suas propriedades físico-químicas. Esses aspectos são essenciais para a aplicação em diferentes produtos alimentícios e para a aceitação dos consumidores, uma vez que influenciam características desejáveis nos alimentos (Cheftel; Lorient; Cuq, 1989; Sgarbieri, 1996). Compreender as propriedades funcionais de matérias-primas proteicas é fundamental para determinação de como essas proteínas podem ser incorporadas em alimentos ou substituir outras fontes proteicas (Kinsella, 1982). As propriedades funcionais mais comumente utilizadas das proteínas para os alimentos são solubilidade, viscosidade, capacidade de retenção de água, gelificação, emulsificação e formação de espuma (Hamann, 1994).

O pescado é reconhecido como uma fonte proteica de elevada qualidade nutricional, principalmente em razão de seu perfil balanceado de aminoácidos essenciais. Nas últimas décadas, observa-se um crescimento gradual na demanda por ingredientes proteicos derivados de peixe, incluindo proteínas desidratadas, impulsionado tanto pelo interesse da indústria de alimentos quanto pelos benefícios associados à saúde humana. Evidências indicam que as proteínas provenientes de organismos aquáticos exercem papel relevante na promoção da saúde cardiovascular e na prevenção de outras condições metabólicas (Torris et al., 2018).

Nesse contexto, a proteína de pescado tem se destacado não apenas por suas propriedades tecnofuncionais, mas também por seu elevado valor nutricional, caracterizado por um perfil equilibrado de aminoácidos essenciais, alta digestibilidade e potencial bioativo. Porém, além disso, aspectos sensoriais, como textura, sabor e aceitabilidade, são determinantes para o sucesso da

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

incorporação desses ingredientes em diferentes alimentos. Sendo assim, a proteína de pescado tem grande potencial para diversas aplicações.

### 1.1 Objetivos Gerais

Revisar e discutir as propriedades tecnológicas da proteína de pescado, destacando seu potencial como ingrediente na formulação de alimentos e suas aplicações na indústria alimentícia.

## 2. Metodologia

A revisão foi conduzida de forma sistematizada, com o objetivo de identificar, analisar e sintetizar evidências científicas sobre as aplicações tecnológicas da proteína de pescado na indústria. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados Scopus, Web of Science, ScienceDirect e PubMed. As buscas contemplaram publicações de 1970 a 2025. Foram utilizados os descritores “proteína de peixe”, “isolado de proteína de peixe”, “hidrolisado de proteína de peixe”, “proteína de peixe de subprodutos”, “aplicações tecnológicas da proteína de peixe”, “aplicações da proteína de peixe na indústria de alimentos” e “propriedades funcionais da proteína de peixe”, em português e inglês. Ao final, 84 estudos atenderam aos critérios necessários para escrita da revisão e foram utilizados.

## 3. Revisão da Literatura

### 3.1 Proteínas e propriedades funcionais

As propriedades funcionais das proteínas são afetadas por fatores de natureza intrínseca e extrínseca (Sikorski, 2001). Os fatores intrínsecos estão relacionados à sua composição de aminoácidos, à sequência desses resíduos e ao peso molecular. Além disso, a estrutura terciária e quaternária, a hidrofobicidade, a carga total, a distribuição de cargas, o ponto isoelétrico e a flexibilidade da molécula também são determinados por esses fatores (Sikorski, 2001). Extrinsecamente, o comportamento das proteínas depende das condições do ambiente que as rodeia, sendo assim, do caráter do solvente, temperatura,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

pH, força iônica, presença de agentes desnaturantes, outras moléculas e lipídios e também da atividade de enzimas (Sikorski, 2001).

### 3.1.1 Capacidade de retenção de água (CRA) ou de óleo (CRO)

A capacidade de retenção de água ou capacidade de retenção de óleo é determinada pela quantidade de líquido (água ou óleo) que uma proteína consegue reter após a aplicação de força centrífuga, pressão ou filtração. A CRA é uma propriedade importante para ingredientes proteicos, uma vez que a retenção de água é um fator essencial na fabricação de alimentos viscosos, tais como sopas e de algumas massas durante o processo de panificação. Em contrapartida, a retenção de óleo pelos ingredientes é fundamental para aplicação na indústria alimentícia, especialmente na elaboração de embutidos, onde a formação de emulsões é necessária para unir água e gordura, como ocorre, por exemplo, na produção de salsichas. Portanto, para que se possa substituir as proteínas convencionais, as proteínas alternativas devem apresentar uma capacidade adequada de ligação à água ou óleo (Kinsella, 1976; Silva et al., 2022).

### 3.1.2 Capacidade emulsificante e estabilidade de emulsão

Emulsão é definida como uma mistura composta de dois líquidos imiscíveis, em que um atua como fase dispersante ou contínua, enquanto o outro constitui a fase dispersa ou emulsionada, presente na forma de pequenas gotículas. As proteínas são consideradas excelentes agentes emulsificantes devido à sua estrutura, que contém regiões hidrofílicas e hidrofóbicas em uma única molécula. Essas regiões reduzem a tensão superficial entre as fases, facilitando a formação da emulsão. No entanto, a maioria das proteínas apresenta uma diminuição ou perda da atividade emulsificante em pH próximos ao seu ponto isoelétrico (pI), quando a carga líquida e a solubilidade estão reduzidas. Outros fatores também comprometem a capacidade emulsificante das proteínas, incluindo a presença de sais e a exposição ao calor, que podem levar à desnaturação proteica. Uma alta capacidade emulsificante de ingredientes proteicos é especialmente útil na produção de alimentos sólidos ou semissólidos, em que proteínas, gorduras e

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

outros componentes hidrofílicos e lipofílicos precisam ser emulsionados como, por exemplo, hamburgueres, embutidos, molhos e sobremesas (Silva et al., 2022).

### 3.1.3 Capacidade de formação de espuma e estabilidade de espuma

As espumas presentes em matrizes alimentares são compostas por bolhas de ar dispersas e envoltas em um líquido contendo um surfactante. Esse surfactante atua reduzindo a tensão interfacial e tem a capacidade de formar um filme ao redor das bolhas, evitando sua coalescência. A habilidade de formar espumas estáveis na presença de ar é uma propriedade funcional essencial dos ingredientes proteicos, podendo influenciar e modificar as características de diversos produtos alimentícios, tais como mousses, coberturas e produtos de confeitaria (Silva et al., 2022).

### 3.1.4 Solubilidade em água

A solubilidade é um parâmetro crítico na funcionalidade de um ingrediente proteico, constituindo uma das propriedades tecnológicas mais importantes para sua aplicação em alimentos. A solubilidade dos ingredientes é determinada pela sua composição, particularmente pela proporção e distribuição dos grupos polares (hidrofílicos) e apolares (hidrofóbicos) nos aminoácidos que formam a estrutura proteica, bem como pelo pH do meio, pois está diretamente relacionada à conformação das proteínas em solução. Ingredientes proteicos com alta solubilidade são particularmente úteis na produção de alimentos líquidos como, por exemplo, extratos vegetais que imitam propriedades do leite (Silva et al., 2022). Além disso, outras propriedades funcionais podem ser afetadas dependendo da solubilidade do ingrediente proteico, tais como emulsificação e formação de espuma (Souissi et al., 2007).

### 3.1.5 Capacidade de formação de gel

A capacidade de formação de gel é geralmente quantificada pela concentração mínima de gelificação, que se define como a menor quantidade de uma substância necessária para gerar um gel estável. A gelificação de proteínas

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

acontece quando essas proteínas formam uma rede tridimensional após serem aquecidas a uma temperatura superior à sua temperatura de desnaturação, seguida de resfriamento. Uma menor concentração mínima requerida para a gelificação indica uma maior capacidade de formação de géis. A formação de gel de proteínas é frequentemente facilitada por interações hidrofóbicas e, em alguns casos, pontes dissulfeto covalentes também podem desempenhar papel na formação da rede. Esta propriedade é relevante na produção de sobremesas gelatinosas ou lácteas, tais como pudins e flans (Silva et al., 2022).

### 3.2 Proteínas: concentrados, isolados e hidrolisados proteicos

#### 3.2.1 Concentrado proteico de peixe

O *Protein Advisory Group* das Nações Unidas definiu o concentrado proteico de peixe (CPP) como um produto estável, apropriado para o consumo humano, preparado a partir de peixes inteiros ou outros animais aquáticos ou, ainda, suas partes. A concentração de proteína é aumentada por meio da remoção de água e, em alguns casos, de óleo, ossos e outros materiais (Finch, 1977). Assim, segundo essa definição, a simples remoção de água da carne de peixe resulta em um produto que pode ser classificado como CPP.

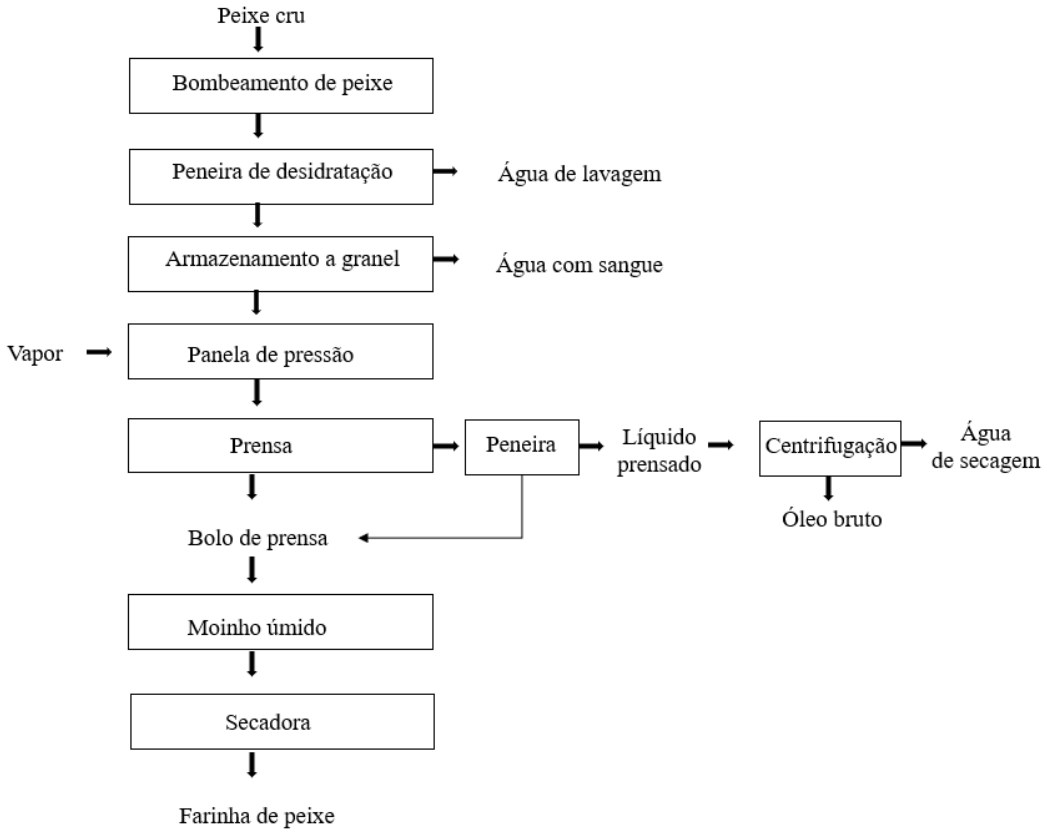
Alguns autores, tais como Stillings e Knolbl Jr. (1970) e Archer (2001), classificaram os CPPs em três grupos (A, B e C) com base em suas qualidades e características físico-químicas. Para todos os grupos o teor de umidade é <10%, a digestibilidade é >92% e a disponibilidade da lisina é de 6,5%. A distinção entre os grupos de concentrados proteicos de peixe é feita baseada no teor de lipídios (A: <0,75%; B: = 3%; C: sem limites) e proteínas (A: 60-90%; B: >65%; C: >60%). Além disso, a cor e o odor variam entre os grupos. O grupo A apresenta cores que vão de branco a amarelo claro sem sabor ou odor; o grupo B tende a ser amarelo ou acinzentado e com odor característico de peixe; e o grupo C é a forma menos refinada, incluindo a farinha de peixe bruta. Dessa forma, o conceito de CPP abrande a farinha de peixe, reconhecendo-a como um produto menos refinado, o que restringe seu uso em formulações de alimentos (Bárzana; García-Garibay, 1994).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

A farinha de peixe é obtida a partir de peixes inteiros, carne de peixe desossada ou resíduos do processamento de peixe. A técnica predominante é o processo de redução úmida. A Figura 1 mostra o fluxograma do processo (Stansby, 1974).

Figura 1 – Processo de produção da farinha de peixe.




Fonte: Adaptado de Bárzana; García-Garibay, 1994.

De forma geral, os concentrados proteicos de peixe são produzidos utilizando-se solventes químicos e, ocasionalmente, altas temperaturas para extrair e separar proteínas dos demais componentes da matéria-prima, tais como as gorduras. Diversos estudos relatam variados solventes que são aplicados, com características mais ideais de eficiência assim como de qualidade final do produto. Técnicas mais eficazes de extração de proteínas estão atualmente disponíveis, como hidrolisados de proteína de peixe e isolados de proteína de peixe e, por essa

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

razão, a literatura carece de estudos recentes da produção e aplicação de CPP (Kristinson; Theodore; Ingadottir, 2007).

Além de métodos químicos, também podem ser utilizados método físicos para produção de CPP. Estes incluem técnicas mecânicas como lavagem, prensagem, filtragem, centrifugação, cozimento e secagem, geralmente utilizando água. Alguns desses métodos podem ser combinados com métodos químicos para otimização da extração de água e/ou gordura da matéria-prima (Cassol et al., 2024). Ao final do processo, o material é seco e moído.

O CPP frequentemente contém quantidades significativas de aminoácidos essenciais e não essenciais (Cassol et al., 2024; Abraha et al., 2018). No entanto, a bioacessibilidade desses aminoácidos é fator crucial que ainda não foi amplamente investigado. A pesquisa de Cassol et al. (2024), relatou uma bioacessibilidade de 90% para alanina, 88% para tirosina, 73% para lisina e 72% para fenilalanina em CPP de subprodutos de tambatinga. Além dos aminoácidos, dependendo do método de produção do CPP, especialmente se não houve a necessidade de extração de lipídios, diversos ácidos graxos podem estar presentes, incluindo os da série ômega-3. A Tabela 1 ilustra a composição nutricional de CPPs produzidos a partir de músculos e subprodutos. Dessa forma, o CPP pode ser utilizado como ingrediente alimentar com objetivo de aumentar o teor de proteína de alimentos processados (Abraha et al., 2018; Finef et al., 2020; Verdi et al., 2020) ou, ainda, ser consumido diretamente como produto alimentar, como é observado em alguns países em desenvolvimento (Archer, 2001).

Tabela 1 – Composição nutricional de CPPs a partir de músculos e subprodutos.

| **Espécies e matéria-prima** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Autores** | Cassol et al. (2024) | Pariona-Velarde et al. (2020) | Abraha et al. (2018) | Ibrahim, 2009 |
| **Nutrientes** | Tambatinga (mistura de | Anchoveta peruana | Peixe-esturjão | Tilápia do Nilo |

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ossos Y e carcaça) | (CMS) | (músculo) | (mistura de cabeça, vísceras, pele e ossos) |
| **Composição aproximada (%)** | | | | |
| Proteína | 58,59-85,88 | 76,4 | 90,42 | 68,83 |
| Lipídios | 1,34-16,71 | 5,2 | 5,34 | 0,75 |
| Cinzas | 4,97-7,71 | 10,6 | 1,77 | 25,39 |
| **Aminoácidos essenciais (EAA) ($mg.g^{-1}$)** | | | | |
| Treonina | 21,7 | 44,6 | 37,1 | 0,60 |
| Valina | 18,7 | 50 | 51,3 | 26,60 |
| Metionina | NI | 31,5 | 31,0 | 14,60 |
| Isoleucina | 19,1 | 47,8 | 52,4 | 8,70 |
| Leucina | 35,4 | 85,9 | 81,2 | 23,40 |
| Fenilalanina | 28,8 | 48,9 | 41,6 | 16,40 |
| Histidina | 12,7 | 16,3 | 21,6 | 15,50 |
| Lisina | 20,8 | 90,2 | 101,2 | 0,80 |
| Triptofano | NI | 10,9 | NI | NI |
| **Aminoácidos não essenciais (NEAA) ($mg.g^{-1}$)** | | | | |
| Tirosina | 24,7 | 31,5 | 34,4 | 9,50 |
| Arginina | 31,2 | 117,4 | 65,9 | 0,80 |
| Serina | 16,6 | 40,2 | 34,9 | NI |

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Glutamato | NI | 180,4 | 171,9 | 285,60 |
| Prolina | 19,0 | 40,2 | 36,4 | 4,60 |
| Glicina | 34,9 | 44,6 | 42,4 | NI |
| Alanina | 4,6 | 29,3 | 54,7 | 7,20 |
| Aspartato | 20,9 | 101,1 | 96,7 | 261,60 |
| Glutamina | 37,1 | NI | NI | NI |
| Cisteína | NI | NI | 3,3 | 11,60 |
| **Ácidos graxos saturados ($g.kg^{-1}$)** | | | | |
| Mirístico (14:00) | NI | 5,24 | NI | NI |
| Palmítico (16:00) | NI | 20,37 | NI | NI |
| Esteárico (18:00) | NI | 4,20 | NI | NI |
| **Ácidos graxos insaturados ($g.kg^{-1}$)** | | | | |
| Miristoléico (14:1) | NI | NI | NI | NI |
| Palmitoleico (16:1) | NI | 5,87 | NI | NI |
| Oleico (18:1n9) | NI | 6,04 | NI | NI |
| Linolênico (18:2n6) | NI | 0,63 | NI | NI |
| Alfa-linoleico/ALA (18:3n3) | NI | 0,22 | NI | NI |
| Eicosapentaenóico/EPA (20:5n3) | NI | 15,57 | NI | NI |
| Docosahexaenóico/DHA (22:6n3) | NI | 17,83 | NI | NI |
| **Minerais (%)** | | | | |

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sódio | 1,7 | 3,33 | NI | NI |
| Potássio | 16,55 | 0,32 | NI | NI |
| Magnésio | 1,3 | 50 | NI | NI |
| Cálcio | 11,6 | 1,4 | NI | NI |
| Ferro | 0,09 | 8,48 | NI | NI |
| Zinco | 0,03 | 1,84 | NI | NI |
| Cobre | 0,002 | 0,8 | NI | NI |
| Fósforo | 13,6 | 1,04 | NI | NI |

CMS: Carne mecanicamente separada; NI: não identificado.

Fonte: Cassol et al., 2024.

### 3.2.2 Hidrolisado proteico de peixe

O potencial do CPP como aditivo alimentar é restrito principalmente devido à sua baixa solubilidade e propriedades funcionais inadequadas (Spinelli; Koury; Miller, 1972). Para solubilizar o CPP, por exemplo, é necessário decompor a proteína em peptídeos menores. Esse processo resulta em uma mistura de fragmentos proteico denominados hidrolisados proteicos de peixe (HPP). A despolimerização de proteínas de alto peso molecular ocorre através da clivagem das ligações peptídicas pela adição de moléculas de água. Em meios aquosos, o excesso de água favorece esse processo lítico, conhecido como “hidrólise”. Diversas substâncias podem atuar como catalisadores na hidrólise, incluindo ácidos, bases e enzimas. As enzimas são classificadas como proteases com base na sua especificidade para proteínas e são designadas com o número 3.4 (hidrolases de peptídeos) pela Comissão de Enzimas. A seleção das proteases para aplicações industriais em alimentos e rações é justificada pela produção reduzida de subprodutos em comparação com catalisadores não biológicos (Bárzana; Garía-Garibay, 1994).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

Dessa forma, os hidrolisados proteicos de pescado podem ser obtidos através de três processos: enzimático, químico ou, ainda, por enzimas endógenas presentes no próprio organismo (Martins; Costa; Prentice-Hernández, 2009; Silva, 2010).

No setor de alimentos, a modificação enzimática de proteínas comestíveis permite melhorar a palatabilidade e a estabilidade de armazenamento dos recursos proteicos disponíveis. Exemplos históricos desse conhecimento incluem autolisados de peixe (Mclver et al., 1982) e produtos fermentados de soja no Sudeste Asiático. Um parâmetro crucial para avaliar processos proteolíticos é o grau de hidrólise (DH), visto que as propriedades funcionais do produto final, tais como a presença de amargor, estão relacionadas ao tamanho dos peptídeos resultantes e, portanto, à extensão da reação (Bárzana; Garía-Garibay, 1994).

O grau de hidrólise (DH) reflete o número de ligações peptídicas clivadas, sendo definido pela seguinte relação (Adler-Nissen, 1986):

$$DH = \left(\frac{h}{h_{tot}}\right) x\ 100$$

Em que h é o número de grupos amino livres no final da reação e $h_{tot}$ é o número total de ligações peptídicas na proteína original (aminoácidos totais menos 1). Os grupos amino livres podem ser determinados pela reação com ácido trinitrobenzeno sulfônico (TNBS). É evidente que o DH não fornece informações sobre o tamanho dos peptídeos obtidos. De fato, a dispersão dos tamanhos irá depender das condições da reação, da natureza do substrato e do catalisador utilizado. Para fins práticos, o comprimento médio da cadeia polipeptídica (PCL) pode ser relacionado ao DH conforme a seguinte expressão (Bárzana; Garía-Garibay, 1994):

$$\frac{DH}{100} = \left(\frac{1}{PCL}\right) - \left(\frac{1}{PCL_0}\right)$$

Em que $PCL_0$ é o número de aminoácidos no substrato (a proteína inicial). Para uma proteína típica com peso molecular de 30.000 ou mais, a equação pode ser simplificada para (Bárzana; Garía-Garibay, 1994):

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

$$PCL = \frac{100}{DH}$$

Dois processos conceitualmente distintos são empregados, dependendo da forma da protease adicionada no recipiente da reação. O método mais direto envolve a adição da enzima proveniente de fontes comerciais, sendo este conhecido como método enzimático. Alternativamente, é possível introduzir uma cultura viva de microrganismos, juntamente com nutrientes adequados para promover seu crescimento. As cepas microbianas utilizadas devem ser produtoras de protease. Consequentemente, as proteases são sintetizadas e atuam simultaneamente sobre a proteína. Tal processo é denominado método fermentativo (Bárzana; Garía-Garibay, 1994). De acordo com Mackie (1982), os substitutos do leite constituem o principal mercado para proteína hidrolisada de peixe. Outros processos experimentais envolvem o uso de reatores de membrana (Chef, 1972). Estes sistemas atraem atenção para aplicações biotecnológicas devido à capacidade de permitir a reutilização de enzimas, promover a separação eficiente de produtos e, em muitos casos, possibilitar a operação contínua (Nakajima; Shoji; Nabetani, 1992). Os reatores de membrana são valiosos especialmente quando a enzima é inibida pelo produto (Bárzana; Garía-Garibay, 1994).

O processo de hidrólise enzimática tem como principal objetivo aumentar a solubilidade das proteínas. Para isso, em aplicações industriais, são utilizadas proteases com especificidade ampla, que permitem a clivagem aleatória de peptídeos, independentemente da composição de aminoácidos. As enzimas comerciais podem ser derivadas de fontes animais, vegetais ou microbianas (Bárzana; Garía-Garibay, 1994).

A obtenção do hidrolisado proteico pelo processo químico pode ser via hidrólise alcalina ou ácida. Na hidrólise ácida aplica-se ácidos orgânicos, inorgânicos ou a mistura deles, sendo que os ácidos clorídrico e sulfúrico (inorgânicos) são os mais utilizados pelas indústrias alimentícias. Apesar da vantagem de baixo custo, o uso de tais ácidos implica na aplicação da

REMUNOM
ISSN 2178-6925

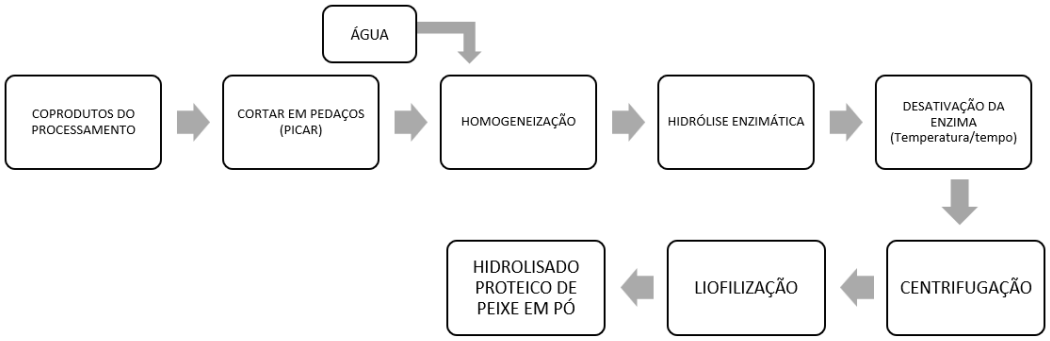
**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

neutralização dos produtos antes do consumo, sendo que tal processo gera sais que podem tornar os produtos não palatáveis, além do poder de afetar a funcionalidade do triptofano (Furlan; Oetterer, 2002; Silva, 2010). Na hidrólise alcalina, emprega-se soluções de bases fortes como hidróxido de sódio e hidróxido de potássio, sob condições de aquecimento e agitação, dando origem a produtos com funcionalidade diminuída e valor nutritivo afetado (Silva, 2010).

Portanto, a hidrólise por enzimas proteolíticas específicas é um método alternativo e que apresenta vantagens sobre a hidrólise química, tais como especificidade em ligações peptídicas, controle do grau de hidrólise, condições moderadas de ação e menor conteúdo de sal no hidrolisado final. Além disso, como a quantidade de enzima aplicada no processo é baixa, é desnecessário sua remoção (Zavareze et al., 2009). Furlan e Oetterer (2002), conferem ao processo de hidrólise enzimática a característica de ser mais simples e rápido.

Através da Figura 2 abaixo é possível visualizar o fluxograma de hidrólise enzimática para produção de HPP.

Figura 2 – Fluxograma geral do processo de hidrólise enzimática para produção de hidrolisado proteico de peixe em pó.




Fonte: Adaptado de Khan et al., 2022.

### 3.2.3 Isolado proteico de peixe

Os isolados proteicos representam a forma mais refinada de produtos proteicos, contendo a mais alta concentração de proteína. Os isolados foram

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

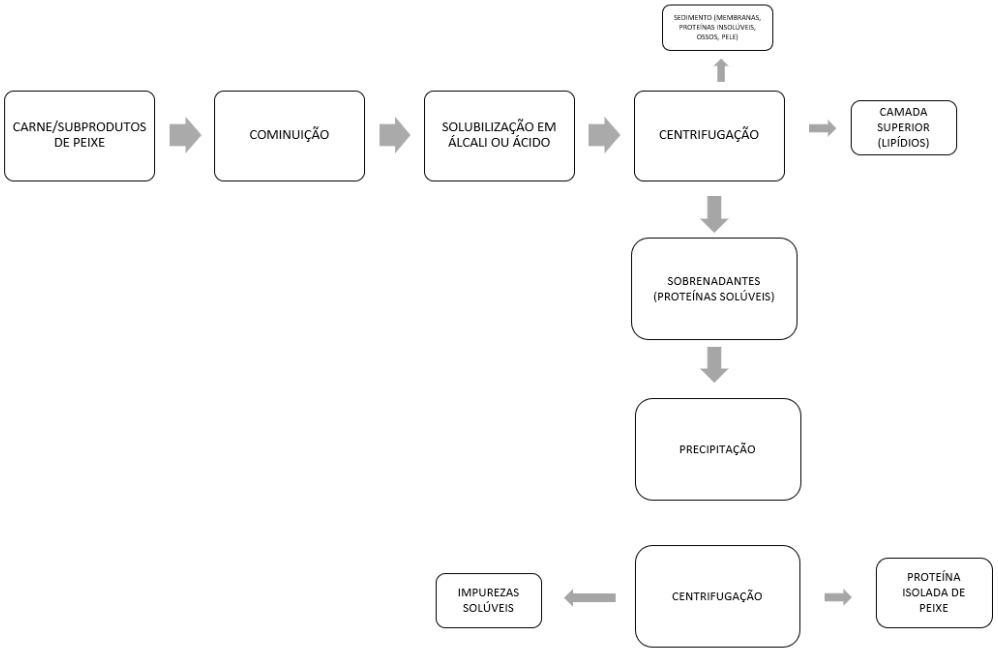
desenvolvidos nos Estados Unidos na década de 1950 (Jay; Michael, 2004), são altamente digeríveis e podem ser facilmente incorporados em diversos produtos alimentícios. Atualmente, acredita-se que os isolados proteicos desempenhem um papel significativo no desenvolvimento de uma nova classe de alimentos formulados. Sua elevada concentração de proteína (>90%), associada às vantagens de cor, sabor e propriedades funcionais, torna-os um ingrediente ideal para uso em bebidas, alimentos infantis e produtos lácteos para crianças, bem como em alimentos com proteínas texturizadas e certos tipos de alimentos especiais (Olaofe, 1998; Garba; Kaur, 2014).

Dentre os métodos de extração para obtenção, tem-se a precipitação isoelétrica. O ponto isoelétrico (pI) de uma proteína é definido como o pH no qual a carga líquida da proteína é igual a zero. Neste pH, a repulsão eletrostática entre as moléculas de proteína é mínima, resultando na agregação e precipitação das proteínas. Devido às diferenças na sequência de aminoácidos, as proteínas possuem pontos isoelétricos diferentes e, portanto, podem ser separadas ajustando-se o pH da solução. Quando o pH é ajustado para coincidir com o pI de uma proteína específica, essa proteína precipita, enquanto as demais permanecem em solução (McClements, 2013). O processo, de forma geral, de produção de isolado proteico de peixe a partir da mudança de pH está descrito no fluxograma da Figura 3 abaixo.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

Figura 3 – Esquema de produção de isolado proteico de peixe através da mudança de pH.




Fonte: Adaptado de Khan et al., 2022.

O uso dessa tecnologia apresenta várias vantagens, tais como: (a) permite o uso de peixes inteiros, não eviscerados; (b) utiliza espécies de peixes de baixo valor e subutilizadas; (c) mantém e, frequentemente, melhora as propriedades funcionais das proteínas durante o processo alcalino; (d) separa todos os lipídios da membrana, o que aumenta a estabilidade da proteína contra a oxidação; e (e) reduz o consumo de água em comparação com a produção de surimi (Ingadottir, 2004; Shaviklo, 2006, 2017).

### 3.3 Proteína de pescado e propriedades funcionais

A proteína de peixe seca é um produto estável, destinado ao consumo humano, em que a proteína é mais concentrada do que na carne original (Shaviklo et al., 2010a). Tal produto é uma excelente fonte de aminoácidos altamente digeríveis, porém os custos de produção limitam o seu uso em grande escala (Venugopal et al., 1996). A proteína de peixe seca possui diversas aplicações na indústria de alimentos, tais como aglutinante, agente dispersante, emulsificante,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

gelificante, entre vários outros (Shaviklo, 2015).

Existem diversas espécies e diferentes métodos que podem ser aplicados para obtenção de variados tipos de proteína de pescado. Assim, também haverá diversas qualidades dessa proteína.

As composições da proteína do pescado seca dependerá de vários fatores durante a sua produção/obtenção, assim como da espécie utilizada. Normalmente contém mais de 65% de proteínas, podendo conter carboidratos se tiverem sido adicionados, por exemplo, de aditivo para proteger durante o processo de secagem ou congelamento. Além disso, possuem atividade de água baixa (<0,3) (Shaviklo, 2015).

A cor é um atributo de qualidade importante para este tipo de ingrediente. Normalmente, a cor da proteína de pescado varia de cinza claro a rosado, dependendo do pescado usado, do método de extração e do tamanho da partícula. Em estudo de Shaviklo et al. (2010), a proteína de peixe seca produzida a partir do escamudo liofilizado apresentava coloração rosada, enquanto que o escamudo seco por pulverização apresentou cor branca, indicando que o método de secagem também causará influência na qualidade do produto.

Na Tabela 2 é possível visualizar as propriedades funcionais de alguns tipos de proteína de peixe. Além disso, na Tabela 3 estão relatadas características de diferentes proteínas de peixe obtidas de diferentes espécies a partir de subprodutos do processamento.

Tabela 2 – Propriedades funcionais de proteína de peixe seca.

| **Propriedades** | **Isolado de proteína de escamudo liofilizado sem aditivo** | **Isolado de proteína de peixe liofilizado com 5% de sacarose** | **Escamudo seco por pulverização com aditivos (2,5% de sacarose e 0,2% de** | **Escamudo liofilizado sem aditivo** | **Escamudo liofilizado com aditivos (2,5% de sacarose e 0,2% de fosfato)** |
|---|---|---|---|---|---|

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

| | | **e 0,2 de fosfato** | **fosfato)** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CRA (%) | 287,4 | 253,15 | 335,21 | 326,02 | 359,21 |
| Solubilidade em água (%) | 20,80 | 26,81 | 26,32 | 36,62 | 46,60 |
| Viscosidade (Pa) | 0,13 | 0,27 | 0,22 | 0,10 | 0,27 |
| Gelificação (%) | >10 | >10 | 2,00 | 6,00 | 1,00 |
| CE (%) | 78,51 | 82,45 | 61,35 | 50,24 | 83,40 |
| EE (%) | 76,50 | 76,55 | 47,51 | 39,23 | 60,45 |
| CF (%) | 155,44 | 189,72 | 197,51 | 152,54 | 185,34 |
| EF (%) | 100,31 | 145,54 | 117,52 | 122,53 | 172,42 |
| Autores | Shaviklo et al. (2012) | Shaviklo et al. (2012) | Shaviklo et al. (2010c) | Shaviklo et al. (2010c) | Shaviklo et al. (2010c) |

CRA: Capacidade de retenção de água; CE: capacidade de emulsificação; EE: Estabilidade de emulsificação; CF: Capacidade de formação de espuma; EF: Estabilidade de formação de espuma.
Fonte: Shaviklo, 2015.

Tabela 3 – Propriedades funcionais de proteínas obtidas a partir de subprodutos do processamento.

| **Pescado** | **Propriedades funcionais importantes encontradas** | **Autores** |
|---|---|---|
| Polaca do Alaska | Alto valor de emulsão, comportamento pseudoplástico, propriedades viscoelásticas | Sathivel; Bechtel, 2006 |
| Carpa-cabeçuda | Características do gel do isolado proteico de peixe | Chang et al., 2016 |

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

| | | |
|---|---|---|
| | extraído com álcali favorecem o desenvolvimento de alimentos do tipo surimi | |
| Cabeça de carpa-olho-grande | O isolado mostrou solubilidade superior em sal e atividades de formação de gel e emulsificação | Panipati; Chaijan, 2017 |
| Bacalhau | Solubilidade, emulsão e capacidade de formação de espuma comparáveis às proteínas de soja. A emulsão apresentou boas propriedades viscoelásticas | Abdollahi; Underland, 2018 |
| Arrenque | Proteínas produzidas por ácidos e álcalis produziram géis com mesma tensão e cor | Underland; Kelleher; Hultin, 2002 |
| Camarão | Proteínas nutritivas, formaram bons géis | Chen; Tou; Jaczynski, 2009 |
| Lagosta | Boa capacidade emulsificante | Nguyen et al., 2017 |
| Subprodutos da filetagem de salmão | Proteínas recuperadas apresentaram capacidade de formação de gel. Potencial como ingrediente em alimentos | Abdollahi; Underland, 2018 |
| Carpa prateada | Requer aditivos para melhorar as propriedades | Taskaya; Chen; Jaczynski, 2009 |

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

do gel

Fonte: Adaptado de Sasidharan; Venugopal, 2020.

A capacidade de retenção de água (CRA) de proteínas de pescado é afetada pelo tipo de aminoácidos, estrutura, condições de processamento, tais como pH, temperatura e presença de ingredientes como o sal (Sasidharan; Venugopal, 2019). Quando a proteína miofibrilar é desnaturada, a capacidade de retenção de água é diminuída. Geralmente, proteína hidrolisada de peixe possui CRA excepcional devido à uma concentração melhorada de grupos polares resultantes da hidrólise (Vijaykrishnaraj; Prabhasankar, 2015).

A capacidade de absorção de óleo é considerada uma das propriedades funcionais mais importantes na preparação de produtos (Fontana et al., 2009). Altos valores de capacidade de absorção de óleo são importantes em alguns produtos alimentícios como extensores de carne, pois contribuem para uma melhor sensação na boca. Além disso, são desejáveis também em alimentos de maior viscosidade, como sopas, queijos processados e massas, onde essa propriedade pode melhorar a textura e consistência do produto (Kinsella, 1987). A eficiência na retenção de óleo está relacionada ao número de grupos hidrofóbicos expostos na proteína, sendo que cadeias laterais não polares demonstram afinidade com as cadeias hidrofóbicas do óleo, promovendo a absorção e aumentando a capacidade de retenção (Kinsella, 1982; Donadel; Prudencio-Ferreira, 1999). Fontana et al. (2009), encontraram valores de capacidade de retenção de óleo para concentrados proteicos obtidos a partir de processos alcalinos e ácidos de 4,7 mL e 4,6 mL de óleo/g de proteína, respectivamente.

A capacidade de emulsificação (CE) destaca a relevância das proteínas em produtos alimentícios à base de emulsão (Abdollahi; Undeland, 2018). Devido à sua estrutura anfipática, que facilita a absorção na interface óleo-água, as proteínas são reconhecidas como emulsificantes altamente eficazes (Cardoso; Nunes, 2013). A eficiência da emulsão proteica está diretamente relacionada à sua habilidade de absorção na interface entre óleo e água. Uma vez que essa absorção acontece, os emulsificantes conseguem agir protegendo as partículas dispersas contra a coalescência, através da formação de camadas finas na interface óleo-água ou

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

pela redução da tensão interfacial (Shevkani et al., 2015; Panpipat; Chaijan, 2017).

O desdobramento parcial e a desnaturação de proteínas são os principais fatores que contribuem para a alta capacidade de emulsificação (CE) das proteínas de peixe seca, ocorrendo durante o processo de alteração de pH, o que facilita a rápida adsorção da cabeça esférica hidrofóbica dessas proteínas tratadas com pH nas bolhas lipídicas não polares (Kristinsson; Hultin, 2003). A perda da estrutura terciária foi relatada como causadora de flutuações conformacionais na interface óleo-água, ao invés de alterações na estrutura secundária. O processo de mudança de pH pode gerar proteínas redobradas, conferindo-lhes vantagens sobre as proteínas nativas (Abaee; Mohammadian; Jafari, 2017). O índice de estabilidade de emulsão (IES) das proteínas de peixe secas podem ser otimizado com o aumento do pH, sendo o IES máximo observado em pH 11,0 para as proteínas estudadas. Especificamente, a proteína de arenque apresentou o IES mais elevado nesse pH, que foi o único valor em que o pó proteico de arenque exibiu um IES superior. A capacidade de emulsificação de qualquer proteína é dependente da sua habilidade de associar à fase óleo/água e a estabilidade da emulsão fabricada a partir de proteínas pode ser avaliada pela qualidade das camadas finas formadas em torno da interface óleo/água. Grupos sulfidrila ativos presentes em pós de proteína de peixe têm sido considerados candidatos ideais para facilitar a formação de camadas interfaciais estáveis, contribuindo para a melhoria do IES em vez da necessidade de proteínas adicionais (Panpipat; Chaijan, 2017).

Fatores como método de produção e propriedades físico-químicas das proteínas, incluindo tamanho, hidrofobicidade, pH, solubilidade e carga superficial, podem influenciar a CE do sistema emulsificado final (Panpipat; Chaijan, 2017).

A solubilidade, uma propriedade funcional importante das proteínas, desempenha papel determinante em outras propriedades funcionais, tais como gelificação, emulsificação e formação de espuma (Lopez-Enriquez, 2015; Kristinsson et al., 2007). A maioria das proteínas alimentares apresentam caráter ácido, uma vez que a quantidade de resíduos ácidos (Asp e Glu) excede a de resíduos básicos (Lys, Arg e His). Dessa forma, as proteínas apresentam solubilidade mínima em pH entre 4,0 e 5,0 (pI) e solubilidade máxima em ambientes alcalinos (Kim et al., 2003). Foh

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

et al. (2012), sugere que o estudo da solubilidade proteica em diferentes valores de pH pode oferecer insights valiosos sobre o comportamento das proteínas em sistemas alimentares. O aquecimento prolongado tende a causar desnaturação proteica, gerando constituintes de menor peso molecular e, consequentemente, altera a solubilidade da proteína (Zhang et al., 2013).

É reconhecido que hidrolisados proteicos de pescado são solúveis em ampla faixa de força iônica e pH (Kristinsson, 2007). Khaled et al. (2014), encontraram valores altos de solubilidade (65 – 95%) em hidrolisados de músculo de sardinha (*Sardinella aurita*) variando na faixa de pH de 2,0 a 12,0, mostrando que a aplicação do hidrolisado proteico pode ser realizada tanto em formulações alcalinas quanto ácidas.

Além disso, de acordo com Geirsdottir et al. (2011), a presença de sal contribui para a melhora da solubilidade de peptídeos de cadeia longa, ou seja, até mesmo hidrolisados com menor grau de hidrólise.

A hidrólise enzimática leva a uma maior exposição de grupos carregados, diminui o tamanho molecular e aumenta a hidrofilicidade das proteínas, através de um aumento na habilidade de formação de ligações de hidrogênio com a água, resultando em aumento da solubilidade (Sathivel et al., 2005).

Portanto, a solubilidade dos hidrolisados de proteínas de peixe é consideravelmente maior (>40%) em comparação à proteína nativa, devido à presença de pequenos peptídeos gerados pela quebra proteica (He; Franco; Zhang, 2013). Esse aumento na solubilidade está relacionado à redução das interações hidrofóbicas, que promovem as interações proteína-proteína e ao fortalecimento das interações iônicas, que favorecem as interações proteína-água (O'Brien et al., 2007). A solubilidade proteica é influenciada pela competição entre as interações hidrofóbicas e eletrostáticas. Quando a repulsão eletrostática supera as interações hidrofóbicas, ocorre aumento nas interações proteína-solvente (Bauer et al., 2017). O pH também influencia na solubilidade, com o pI da proteína sendo onde a solubilidade atinge seu valor mínimo. A solubilidade pode ser aumentada através de tratamento enzimático, expondo grupos polares ao liberar peptídeos de tamanho médio ou pequeno (Vijaykrishnaraj; Prabhasankar, 2015). Além disso,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

variações no pH podem também desnaturar as proteínas, aumentando a hidrofobicidade de sua superfície, o que afeta de forma negativa a solubilidade de pós de proteína de peixe. Outros fatores como peso molecular, conformação proteica e características de superfície dos aminoácidos também influenciarão a solubilidade (Haque; Timilsena; Adhikari, 2016).

De acordo com Lin et al. (2017), isolados proteicos de peixe têm propriedades funcionais significativas. A solubilidade de proteína isolada extraída de carpa de forma ácida e alcalina foi de 66,7% e 62,1% (Pleer; Wimmer; Eriksen, 2011). A solubilidade de proteínas da casca de lagosta recuperadas por extração aquosa ou digestão enzimática apresentou-se maior que 93% (Ramos-Miras et al., 2019).

A capacidade de formação de espuma depende da origem proteica e do método de preparo da proteína. A inexistência da formação de espuma pode ser indicativa de que as proteínas utilizadas não tem capacidade de reduzir a tensão superficial durante a formação de espuma (Pires, 2008). Em estudo de Shaviklo et al. (2012), espuma altamente estável de isolados com sacarose e fosfato e isolados contendo sacarose, fosfato e eritorbato indicam que aditivos para preservar proteínas durante a secagem podem exercer efeitos positivos.

Os usos potenciais de ingredientes de proteína de peixe impactam pelas propriedades funcionais que as proteínas apresentam, tais como capacidade de retenção de água, gelificação, estabilidade da formação de espuma, capacidade de emulsão (Thorkelsson et al., 2009). Porém, apesar do uso ser benéfico devido à melhora da qualidade nutricional e funcional dos produtos, os ingredientes derivados da pesca podem causar impacto negativo nas características sensoriais (Shaviklo et al., 2013). Shaviklo et al. (2011a, b), mostraram em estudos que o enriquecimento de alimentos com ingredientes de peixe causou efeitos negativos tanto no sabor quanto no odor se utilizados em níveis inadequados. Sendo assim, o nível de enriquecimento não deve afetar a aceitação e as propriedades sensoriais do produto final. Dessa forma, alguns trabalhos estudaram a aplicabilidade das proteínas de pescado como ingrediente funcional em alimentos, testando suas propriedades como ingrediente funcional (Tabela 4).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

Tabela 4 – Estudos de aplicabilidade de proteínas do pescado como ingrediente funcional em alimentos.

| Trabalho | Objetivos | Resultados | Autores |
|---|---|---|---|
| Utilização de proteína muscular de cavala liofilizada (*Scomber australasicus*) como um ligante em carne reestruturada | Avaliar o potencial de fazer ligantes de carne usando cavala liofilizada | Alta capacidade de ligação | Chung et al., 2000 |
| Avaliação de surimi liofilizado de tilápia e guavina-do-Atlântico como emulsionantes | Avaliar a capacidade emulsificante das proteínas liofilizadas em salsichas | A proteína da guavina-do-Atlântico apresentou melhores propriedades de emulsificação, obtendo boa estabilidade da emulsão. Os resultados mostram a possibilidade de utilização dessas proteínas como ingrediente funcional capaz de estabilizar emulsões | Ramirez et al., 1999 |
| Propriedades funcionais, nutricionais e reológicas de pós | Avaliar a proteína solúvel e insolúvel em pós de linguado-de-dente- | As maioneses preparadas com a proteína solúvel tinham propriedades | Sathivel et al., 2005 |

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

| | | | |
|---|---|---|---|
| proteicos de linguado-de-dente-de-flecha e sua aplicação em maionese | de-flecha quanto às propriedades funcionais, nutricionais e reológicas | viscoelásticas. O pó de proteína solúvel pode ser usado como emulsificante potencial. Os pós produzidos possuem potencial de serem usados como ingredientes funcionais, suplementos nutricionais e emulsificantes, além de desenvolver produtos de valor agregado de espécie subutilizada | |
| Propriedades do pó proteico preparado a partir de subprodutos de pescada do Cabo | Caracterizar as propriedades funcionais, nutricionais e reológicas do pó proteico | Os pós podem ser utilizados como suplemento nutricional e também para preparações de filmes comestíveis ou como solução de imersão antes de empanar filés e palitos de peixe | Pires et al., 2012 |
| Efeitos da liofilização a vácuo e da secagem por spray drying a vácuo nas propriedades bioquímicas e funcionais de | Determinar os efeitos da secagem nas propriedades bioquímicas e funcionais da proteína | A secagem por spray drying mostrou maior capacidade de retenção de água e índice de estabilidade emulsificante. Os dois apresentaram boa solubilidade e índice de | Niu et al., 2019 |

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

| | | | |
|---|---|---|---|
| proteínas miofibrilares de carpa prateada | | atividade emulsificante | |
| Propriedades físico-químicas e sensoriais do iogurte afetadas pela incorporação de pó de lula jumbo (*Dosidicus gigas*) | Avaliar o efeito da adição de pó de lula jumbo (*Dosidicus gigas*) (teor de proteína 420g/kg) nas propriedades de qualidade do iogurte (viscosidade, textura e sensoriais) | Durante a fermentação, os iogurtes adicionados de pó de lula atingiram maior viscosidade, produzindo maior acidez. Além disso, os iogurtes prontos enriquecidos com pó de lula apresentaram menor sinérese que os controles | Córdova-Ramos; Gonzales-Barron; Cerrón-Mallqui, 2018 |
| Substituição parcial de farinha de trigo por proteína de peixe em pó influencia as propriedades físico-químicas, reológicas e sensoriais da farinha, massa e pão | Produzir pão com diferentes níveis de proteína de peixe em pó de carpa prateada criada em fazendas como substituto da farinha de trigo e avaliar como interfere nas propriedades de qualidade do produto final | A adição de proteína de peixe em pó causou aumento significativo na dureza, gomosidade e mastigabilidade. Os níveis de elasticidade e coesividade foram reduzidos com a adição de proteína de peixe em pó. Adição de até 3% de proteína de peixe em pó não causa impactos negativos no pão | Shekarabi; Shahbazi, 2022 |
| Desenvolvimento e caracterização de | Desenvolver filmes de embalagem | A incorporação do isolado proteico na | Azaza et al., 2022 |

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

| | | | |
|---|---|---|---|
| filmes de embalagem ativos baseados em quitosana e isolado proteico de sardinela: efeitos na qualidade e vida útil dos camarões | ativos baseados em quitosana e isolado proteico de sardinela obtidos de subprodutos | matriz de quitosana demonstrou melhoria nas propriedades estruturais e térmicas dos filmes, porém apresentaram propriedades mecânicas mais baixas do que o filme somente com quitosana. O aumento do isolado proteico de sardinela nos filmes melhorou as propriedades químicas e a estabilidade microbiana dos camarões embalados durante armazenamento a frio | |
| Influência de isolados proteicos de resíduos do processamento de Pangas nas características de qualidade físico-química, textural, reológica e sensorial de salsichas de peixe | Avaliar as possibilidades de incorporação de isolados proteicos de peixe recuperados de subprodutos dos Pangas usando o processo de mudança de pH em salsichas de carne moída de | O aumento do teor de isolado proteico melhorou significativamente o rendimento do cozimento e reduziu o fluido expressivo da emulsão. O aumento do teor de isolado proteico em salsichas diminuiu a força do gel, mas não causou | Surasani et al., 2020 |

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

| | | |
|---|---|---|
| | Pangas | diferenças significativas nas características sensoriais. Entre todos os níveis testados, a adição de 10g/100g produziram salsichas com melhores funcionalidades |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Sendo assim, a aplicação final das proteínas de peixe será determinada baseando-se em suas propriedades funcionais, tais como solubilidade, capacidade de emulsão, capacidade de formação de espuma e absorção de óleo/água. Essas propriedades funcionais dependem das propriedades físico-químicas e estruturais das proteínas que são influenciadas por uma série de fatores e contribuem para o sabor, textura e, consequentemente, aceitação do produto alimentício pelo consumidor (Abdollahi; Undeland, 2018).

Quando comparado com outras proteínas, as proteínas vegetais, em termos nutricionais, diferentemente das proteínas animais (como whey ou proteínas de peixe), apresentam aminoácidos indispensáveis limitantes, como metionina em leguminosas e lisina em cereais. A digestibilidade geralmente é inferior à de proteínas animais (>95%), situando-se entre 75-90%, devido a presença de fatores antinutricionais como fitatos e taninos. Além disso, do ponto de vista tecnológico, as proteínas vegetais apresentam limitações em solubilidade, formação de rede estrutural e propriedades sensoriais (Sharma; Zhang; Rawdkuen, 2025).

### 3.4 Impacto sensorial da utilização de proteínas de peixe

As proteínas de peixe são amplamente reconhecidas por seu alto valor nutricional e suas propriedades tecnológicas e funcionais favoráveis para aplicações alimentares. No entanto, uma das principais limitações associadas à sua incorporação em sistemas alimentares é o odor e sabor característicos de peixe, que podem afetar negativamente a qualidade sensorial e a aceitação geral do

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

produto final pelo consumidor. Portanto, a avaliação sensorial representa um parâmetro crítico na avaliação da viabilidade da incorporação de derivados de proteína de peixe em formulações alimentares. De fato, atributos nutricionais e funcionais superiores podem não se traduzir em sucesso de mercado se as características sensoriais forem comprometidas. Nesse contexto, alguns estudos investigaram a aplicação de ingredientes de proteína de peixe e seus respectivos impactos sensoriais.

Abdollahi e Undeland (2018), avaliando propriedades estruturais, funcionais e sensoriais do isolado proteico produzido a partir de subprodutos de salmão, bacalhau e arengue, observaram resultados sensoriais que mostraram que o pó de proteína de arenque apresentou alta intensidade de odor e sabor relacionados à oxidação lipídica e as maiores intensidades de peixe seco e óleo de peixe.

Oprea et al. (2024), avaliando os efeitos do hidrolisado de proteína de peixe nas características nutricionais, reológicas, sensoriais e texturais de pão, observaram que atributos como sabor e persistência do sabor após mastigar e engolir registaram um aumento desfavorável à medida que a porcentagem de hidrolisado proteico de peixe aumentou na formulação.

Monteiro et al. (2019), analisando características físico-químicas e sensoriais de massa enriquecida com farinha residual de peixe (*Oreochromis niloticus*), observaram que o uso de farinha de peixe em produtos de panificação causou impacto negativo na aceitabilidade.

Estudo de Khodaei et al. (2024), avaliando a otimização de barras de proteína com proteína isolada do soro de leite, proteína isolada de ervilha e hidrolisado de proteína de peixe azul (*Micromesistius poutassou*), os resultados mostraram que a adição de hidrolisado de peixe azul promoveu alterações significativas no perfil nutricional das formulações e impactou as propriedades texturais, reduzindo a dureza em aproximadamente 93% quando comparado às barras controle sem adição do hidrolisado. Além disso, o hidrolisado contribuiu para retardar o processo de endurecimento ao longo do armazenamento, sugerindo efeito positivo na estabilidade do produto. Porém, a análise sensorial indicou que a incorporação do hidrolisado comprometeu alguns atributos, evidenciando a

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

necessidade de ajustes na formulação para equilibrar os benefícios tecnológicos e a aceitabilidade pelo consumidor.

Um dos problemas que podem ocasionar aceitação baixa quando adicionado de proteína de peixe é a oxidação lipídica. Por essa razão, algumas precauções adicionais são necessárias para prevenção da oxidação lipídica durante o processamento. Undeland et al. (2005), sugeriram uma série de misturas antioxidantes adequadas durante o processamento por mudança de pH com auxílio de ácido de filés de arenque.

Além disso, os hidrolisados de proteína de peixe tem uma grande limitação: o amargor. Tal característica esta associada à hidrofobicidade, ao grau de hidrólise, ao peso molecular, aos resíduos de prolina, ao tipo de enzimas e às sequências de aminoácidos. Por essa razão, quando utilizado em alimentos, é adicionado em baixos níveis. Existem alguns procedimentos que vêm sendo explorados para remoção do amargor dos hidrolisados proteicos de peixe, tais como extração com álcool, tratamento com carvão ativado, separação cromatográfica e hidrólise enzimática com exopeptidase e reação de plasteína. Esses métodos podem melhorar o seu sabor por reduzir o amargor, porém podem ser perdidos alguns peptídeos e ocorrer alterações na estrutura do hidrolisado. Assim, o hidrolisado com menos ou nenhum amargor pode ser adicionado em níveis mais elevados em alimentos (Idowu; Benjakul, 2019).

## 4. Considerações Finais

As proteínas de pescado constituem ingredientes de elevado potencial tecnológico e nutricional para a indústria de alimentos. A funcionalidade das proteínas de pescado é influenciada pela espécie, pela matéria-prima utilizada, incluindo subprodutos do processamento, e pelos métodos de extração, modificação e secagem aplicados.

De forma geral, os resultados apresentados reforçam que a proteína de pescado representa uma alternativa sustentável e funcional para o desenvolvimento de alimentos de valor agregado, contribuindo para inovação e valorização de subprodutos. Estudos devem ser direcionados também ao

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

aprimoramento das propriedades sensoriais.

**Referências**

ABAEE, A.; MOHAMMADIAN, M.; JAFARI, S. M. Whey and Soy Protein-based Hydrogels and Nano-hydrogels as Bioactive Delivery Systems. **Trends in Food Science & Technology**, v.70, p.69-81, 2017.

ABDOLLAHI, M.; UNDELAND, I. Structural, functional, and sensorial properties of protein isolate produced from salmon, cod, and herring by-products. **Food and Bioprocess Technology**, v. 11, n. 9, p. 1733–1749, 2018.

ABRAHA, B.; MAHMUD, A.; ADMASSU, H.; YANG, F.; TSIGHE, N.; GIRMATSION, M.; XU, Y. Production and Quality Evaluation of Biscuit Incorporated with Fish Fillet Protein Concentrate. **Journal of Nutrition & Food Sciences**, v. 8, n. 6, p. 1-13, 2018.

ADLER-NISSEN, J. **Enzymic hydrolysis of food proteins**. London: Elsevier, 1986.

ARCHER, M. M. **Fish byproduct production in the United Kingdom**. Seafish Technology. Seafish Report Number SR537. Grimsby: The Sea Fish Industry Authority, 2001. 63 p.

AZAZA, Y. B.; HAMDI, M.; CHARMETTE, C.; JRIDI, M.; LI, S.; NASRI, M.; NASRI, R. Development and characterization of active packaging films based on chitosan and sardinella protein isolate: Effects on the quality and the shelf life of shrimps. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 31, 2022.

BARZANA, E.; GARCIA-GARIBAY, N. Production of fish protein concentrate. In: MARTIN, A. M. (ed.). **Fisheries processing: biotechnology applications**. London: Chapman & Hall, 1994. p. 207–222.

BAUER, K. C.; HAEMMERLING, F.; KITTELMANN, J.; DUERR, C.; GOERLICH, F.; HUBBUCH, J. Influence of Structure Properties on Protein–protein interactions—QSAR Modeling of Changes in Diffusion Coefficients. **Biotechnology and Bioengineering**, v. 114, n. 4, p. 821-831, 2017.

BEN KHALED, H.; KTARI, N.; GHORBEL-BELLAAJ, O.; et al. Composition,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

functional properties and in vitro antioxidant activity of protein hydrolysates prepared from sardinelle (*Sardinella aurita*) muscle. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, p. 622–633, 2014.

CARDOSO, C.; NUNES, M. L. Improved utilization of fish waste, discards, and by-products and low-value fish towards food and health products. In: **Utilization of fish waste**. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, 2013. p. 26–58.

CASSOL, G. Z.; REZENDE-DE-SOUZA, J. H.; FOGAÇA, F. H. D. S.; MELLINGER SILVA, C.; PACHECO, S.; RODRÍGUEZ PÉREZ, J. L.; MORZELLE, M. C.; SAMPAIO-NETO, O. Z.; SAVAY-DA-SILVA, L. K. Influence of Delipidification on Protein Concentrate Extracted from Fish Byproducts: Technical Process, Nutritional Value, and Amino Acid Bioaccessibility. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 33, n. 2, p. 111-126, 2024.

CHANG, T.; WANG, C.; YANG, H.; XIONG, S.; LIU, Y.; LIU, R. Effects of the acid- and alkali-aided processes on bighead carp (*Aristichthys nobilis*) muscle proteins. **International Journal of Food Properties**, v. 19, n. 8, p. 1863–1873, 2016.

CHEFTEL, J. C.; LORIENT, D.; CUQ, J. L. **Proteínas alimentarias: bioquímica, propiedades funcionales, valor nutritivo, modificaciones químicas**. Zaragoza: Acribia, 1989. cap. 4, p. 196–198.

CHEN, Y. C.; TOU, J. C.; JACZYNSKI, J. Amino acid and mineral composition of protein and other components and their recovery yields from whole Antarctic krill (*Euphausia superba*) using isoelectric solubilization/precipitation. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 2, p. H31–H39, 2009.

CHUNG, Y. C.; HO, M. L.; CHYAN, F. L.; JIANG, S. T. Utilization of freeze dried mackerel (*Scomber australasicus*) muscle proteins as a binder in restructured meat. **Fisheries Science**, v.66, n.1, p.130–135, 2000.

CÓRDOVA-RAMOS, J. S.; GONZALES-BARRON, U.; CERRÓN-MALLQUI, L. M. Physicochemical and sensory properties of yogurte as affected by the incorporation of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) powder. **LWT – Food Science and Technology**, v. 93, p. 506-510, 2018.

DONADEL, M. E.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H. Functional properties of aged

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

bean protein concentrate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, p. 380, 1999.

FINCH, R. Whatever happened to fish protein concentrate? **Food Technology**, v. 31, n. 5, p. 44-53, 1977.

FINEF, K. P.; APRILIANI, I. M.; ROSTINI, I.; ROSTINI, I. The Effect of Addition of Nilem Fish Protein Concentrate Flouron the Preference Levels of Mochi Cake. **Asian Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 9, n. 1, p. 9-15, 2020.

FOH, M. B. K.; WENSHUI, X.; AMADOU, I.; et al. Influence of pH shift on functional properties of protein isolated of tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscles and of soy protein isolate. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, p. 2192–2200, 2012.

FONTANA, A.; CENTENARO, G. S.; PALEZI, S. C.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Obtenção e avaliação de concentrados protéicos de corvina (*Micropogonias furnieri*) processados por extração química. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2299–2303, 2009.

FRENCH, K. M.; SOMASUNTHARAM, I.; DAVIS, M.; SOMASUNTHARAM, E.; DAVIS, M. E. Self-assembling peptide-based delivery of therapeutics for myocardial infarction. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 96, p. 40–53, 2015.

FURLAN, E. F.; OETTERER, M. Hidrolisado proteico de pescado. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 10, n. 19, p. 79-89, 2002.

GARBA, U.; KAUR, S. Review: protein isolates – production, functional properties and application. **International Research Journal of Chemistry**, v. 4, p. 22–36, 2014.

HAMANN, D. D. Rheological studies of fish proteins. **Food Hydrocolloids: Structures, Properties, and Functions**, 1994.

HAQUE, M. A.; TIMILSENA, B.; ADHIKARI, B. Food proteins, structure, and function. In: **Reference Module in Food Science**. Elsevier, 2016.

HE, S.; FRANCO, C.; ZHANG, W. Functions, Applications and Production of Protein Hydrolysates from Fish Processing Co-products (FPCP). **Food Research**

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

**International**, v. 50, n. 1, p. 289-297, 2013.

IDOWU, A. T.; BENJAKUL, S. Bitterness of fish protein hydrolysate and its debittering prospects. **Journal of Food Biochemistry**, 2019.

KHAN, S.; REHMAN, A.; SHAH, H.; AADIL, R. M.; ALI, A.; SHEHZAD, Q.; ASHRAF, W.; YANG, F.; KARIM, A.; KHALIQ, A.; XIA, W. Fish protein and Its Derivatives: The Novel Applications, Bioactivities, and Their Functional Significance in Food Products. **Food Reviews International**, v. 38, n. 8, p. 1607-1634, 2022.

KHODAEI, D.; NOCI, F.; RYAN, L. Optimizing protein bars with whey protein isolate, pea protein isolate, and blue whiting (*Micromesistius poutassou*) fish protein hydrolysate: a simplex-centroid mixture design study. **Food Science & Nutrition**, v. 13, 2024.

KIM, J. M.; WU, H.; GREEN, G.; WINKLER, C. A.; KOPP, J. B.; MINER, J. H.; UNANUE, E. R.; SHAW, A. S. CD2-Associated Protein Haploinsufficiency Is Linked to Glomerular Disease Susceptibility. **Science**, v. 300, n. 5623, p. 1298-1300, 2003.

KINSELLA, J. E. Food proteins. In: KNORR, D. **Food biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1987. cap. 14.

KINSELLA, J. E. Functional properties of proteins in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 7, p. 219–280, 1976.

KINSELLA, J. E. Relationships between structure and functional properties of food proteins. In: FOX, P. F.; CONDON, J. J. (eds.). **Food proteins**. London: Applied Science Publishers, 1982. p. 59–99.

KRISTINSSON, H. G.; HULTIN, H. O. Effect of Low and High pH Treatment on the Functional Properties of Cod Muscle Proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.17, p.5103-5110, 2003.

KRISTINSSON, H. G.; THEODORE, A. E.; INGADOTTIR, B. Chemical processing methods for protein recovery from marine by-products and underutilized fish species. In: SHAHIDI, F. (ed.). **Maximising the value of marine by-products**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2007. p. 144–168.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

LOPEZ-ENRIQUEZ, R. L.; OCAÑO-HIGUERA, V. M.; TORRES, W.; BRAUER, J. M. E.; RIOS, E. M. Chemical and Functional Characterization of Sarcoplasmic Proteins from Giant Squid (*Dosidicus gigas*) Mantle. **Journal of Chemistry**, v. 6, p. 1-10, 2015.

MACKIE, L. M. New approaches in the use of fish proteins. In: HUDSON, B. J. F. (ed.). **Developments in food proteins – 2**. London: Applied Science Publishers, 1983. p. 215–262.

MARTINS, V. G.; COSTA, J. A. V.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Hidrolisado proteico de pescado obtido por vias química e enzimática a partir de corvina (*Micropogonias furnieri*). **Química Nova**, v. 32, n. 1, p. 61-66, 2009.

MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; DELIZA, R.; CASTRO, V. S.; MUTZ, Y. S.; SOARES JUNIOR, M. S.; CALIARI, M.; SANTOS, E. A.; CONTE-JUNIOR, C. A. Physicochemical and sensory characteristics of pasta enriched with fish (*Oreochromis niloticus*) waste flour. **LWT – Food Science and Technology**, v. 111, p. 751–758, 2019.

NAKAJIMA, M.; SHOJI, T.; NABETANI, H. Protease hydrolysis of water soluble fish proteins using a free enzyme membrane reactor. **Process Biochemistry**, v. 27, p. 155-160, 1992.

NGUYEN, T. T.; BARBER, A. R.; CORBIN, K.; ZHANG, W. Lobster processing by-products as valuable bioresource of marine functional ingredients, nutraceuticals, and pharmaceuticals. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 4, n. 7, p. 27–46, 2017.

NIU, J.; ZHAO, B.; GUO, X.; YIN, T. Effects of Vacuum Freeze-Drying and Vacuum Spray-Drying on Biochemical Properties and Functionalities of Myofibrillar Proteins from Silver Carp. **Journal of Food Quality**, v. 2019, p. 1-8, 2019.

O'BRIEN, E. P.; DIMA, R. I.; BROOKS, B.; THIRUMALAI, D. Interactions between Hydrophobic and Ionic Solutes in Aqueous Guanidinium Chloride and Urea Solutions: Lessons for Protein Denaturation Mechanism. **Journal of the American Chemical Society**, v.129, n.23, p.7346-7353, 2007.

OLAOFE, O.; AROGUNDAD, L. A.; ADEYEYE, E. I.; FALUSI, O. M. Composition

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

and food of the variegated grasshopper. **Trop Science**, v. 38, p. 233-237, 1998.

OPREA, O. B.; SANNAN, S.; TOLSTOREBROV, I.; CLAUSSEN, I. C.; GACEU, L. Effects of fish protein hydrolysate on the nutritional, rheological, sensorial, and textural characteristics of bread. **Foods**, v. 13, p. 698, 2024.

PANIPAT, W.; CHAIJAN, M. Functional properties of pH-shifted protein isolates from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) head by-product. *International Journal of Food Properties*, v. 20, n. 3, p. 596–610, 2017.

PIRES, C.; COSTA, S.; BATISTA, A. P.; NUNES, M. C.; RAYMUNDO, A.; BATISTA, I. Properties of protein powder prepared from Cape hake by products. **Journal of Food Engineering**, v. 108, n. 2, p. 268–275, 2012.

PLEER, D.; WIMMER, R.; ERIKSEN, N. T. Quantification of amino acids in fermentation media by isocratic HPLC analysis of their α-hydroxy acid derivatives. **Analytical Chemistry**, v. 83, n. 1, p. 175–181, 2011.

RAMIREZ, J. A.; DIAZ-SOBAC, R.; MORALES, O. G.; VAZQUEZ, M. Evaluation of freeze-dried surimi from tilapia and fat sleeper as emulsifier. **Ciencia y Tecnologia Alimentaria**, v. 2, n. 4, p. 210–214, 1999.

RAMOS-MIRAS, J.; SÁNCHEZ-MUROS, M.; MOROTE, E.; TORRIJOS, M.; GIL, C.; ZAMANI-AHMADMAHMOODI, R.; MARTÍN, J. R. Potentially toxic elements in commonly consumed fish species from the Western Mediterranean Sea (Almería Bay): bioaccumulation in liver and muscle tissues in relation to biometric parameters**. Science of the Total Environment**, v. 671, p. 280–287, 2019.

REHMAN, A.; TONG, Q.; JAFARI, S. M.; ASSADPOUR, E.; SHEHZAD, Q.; AADIL, R. M.; IQBAL, M. W.; RASHED, M. M. A.; MUSHTAQ, B. S.; ASHRAF, W. Carotenoid-loaded nanocarriers: a comprehensive review. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 275, 2020.

ROUSSEL-PHILIPPE, C.; PINA, M.; GRAILLE, J. Chemical lipophilization of soy protein isolates and wheat gluten. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 102, n. 2, p. 97-101, 2000.

SASIDHARAN, A.; VENUGOPAL, V. Proteins and co-products from seafood processing discards: their recovery, functional properties and applications. **Waste**

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

**and Biomass Valorization**, v. 11, p. 5647–5663, 2020.

SATHIVEL, S.; BECHTEL, P. J. Properties of soluble protein powders from pollock. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 41, n. 5, p. 520–529, 2006.

SATHIVEL, S.; BECHTEL, P. J.; BABBITT, J. K.; PRINYAWIWATKOOL, W.; PATTERSON, M. Functional, nutritional and rheological properties of protein powders from arrowtooth flounder and their application in mayonnaise. **Journal of Food Science**, v. 2, p. 57–63, 2005.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos: propriedades, degradações e modificações**. São Paulo: Livraria Varela, 1996. 517 p.

SHARMA, K.; ZHANG, W.; RAWDKUEN, S. Dietary plant-based protein supplements: sources, processing, nutritional value, and health benefits. **Foods**, v. 14, 2025.

SHAVIKLO, A. R. Development of fish protein power as an ingredient for food applications: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 2, p. 648-661, 2015.

SHAVIKLO, A. R.; KARGARI, A.; ZANGANEH, P. Interactions and effects of the seasoning mixture containing fish protein powder/omega-3 fish oil on children's liking and stability of extruded corn snacks using a mixture design approach. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, n. 3, p. 1097-1105, 2013.

SHAVIKLO, A. R.; REZAPANAH, S.; MOTAMEDZADEGAN, A.; DAMAVANDI-KAMALI, N.; MOZAFARI, H. Optimum conditions for protein extraction from tuna processing by-products using isoelectric solubilization and precipitation processes. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v. 16, n. 2, p. 774-792, 2017.

SHAVIKLO, G. R. **Quality assessment of fish protein isolate using surimi standard methods**. Reykjavik: United Nations University – Fisheries Training Programme, 2006.

SHAVIKLO, G. R.; THORKELSSON, G.; ARASON, S. The influence of additives and frozen storage on functional properties and flow behaviour of fish protein isolated from haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). **Turkish Journal of**

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

**Fisheries and Aquatic Science**, v. 10, n. 3, p. 333–340, 2010c.

SHAVIKLO, G. R.; THORKELSSON, G.; ARASON, S.; SVEINSDOTTIR, K. Characteristics of freeze-dried fish protein isolated from saithe (*Pollachius virens*). **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 3, p. 309–318, 2012.

SHAVIKLO, G. R.; THORKELSSON, G.; ARASON, S.; SVEINSDOTTIR, K.; RAFIPOUR, F. Chemical properties and sensory quality of ice cream fortified with fish protein. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 7, p. 1199–1204, 2011b.

SHAVIKLO, G. R.; THORKELSSON, G.; KRISTINSSON, H. G.; ARASON, S.; SVEINSDOTTIR, K. The influence of additives and drying methods on quality attributes of fish protein powder made from saithe (*Pollachius virens*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 12, p. 2133–2143, 2010a.

SHAVIKLO, G. R.; THORKELSSON, G.; SIGURGISLADOTTIR, S.; RAFIPOUR, F. Quality and storage stability of extruded puffed corn-fish snacks during 6-month storage at ambient temperature. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 5, p. 886–893, 2011a.

SHEKARABI, S. P. H.; SHAHBAZI, M. Partial Substitution of Wheat Flour with Fish Protein Powder Influences Physicochemical, Rheological, and Sensory Properties of the Flour, Dough, and Bread. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 31, n. 1, p. 2-18, 2022.

SHEVKANI, K.; SINGH, N.; KAUR, A.; RANA, J. C. Structural and functional characterization of kidney bean and field pea protein isolates: a comparative study. **Food Hydrocolloids**, v. 43, p. 679–689, 2015.

SIKORSKI, Z. Functional properties of proteins in food systems. In: SIKORSKI, Z. (ed.). **Chemical and functional properties of food proteins**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 2001. p. 113–132.

SPINELLI, J.; KOURY, B.; MILLER, R. Approaches to the utilization of fish for the preparation of protein isolates. Enzymic modifications of myofibrillar fish protein. **Journal of Food Science**, v. 37, p. 604-608, 1972.

STANSBY, M. E. Fish and fishery products. In: JOHNSON, A. H.; PETERSON, M.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

S. (ed.). **Encyclopedia of food technology**. Westport, CT: AVI Publishing, 1974. p. 398–407.

STILLINGS, B. R.; KNOBL JR, G. M. Fish Protein Concentrate: A New Source of Dietary Protein. **Journal of the American Oil Chemist's Society**, v. 48, n. 8, p. 412-414, 1970.

SURASANI, V. K. R.; RAJU, C. V.; SHAFIQ, U.; CHANDRA, M. V.; LAKSHMISHA, I. P. Influence of protein isolates from Pangas processing waste on physico-chemical, textural, rheological and sensory quality characteristics of fish sausages. **LWT – Food Science and Technology**, v. 117, 2020.

TASKAYA, L.; CHEN, Y. C.; JACZYNSKI, J. Functional properties of proteins recovered from whole gutted silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) by isoelectric solubilization/precipitation. **LWT – Food Science and Technology**, v. 42, n. 6, p. 1082–1089, 2009.

THORKELSSON, G.; SLIZYTE, R.; GILDBERG, A.; KRISTINSSON, H. G. Fish proteins and peptides: processing methods, quality and functionality. In: LUTEN, J. B. (ed.). **Marine functional foods**. Wageningen: Wageningen University Press, 2009. p. 115–133.

TORRIS, C.; SMASTUEN, M. C.; MOLIN, M. Nutrients in fish and possible associations with cardiovascular disease risk factors in metabolic syndrome. **Nutrients**, v. 10, n. 7, 2018.

UNDELAND, I.; HALL, G.; WENDIN, K.; GANGBY, I.; RUTGERSSON, A. Preventing lipid oxidation during recovery of functional proteins from herring (Clupea harengus) fillets by an acid solubilization process. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 14, p. 5625–5634, 2005.

UNDELAND, I.; KELLEHER, S.; HULTIN, H. O. Recovery of functional proteins from herring (*Clupea harengus*) light muscle by an acid or alkali solubilization process. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 25, p. 731–737, 2002.

VENUGOPAL, V.; CHAWLA, S. P.; NAIR, P. M. Spray-dried protein powder from threadfin bream: preparation, properties and comparison with FPC type B. **Journal**

REMUNOM
ISSN 2178-6925

**Received:** 20/01/2026 - **Accepted:** 12/02/2026
**Vol**: 02.02
**DOI**: 10.61164/0nmk1w64
**Pages:** 1-41

**of Muscle Foods**, v. 7, p. 55–58, 1996.

VERDI, R.; GASPARINO, E.; CORADINI, M. F.; CHAMBO, A. P. S.; FEIHRMANN, A. C.; GOES, E. S. D. R.; SOUZA, M. L. R. D. Inclusion of Dehydrated Mix of Tilapia and Salmon in Pizzas. **Food Science and Technology**, v. 40, n. 4, p. 794-799, 2020.

VIJAYKRISHNARAJ, M.; PRABHASANKAR, P. Marine protein hydrolysates: their present and future perspectives in food chemistry – a review. **RSC Advances**, v. 5, n. 44, p. 34864–34877, 2015.

ZAVAREZE, E. R.; SILVA, C. M.; MELLADO, M. S.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Funcionalidade de hidrolisados proteicos de cabrinha (Prionotus punctatus) obtidos a partir de diferentes proteases microbianas. **Química Nova**, v. 32, p. 1739-1743, 2009.

ZHANG, W.; XIAO, S.; AHN, D. U. Protein Oxidation: Basic Principles and Implications for Meat Quality. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 53, n. 11, 2013.