

*Apoiando o desenvolvimento de
alternativas vegetais e cultivadas*

Catálogo de caracterização do peixeado marinho para a indústria de proteínas alternativas

CASHE CULTIVADA DE SALMÃO - MELDTYPE



Créditos

Organizadores

Fabiola Helena dos Santos Fogaça
Carla Eliana Davico

Fotos

Xavier Neto

Pescado

Coral Pescados, São José do Rio Preto, SP
Carlos Kazuo Jasbick Tonack, RJ

Histologia

Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM)

Editoração e Diagramação

Tikinet
GFI Brasil

Autores

Fabiola Helena dos Santos Fogaça

Ana Paula Ribeiro

Bianca de França Lopes Amaral

Giovanna Degering Jansen Frechiani

Gustavo Pimenta Araújo

Tainá K. S. F. I. de Souza

Flávia dos Santos Gomes

Carlos Wanderlei Piler de Carvalho

Carmine Conte

Caroline Mellinger-Silva

Carla Eliana Davico

Cristiane Sobrinho Cavalcanti Silva

Giselle Pinto de Faria Lopes

Henriqueta Talita Guimarães Barboza

Humberto Bizzo

José Carlos Sá Ferreira

Mariana Matos

Paola Ervatti Gama

Tania dos Santos Silva

Tatiana de Lima Azevedo

Apoiando o desenvolvimento de alternativas vegetais e cultivadas: Catálogo de caracterização do pescado marinho para indústria de proteínas alternativas. 2025. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa & The Good Food Institute – GFI. Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que seja citada a fonte. É vedado seu uso para venda ou fins comerciais. A responsabilidade pelos direitos autorais dos textos e imagens desta obra são da equipe técnica executora do projeto de pesquisa “Seafood species characterization to support plant-based and cultivated products development”, financiado pelo The Good Food Institute, GFI, através do programa “GFI Research Program Exploratory Research Grants”.

Elaboração, distribuição, informações

The Good Food Institute Brasil - GFI Brasil

Site: www.gfi.org.br | E-mail: gfibr@gfi.org

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Endereço: Avenida das Américas n.29501, Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 23020-470.

Telefone: 21 36229689

Site: www.embrapa.br/agroindustria-de-alimentos | E-mail: fabiola.fogaca@embrapa.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

F655 Fogaça, Fabiola Helena dos Santos; Davico, Carla Eliana (Organizadoras) Catálogo de caracterização do pescado marinho para indústria de proteínas alternativas: apoiando o desenvolvimento de alternativas vegetais e cultivadas / Organização de Fabiola Helena dos Santos Fogaça e Carla Eliana Davico. – São Paulo: Tikibooks; Embrapa; The Good Food Institute Brasil, 2025.
E-Book: PDF, 13 p.; IL; Color

Projeto “Seafood species characterization to support plant-based and cultivated products development”

ISBN 978-85-66241-23-5

1. Alimentos. 2. Cadeia Produtiva Alimentar. 3. Tecnologia de Alimentos. 4. Inovação. 5. Pescado. 6. Propriedades do Pescado. 7. Proteínas Alternativas. 8. Salmão do Atlântico. 9. Garoupa. 10. Robalo. 11. Bijupirá. 12. Atum Bigeye. 13. Atum Yellowfin. 14. Camarão. 15. Bioeconomia. 16. Sustentabilidade. I. Título. II. Apoiando o desenvolvimento de alternativas vegetais e cultivadas. III. Fogaça, Fabiola Helena dos Santos (Organizadora). IV. Davico, Carla Eliana (Organizadora). V. Embrapa. VI. IFC/Brasil.

CDU 664

CDD 664

Catalogação elaborada por Regina Simão Paulino – CRB 6/1154

Apresentação

A elaboração de um banco de dados abrangente e padronizado que reúna informações sobre as propriedades químicas, físicas e sensoriais de diferentes espécies de pescado é importante para subsidiar a condução de pesquisas e o desenvolvimento de produtos análogos vegetais e cultivados similares aos produtos convencionais.

Uma grande quantidade de dados descrevendo tais propriedades já está disponível em literatura científica. Porém, na sua maioria, são dados obtidos com métodos que variam para cada espécie e encontram-se fragmentados e dispersos em diferentes publicações. A utilização de técnicas padronizadas aplicadas nas diferentes espécies, podem contribuir para:

1. Melhorar a compreensão da estrutura e composição do músculo do pescado, subsidiando o desenvolvimento de análogos mais competitivos;
2. Otimizar a avaliação dos atributos do pescado e seus produtos análogos;
3. Definir parâmetros-chave que podem contribuir para melhor aceitação dos produtos análogos pelo mercado consumidor.

Por isso, entre 2021 e 2024 o projeto “*Seafood species characterization to support plant-based and cultivated products development*”, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA e pelo Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira/IEAPM, caracterizou as propriedades físico-químicas e sensoriais de espécies de pescado com importância econômica, relevância social e preferência do consumidor no Brasil.

0 projeto avaliou 7 espécies de pescado diferentes:

- Salmão do Atlântico (*Salmo salar*);
- Garoupa (*Epinephelus marginatus*);
- Robalo (*Centropomus* spp.);
- Bijupirá (*Rachycentron canadum*);
- Atum Bigeye (*Thunnus obesus*);
- Atum Yellowfin (*Thunnus albacares*); e
- Camarão (*Litopenaeus vannamei*).

Os objetivos da pesquisa foram:

1. Caracterizar espécies de pescado para apoiar o desenvolvimento de produtos cultivados e análogos vegetais;
2. Padronizar metodologias para a análise de pescado, em colaboração com parceiros internacionais, a fim de estruturar uma base de dados e protocolos de apoio que poderão ser utilizados pela indústria de proteínas alternativas;
3. Determinar correlações entre parâmetros instrumentais e histológicos para contribuir para o desenvolvimento de produtos análogos cultivados e vegetais.

Todos os resultados do projeto estão disponíveis na plataforma [PISCES](#) (Phylogenetic Index of Seafood Characteristics), uma base de dados de acesso aberto do GFI, contendo as características e impactos dos pescados convencionais. Neste documento, apresentamos um resumo dos dados de parâmetros de qualidade e parâmetros funcionais das sete espécies de pescado avaliadas.

Descrição dos métodos utilizados e funcionalidade dos parâmetros avaliados

- a) Frescor: avaliado pela leitura direta das mudanças nas propriedades dielétricas da musculatura do pescado, usando-se o equipamento portátil Torrymeter (Calanche et al., 2020). Escala de 0 (pouco fresco) a 18 (muito fresco). Essa análise permite a determinação do frescor em pescado não congelado. Relevância do parâmetro: importante para avaliar a qualidade sensorial do produto fresco in natura, pois tem alta correlação com os aspectos sensoriais de aparência, rigidez muscular, odor e cor.
- b) pH: leitura em pHmetro utilizando-se uma porção de músculo homogeneizada em água destilada (MAPA, 2022). Parâmetro físico-químico que determina o frescor do pescado (valores > 6,80 indicam deterioração em peixes e >7,85 em camarões). Relevância do parâmetro: alterações no pH provocam mudanças na textura dos produtos.
- c) Cor: leitura direta do músculo cru e cozido, utilizando-se um colorímetro de laboratório (com iluminante D65 e ângulo de visão de 10°), e um colorímetro portátil (iluminante D65 e ângulo de visão de 2°). Padrão CIELAB: L (luminosidade/opacidade), a (+a indica vermelho e -a indica verde) e b (+b indica amarelo e -b indica azul). Relevância do parâmetro: importante na avaliação da degradação proteica e oxidação lipídica em alimentos. A cor é um dos fatores que atraem o consumidor.
- d) Compostos voláteis: extraídos por microextração em fase sólida, detectados e quantificados em cromatógrafo gasoso equipado com detector de ionização de chamas (Flame Ionization Detector/FID) (Van Den Dool; Kratz, 1963; Adams, 2005). Relevância do parâmetro: importante indicador também de frescor, pois esses compostos são rapidamente degradados. São os compostos que sensorialmente provocam atratividade pelo pescado.
- e) Capacidade emulsificante e estabilidade da emulsão: determinadas por turbidimetria. Relevância do parâmetro: indicam o potencial do músculo em formar emulsões que serão usadas na formulação de produtos análogos.
- f) Textura: usando-se um texturômetro equipado com probes Warner-Bratzler. Relevância do parâmetro: relaciona-se com parâmetros sensoriais ligados ao consumo.
- g) Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNV-T): determinadas por métodos colorimétricos (MAPA, 2022). Relevância do parâmetro: relaciona-se ao frescor do produto, usado na determinação da vida útil do pescado fresco.
- h) Histologia do músculo do pescado: corte cranial e caudal, hipaxial e epaxial, fixados em formol 10%, desidratados em série alcoólica, diafanizados em xilol, incluídos em parafina e seccionados a 5µm. As lâminas foram coradas com Tricrômico de Mallory. Relevância do parâmetro: mostram a estrutura das fibras musculares e podem ser usados nos moldes dos produtos impressos.
- i) Caracterização da proteína: Proteína total/%: método Kjeldahl (AOAC, 2010); % de proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares: separação por diferença de pH (Ramachandran et al., 2007); Solubilidade: quantificação da proteína solúvel por Kjeldahl (AOAC, 2010); Força de gel: pela resistência ao corte (Lan et al., 1995). Relevância do parâmetro: podem ser usados na formulação dos produtos análogos.

Resultados obtidos

Salmão

Nome científico: *Salmo salar*

Nome comum: Salmão do Atlântico

Parâmetros de Qualidade:

Frescor: 3,44

pH: 6,91

Cor cru: L = 47,66; a = 12,28; b = 11,63.

Cor cozido: L = 69,94; a = 13,09; b = 21,08.

BNV-T: 6,31 mg/ 100 g filé

Parâmetros funcionais:

Firmeza do músculo cru: 12,27 N

Força de cisalhamento cru: 327,48 N

Firmeza do músculo cozido: 7,79 N

Força de cisalhamento cozido: 221,16 N

Proteína Total: 20,0%

Proteína Sarcoplasmática: 0,8%

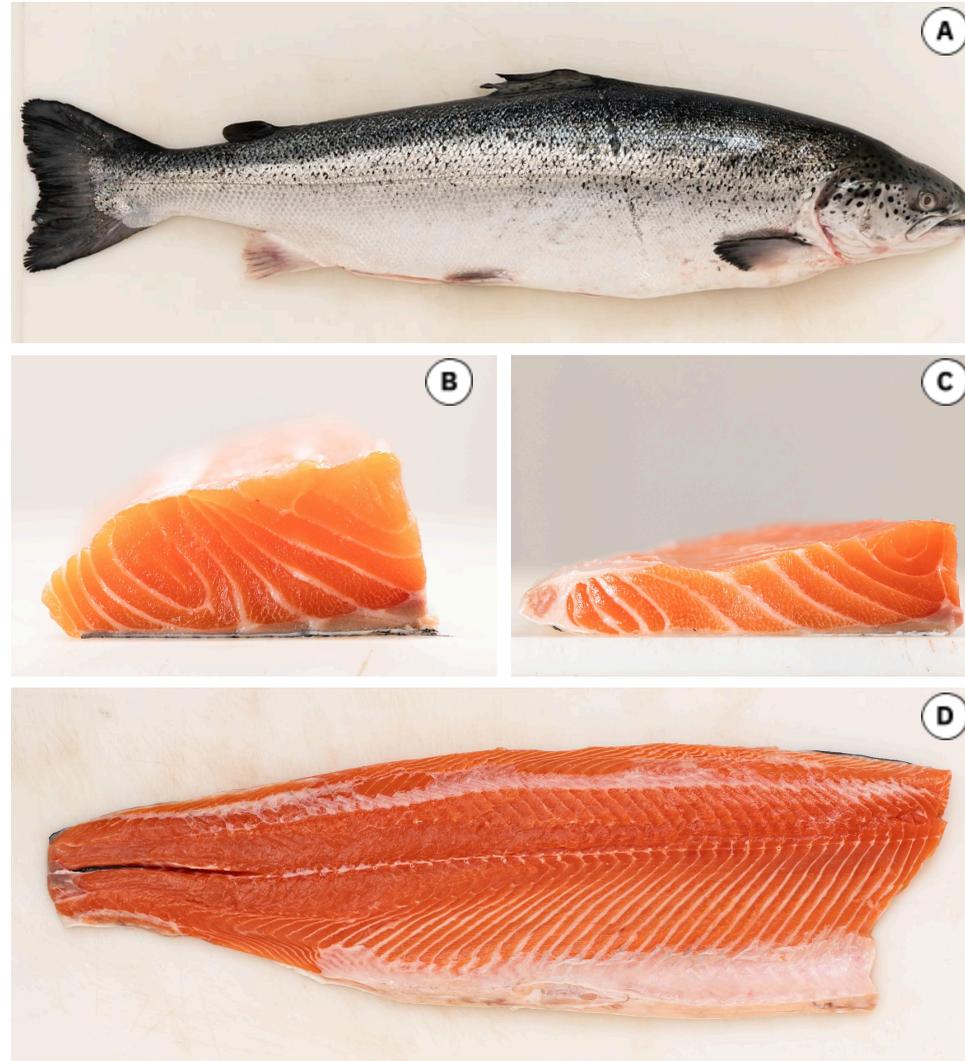
Proteína Miofibrilar: 19,2%

Solubilidade da proteína: 25,3%

Força do gel: 8,99 N

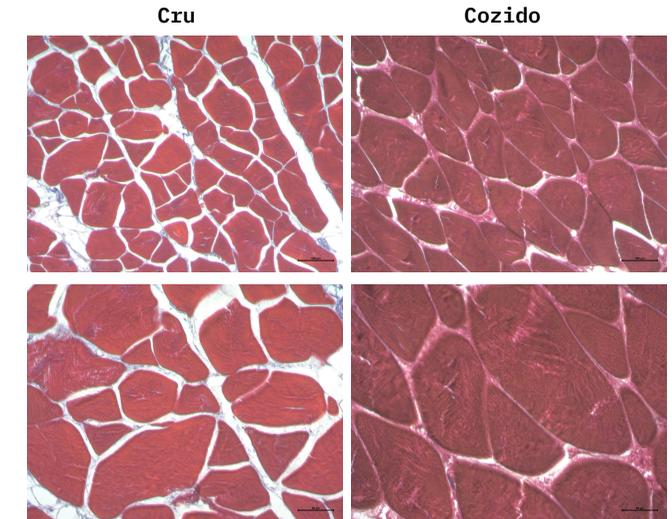
Capacidade emulsificante: 15,46%

Estabilidade da emulsão: 13,80 min.

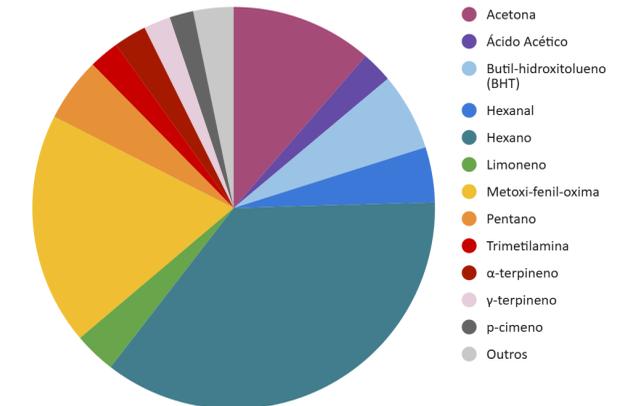


(A) Salmão; (B) Lombo; (C) Ventrecha; (D) Filé.

Histologia: Tecido muscular transversal



Coloração: Tricrômico de Mallory



Compostos voláteis identificados
([Material Suplementar I](#))

Garoupa

Nome científico: *Epinephelus marginatus*

Nome comum: garoupa verdadeira

Parâmetros de Qualidade:

Frescor: 10,2

pH: 7,22

Cor cru: L = 42,54; a = 1,67; b = -5,85.

Cor cozido: L = 66,29; a = 0,92, b = 4,62.

BNV-T: 10,91 mg/ 100 g filé

Parâmetros funcionais:

Firmeza do músculo cru: 47,31 N

Força de cisalhamento cru: 821,60 N

Firmeza do músculo cozido: 12,96 N

Força de cisalhamento cozido: 276,56 N

Proteína Total: 20,69%

Proteína Sarcoplasmática: 0,81%

Proteína Miofibrilar: 19,88%

Solubilidade da proteína: 24,5%

Força do gel: 14,01N

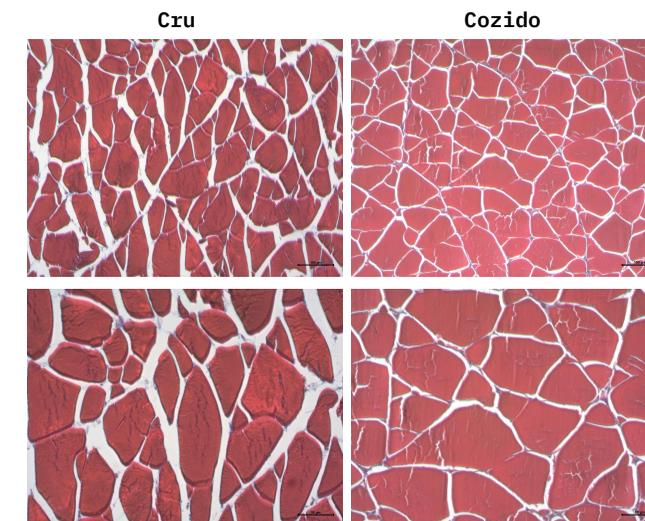
Capacidade emulsificante: 17,95 %

Estabilidade da emulsão: 102,77 min

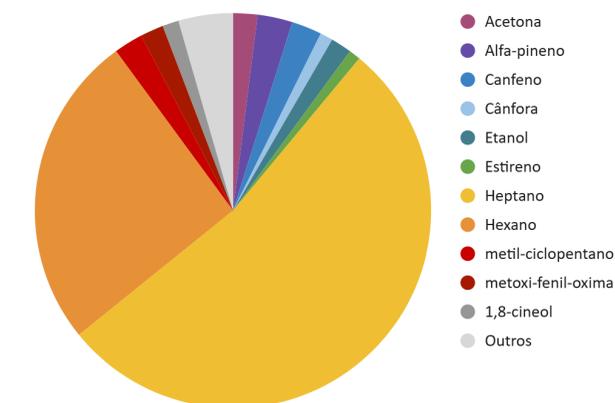


(A) Garoupa; (B) Lombo esquerdo; (C) Lombo direito; (D) Filé.

Histologia: Tecido muscular transversal



Coloração: Tricrômico de Mallory



Compostos voláteis identificados
(Material Suplementar I)

Robalo

Nome científico: *Centropomus spp.*

Nome comum: robalo

Parâmetros de Qualidade:

pH: 7,32

Cor cru: L = 42,34; a = 1,90; b = -4,57.

Cor cozido: L = 68,32; a = 3,75; b = 8,24.

Parâmetros funcionais:

Firmeza do músculo cru: 30,69 N

Força de cisalhamento cru: 650,29 N

Firmeza do músculo cozido: 9,41 N

Força de cisalhamento cozido: 257,86 N

Proteína Total: 21,23%

Proteína Sarcoplasmática: 0,74%

Proteína Miofibrilar: 20,49%

Solubilidade da proteína: 21,76%

Força do gel: 5,33N

Capacidade emulsificante: 27,44%

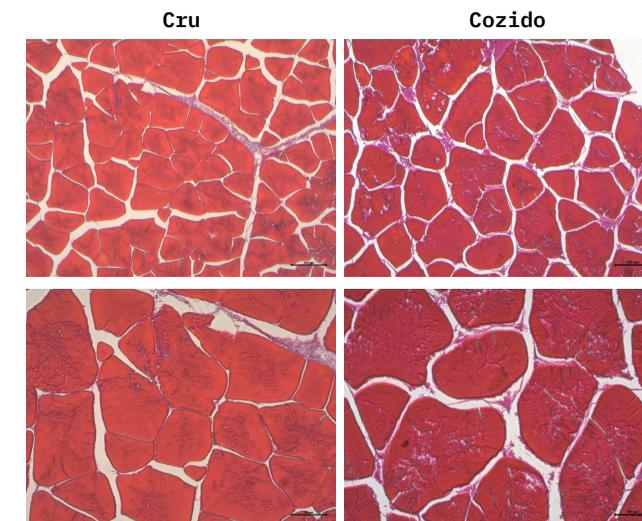
Estabilidade da emulsão: 292,65 min.

Estabilidade da emulsão: 102,77 min

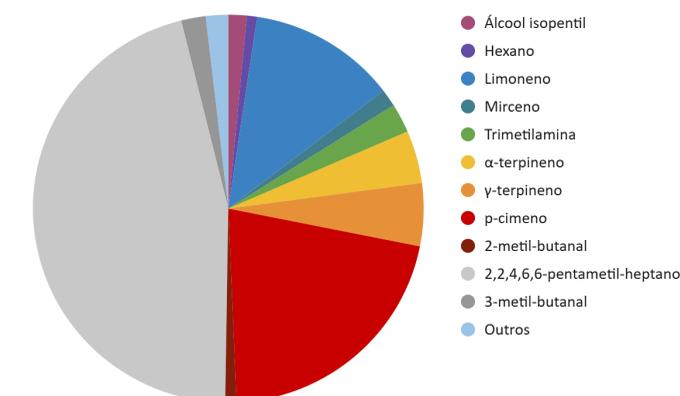


(A) Robalo; (B) Lombo esquerdo; (C) Lombo direito; (D) Filé.

Histologia: Tecido muscular transversal



Coloração: Tricrômico de Mallory



Compostos voláteis identificados
(Material Suplementar I)

Bijupirá

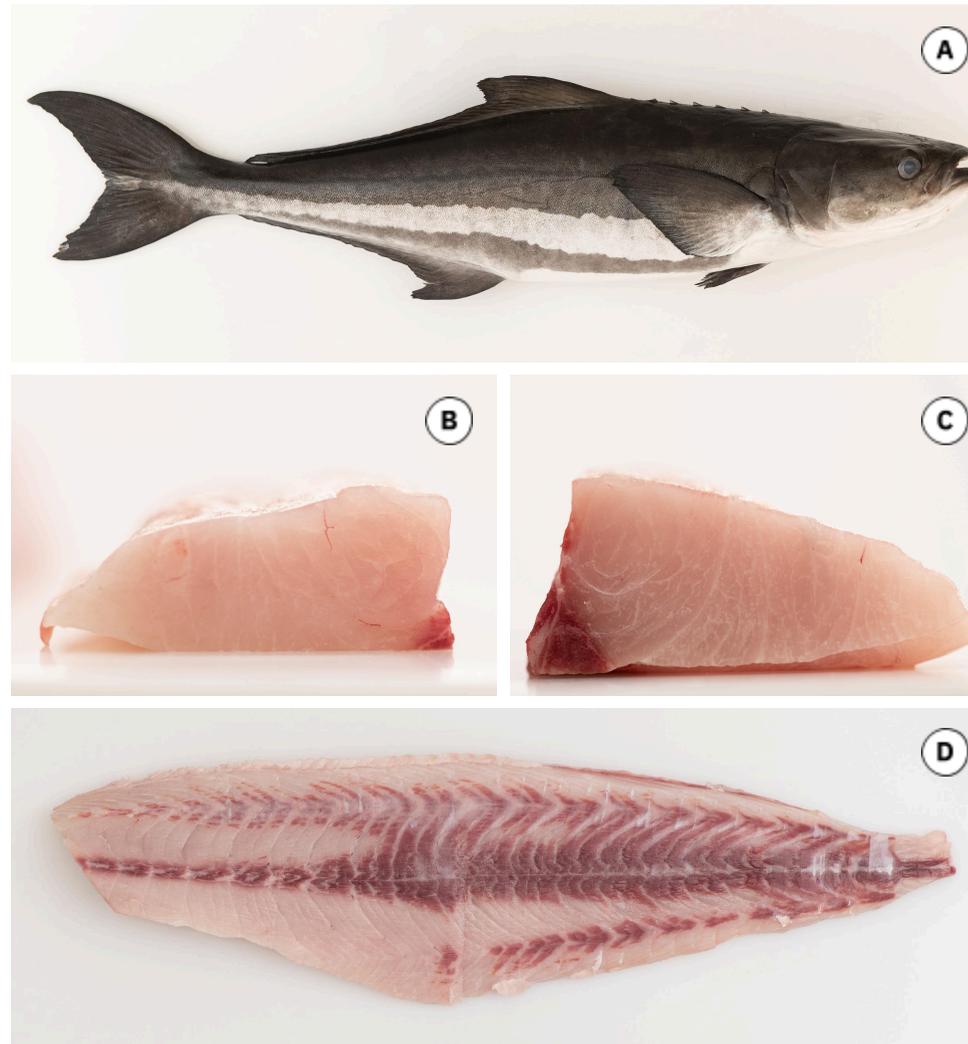
Nome científico: *Rachycentron canadum*
Nome comum: bijupirá, cação de escamas

Parâmetros de Qualidade:

Frescor: 11,6
pH: 6,53
Cor cru: L = 55,23; a = 0,29; b = -1,94.
Cor cozido: L = 81,22; a = -0,03; b = 10,03.
BNV-T: 6,85 mg/ 100 g de filé

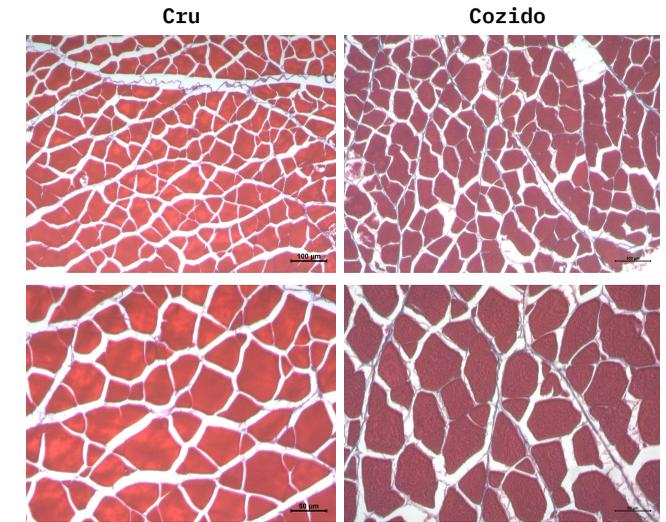
Parâmetros funcionais:

Firmeza do músculo cru: 33,08 N
Força de cisalhamento cru: 804,00 N
Firmeza do músculo cozido: 13,25 N
Força de cisalhamento cozido: 354,02 N
Proteína Total: 18,96%
Proteína Sarcoplasmática: 0,57%
Proteína Miofibrilar: 18,39%
Solubilidade da proteína: 18,69%
Força do gel: 11,91 N
Capacidade emulsificante: 15,94%
Estabilidade da emulsão: 13,80 min.

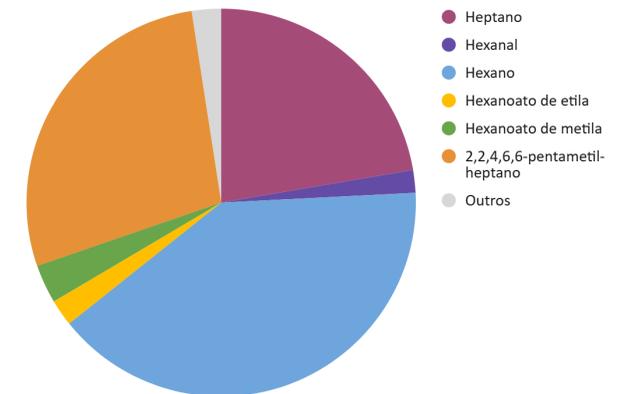


(A) Bijupirá; (B) Lombo esquerdo; (C) Ventrecha; (D) Filé.

Histologia: Tecido muscular transversal



Coloração: Tricrômico de Mallory



Compostos voláteis identificados
(Material Suplementar I)

Atum Bigeye

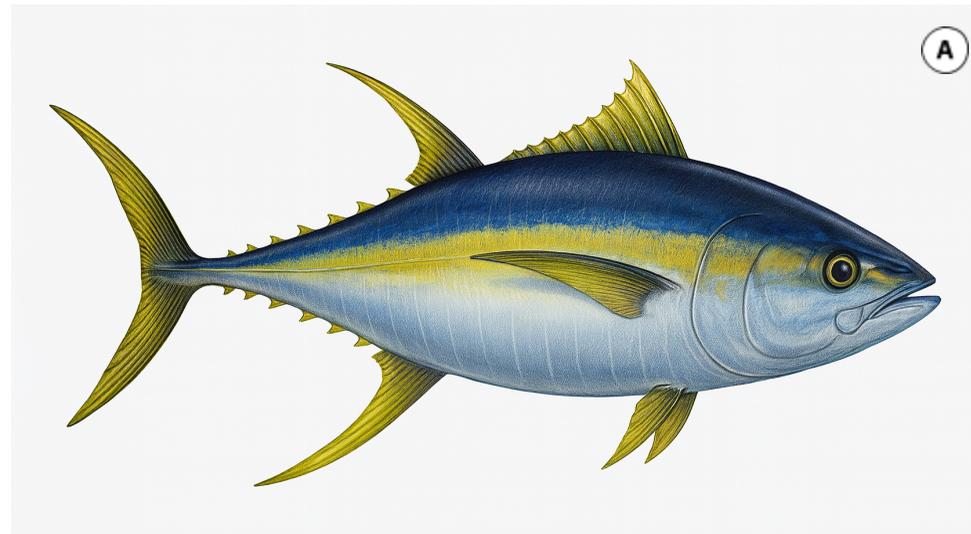
Nome científico: *Thunnus obesus*
Nome comum: atum Bigeye

Parâmetros de Qualidade:

Frescor: 3,4
pH: 6,33
Cor cru: L = 32,89; a = 7,63; b = -4,62.
Cor cozido: L = 63,73; a = 6,18; b = 9,41.
BNV-T: 8,14 mg/ 100g de filé

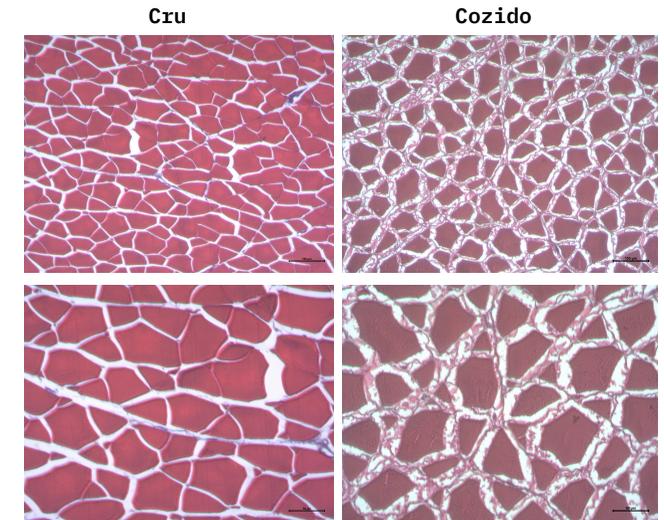
Parâmetros funcionais:

Firmeza do músculo cru: 8,83 N
Força de cisalhamento cru: 261,21 N
Firmeza do músculo cozido: 19,61 N
Força de cisalhamento cozido: 517,92 N
Proteína Total: 23,0%
Proteína Sarcoplasmática: 1,15%
Proteína Miofibrilar: 21,85%
Solubilidade da proteína: 31,25%
Capacidade emulsificante: 18,07%

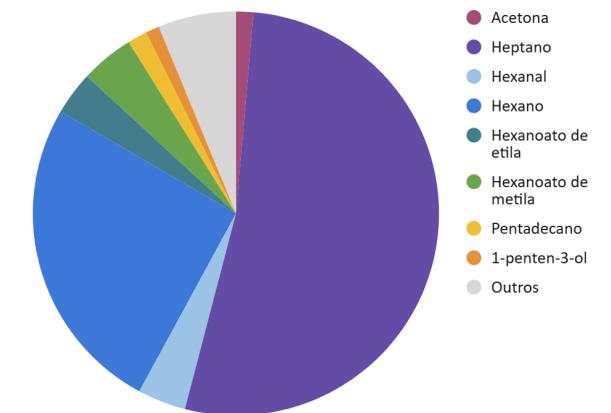


(A) Ilustração representativa de *Thunnus obesus* gerada por IA;
(B) Filé; (C & D) Lombo.

Histologia: Tecido muscular transversal



Coloração: Tricrômico de Mallory



Compostos voláteis identificados
(Material Suplementar I)

Atum Yellowfin

Nome científico: *Thunnus albacares*

Nome comum: atum Yellowfin

Parâmetros de Qualidade:

Frescor: 5,3

pH: 6,26

Cor cru: L = 34,88; a = 9,03; b = -4,51.

Cor cozido: L = 67,94; a = 5,43, b = 10,29.

BNV-T: 10,19 mg / 100g de filé

Parâmetros funcionais:

Firmeza do músculo cru: 9,97 N

Força de cisalhamento cru: 255,84 N

Firmeza do músculo cozido: 22,55 N

Força de cisalhamento cozido: 520,01 N

Proteína Total: 25,6%

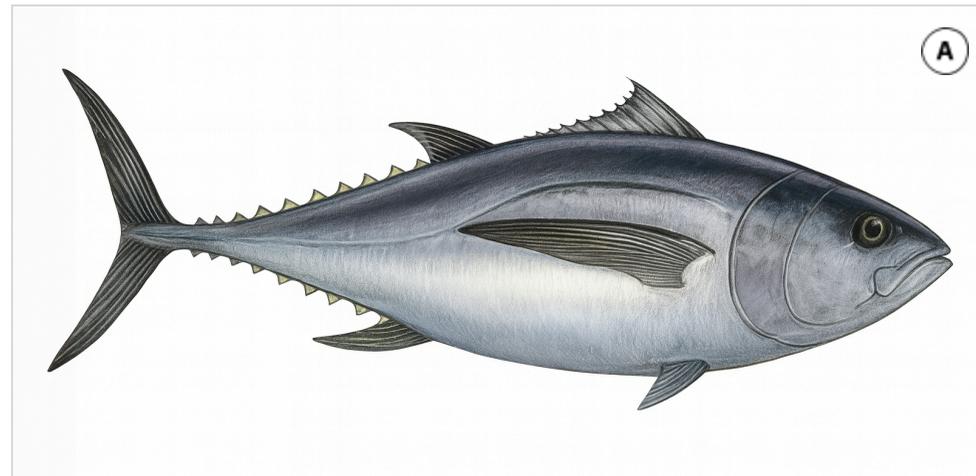
Proteína Sarcoplasmática: 1,35%

Proteína Miofibrilar: 24,3%

Solubilidade da proteína: 33,05%

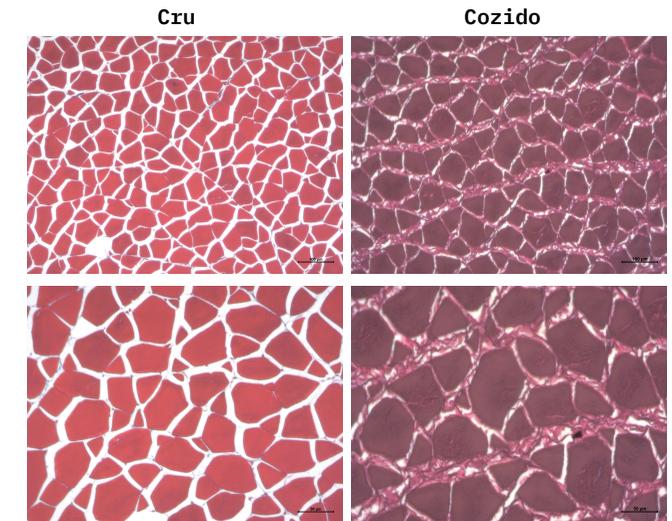
Capacidade emulsificante: 18,81%

Estabilidade da emulsão: 14,65 min.

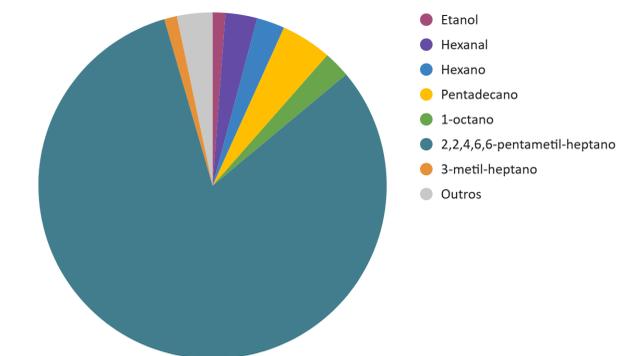


(A) Ilustração representativa de *Thunnus albacares* gerada por IA.

Histologia: Tecido muscular transversal



Coloração: Tricrômico de Mallory



Compostos voláteis identificados
(Material Suplementar I)

Camarão

Nome científico: *Litopenaeus vannamei*

Nome comum: camarão cinza

Parâmetros de Qualidade:

Frescor: 10,9

pH: 7,41

Cor cru: L = 40,95; a = 4,58, b = -3,82.

Cor cozido: L = 67,45; a = 3,98; b = 7,97.

Parâmetros funcionais:

Firmeza do músculo cru: 18,14 N

Força de cisalhamento cru: 48,64 N

Firmeza do músculo cozido: 4,75 N

Força de cisalhamento cozido: 15,44 N

Proteína Total: 19,6%

Proteína Sarcoplasmática: 1,13%

Proteína Miofibrilar: 18,44%

Solubilidade da proteína: 35,9%

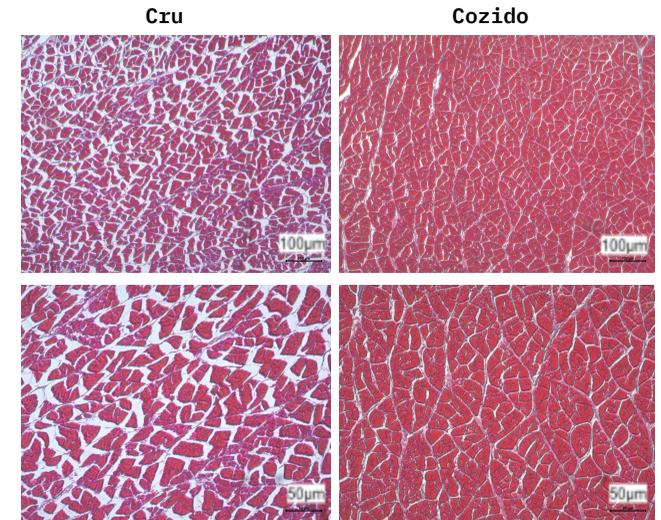
Capacidade emulsificante: 29,60%

Estabilidade da emulsão: 55,85 min.

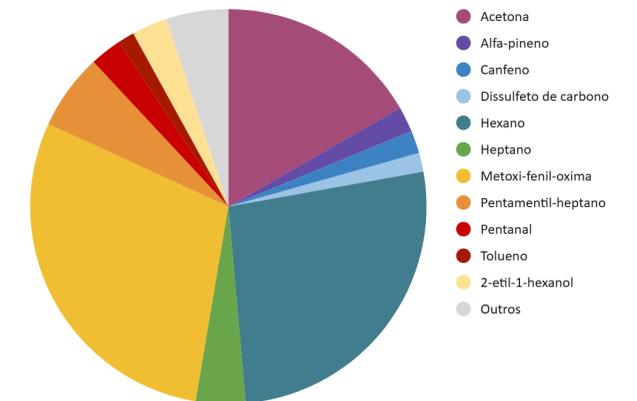


(A) Camarões inteiros; (B) Filés.

Histologia: Tecido muscular transversal



Coloração: Tricrômico de Mallory



Compostos voláteis identificados
(Material Suplementar I)

Bibliografia

CALANCHE, J.; PEDROS-GARRIDO, S.; BELTRAN, J.A. Design of predictive tools to estimate freshness index in farmed Sea Bream (*Sparus aurata*) stored in ice. **Foods**, v.9, n.1, p.69, 2020.

MAPA. **Métodos Oficiais para Análise de Produtos de Origem Animal**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2022, 184 p.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P.D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography A**, v.11, p. 463-471, 1963.

ADAMS, R. Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. **Carol Stream**, v.16, p.65-120, 2005.

AOAC. **Official Methods of Analysis of ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS**. 18th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2010. Método 2001.11.

RAMACHANDRAN, D.; MOHAN, M.; SANKAR, T.V. Physicochemical characteristics of muscle proteins from barracuda (*Sphyraena jello*) of different weight groups. **LWT**, v.40, p.1418-1426, 2007.

LAN, Y.H.; NOVAKOFSKI, J.; MC CUSKER, R.H.; BREWER, M.S.; CARR, T.R; MC KEITH, F.K. Thermal gelation of pork, beef, fish, chicken and turkey muscles as affected by heating rate and pH. **Journal of Food Science**, v.60, n.5, p.936–940, 1995.

Agradecimentos

Ao The Good Food Institute/GFI pelo suporte financeiro e técnico ao projeto (GFI Research Program, Exploratory Research Grants).



Todo o trabalho desenvolvido pelo GFI é oferecido gratuitamente à sociedade e só conseguimos realizá-lo pois contamos com o suporte de nossa família de doadores. Atuamos de maneira a maximizar as doações de nossa comunidade de apoiadores, buscando sempre a maior eficiência na utilização dos recursos.

-  GFI.ORG.BR
-  INSTAGRAM
-  TIKTOK
-  YOUTUBE
-  LINKEDIN

Ajude a construir uma cadeia de alimentos mais justa, segura e sustentável.

Doe para o GFI Brasil