Alex Augusto Gonçalves

# TECNOLOGIA DO PESCADO

## Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação

2ª edição




Atheneu


SAL
SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO LEITOR
Tel.: 08000267753
www.atheneu.com.br
(21) 99165-6798 Facebook.com/editoraatheneu Twitter.com/editoraatheneu Youtube.com/atheneueditora

# TECNOLOGIA DO PESCADO

## Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação

**2ª edição**


**Editor**

Alex Augusto Gonçalves

Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Ufersa), Mossoró, RN.
Secretaria de Aquicultura e Pesca (SAP), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasília, DF.



Atheneu

Rio de Janeiro • São Paulo

2021

*EDITORA ATHENEU*

*São Paulo* — *Tel.: (11)2858-8750*
*E-mail: atheneu@atheneu.com.br*
*Rio de Janeiro* — *Rua Bambina, 74*
*Tel.: (21)3094-1295*
*E-mail: atheneu@atheneu.com.br*

*CAPA:* Equipe Atheneu

*PRODUÇÃO EDITORIAL:* Rosane Guedes

**CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO**
**SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ**

T253

Tecnologia do pescado : ciência, tecnologia, inovação e legislação / [Adriana Cristina Bordignon ... [et al.]] ; editor Alex Augusto Gonçalves. - [2. ed.] - Rio de Janeiro : Atheneu, 2021.
673 p. : il. ; 28 cm.

Inclui bibliografia e índice
ISBN 978-65-5586-161-7

1. Pescados - Tecnologia. 2. Tecnologia de alimentos (Pescado). 3. Pesca - Legislação - Brasil. 4. Pecados - Comercialização - Brasil. I. Bordignon, Adriana Cristina. II. Gonçalves, Alex Augusto.

21-69735 CDD: 338.3727
CDU: 639.2

Camila Donis Hartmann - Bibliotecária - CRB-7/6472

05/03/2021 08/03/2021

*GONÇALVES, Alex Augusto*
*Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação – 2ª edição*

*©Direitos reservados à Editora ATHENEU – Rio de Janeiro, São Paulo, 2021.*

# Sobre Colaboradores

**Adriana Cristina Bordignon, Dr.**
Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Pinheiro, MA.

**Adriano Gomes da Cruz, Dr.**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Departamento de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

**Alessandra A. Z. Cozzo de Siqueira, Dr.**
Centro Paula Souza de Ensino Tecnológico, Piracicaba, SP.

**Alex Augusto Gonçalves, Dr.**
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Ufersa), Mossoró, RN. Secretaria de Aquicultura e Pesca (SAP), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasília, DF.

**Alexandra Correa Marques de Oliveira, PhD**
Thai Union North America, Director of Quality Assurance, EUA.

**Antonio Diogo Lustosa Neto, Dr.**
Associação dos Engenheiros de Pesca do Estado do Ceará (AEP-CE), Fortaleza, CE.

**Bruna Silva de Farias, Msc.**
Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Escola de Química e Alimentos, Laboratório de Tecnologia Industrial, Rio Grande, RS.

**Carlos Alberto Muylaert Lima dos Santos**
Academia de Medicina Veterinária do Estado do Rio de Janeiro (AMVERJ), Rio de Janeiro, RJ.

**Carlos Prentice-Hernández, Dr.** (*in memoriam*)
Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Escola de Química e Alimentos, Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Rio Grande, RS.

**Cristiane Rodrigues Pinheiro Neiva, Dr.**
Unidade Laboratorial de Referência em Tecnologia do Pescado, Instituto de Pesca, Santos, SP.

**Cristina Leonhardt**
Tacta Food School, Lajeado, RS.

**Edda Lisboa Leite, Dr.**
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN.

**Edson Minoru Yajima, Dr.**
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Londrina, PR.

**Elisabete Maria Macedo Viegas, Dr.**
Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), Pirassununga, SP.

**Francisco Ives Tavares Pereira**
Auditor Fiscal Federal Agropecuário, Fortaleza, CE.

**Hellen Araujo Cavalcante de Oliveira, MSc.**
Secretaria da Agricultura, Pesca e Aquicultura do Estado do Ceará, Fortaleza, CE.

**Hugo Alexandre de Oliveira Rocha, Dr.**
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN.

**Irineu Batista**
Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), Lisboa, Portugal.

**Ivã Guidini Lopes, Dr.**
Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal, SP.

**Joice Teixeira Souza, MSc.**
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Ufersa), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA), Mossoró, RN.

**José Carlos de Almeida, Dr.**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Manaus, AM.

**José de Assis Fonseca Faria, Dr.**
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), Campinas, SP.

**José Milton Barbosa, Dr.**
Universidade Federal de Sergipe (UFS), Aracaju, SE.

**Judite Lapa Guimarães, Dr.**
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, SP.

**Juliana Antunes Galvão, Dr.**
Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba, SP.

**Léa Silvia Sant´Ana, Dr.**
Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Botucatu, SP.

**Luciana Guimarães Alves Filgueira, Dr.**
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN.

**Luis Antonio de Almeida Pinto, Dr.**
Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS.

**Luis Antônio de Oliveira Proença, Dr.**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Itajaí, SC.

**Mara Cristina Pessôa da Cruz, Dr.**
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal, SP.

**Márcia Menegassi, MSc.**
Nutricionista autônoma, Brasília, DF.

**Maria Leonor Nunes, Dr.**
Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR), Lisboa, Portugal.

**Maria Lúcia Nunes, Dr.** (*in memoriam*)
Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

**Maria Luiza Rodrigues de Souza Franco, Dr.**
Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR.

**Marina Feitosa Carvalho, MSc.**
Bolsista da Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (Fapitec), Universidade Federal de Sergipe (UFS), Aracaju, SE.

**Mario Tavares**
Instituto Adolfo Lutz (IAL) – Laboratório Regional de Santos, Santos, SP.

**Mathias Alberto Schramm, Dr.**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Itajaí, SC.

**Melina Franco Coradini, MSc.**
Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR.

**Meritaine da Rocha, Dr.**
Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS.

**Milton Luiz Pinho Espírito Santo, Dr.**
Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS.

**Mônica Queiroz de Freitas, Dr.**
Universidade Federal Fluminense (UFF), Faculdade de Veterinária, Niterói, RJ.

**Nádia Carbonera, Dr.**
Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS.

**Oscarina Viana de Sousa, Dr.**
Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

**Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira, Dr.**
Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

**Rogério de Jesus, Dr.**
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, AM.

**Rose Meire Vidotti, Dr.**
Polo Regional Centro Norte – Agência Paulista de Tecnologias dos Agronegócios (APTA), Pindorama, SP.

**Rubison Olivo, Dr.**
OLIVOS – Ciência & Technologia, Cocal do Sul, SC.

**Sergio Marcos Arins**
Caviar Brasil Produtos Alimentícios Ltda., Itajaí, SC.

**Sérgio Carmona de São Clemente, Dr.** (*in memoriam*)
Universidade Federal Fluminense (UFF), Faculdade de Veterinária, Niterói, RJ.

**Sónia Cristina Nunes Salvador Correia Pedro, Dr.**
Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), Lisboa, Portugal.

**Soraya Nassereddine Cheung**
Canadian Food Inspection Agency (CFIA), Ottawa, Canadá.

**Thais Mirapalheta, MSc.**
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC.

**Thaís Moron Machado, MSc.**
Unidade Laboratorial de Referência em Tecnologia do Pescado, Instituto de Pesca, Santos, SP.

**Thiago Pereira Alves, Dr.**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Itajaí, SC.

**Tito Roberto Sant'Anna Cadaval Junior, Dr.**
Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS.

**Uilians Emerson Ruivo**
Ruivo Consultoria Industrial Ltda., Balneário Camboriú, SC.

**Walter Augusto Ruiz, Dr.**
Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS.

**Wellington de Freitas Castro, Dr.**
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Barbacena, MG.

**Wilson Luiz Juliano dos Santos**
Consultor Industrial, Diretor da WS Consultoria Ltda., Itajaí, SC.

# Dedicatória

*"Dedico este livro a todos os profissionais que atuam na área de Ciência, Tecnologia, Inspeção e Controle de Qualidade do Pescado, principalmente, à minha esposa, Márcia, e aos meus filhos, Lucas e Gabriel, pelo estímulo, parceria e compreensão durante as incansáveis horas de trabalho."*

# Apresentação

Honra-me a satisfação que experimento nesta oportunidade de reeditar este livro, ao lado de excelentes profissionais, e, ainda, publicado pela Editora Atheneu, de renome acadêmico (nacional e internacional), sob a direção do Dr. Paulo Rzezinski, ao qual agradeço o convite e a confiança no trabalho aqui depositado.

Esta obra foi a realização de um sonho que se concretizou no ano de 2011, e para surpresa de todos obteve o segundo lugar na categoria "Tecnologia e Informática" no 54º Prêmio Jabuti em 2012. Hoje, nesta segunda edição revisada e ampliada, tenho a convicção que esta obra permanecerá como um dos livros de referência nos cursos de Engenharia de Pesca, Oceanografia, Engenharia de Aquicultura, Medicina Veterinária, Engenharia de Alimentos, Tecnologia de Alimentos, Nutrição, Gastronomia, e áreas afins, bem como nos referidos Programas de Pós-Graduação. Além do meio acadêmico, este livro certamente somará aos profissionais que atuam nos órgãos governamentais, como Secretaria de Defesa Agropecuária, Secretaria de Aquicultura e Pesca, Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Ministério da Saúde), e aos profissionais que atuam nas indústrias de processamento do pescado.

Este livro tem o objetivo de promover o avanço da pesquisa e o desenvolvimento da área de pescado, bem como estimular o progresso profissional de técnicos e pesquisadores da área. Está organizado em seis importantes sessões: Ciência do Pescado, Tecnologia do Pescado, Pesquisa e Desenvolvimento de Novos Produtos, Aproveitamento de Resíduos para a Obtenção de Novos Subprodutos, Sanitização e Higiene, e Legislação do Pescado.

Ao final, abordamos uma síntese das principais espécies comerciais de pescado em cada região do Brasil, uma extensa tabela de composição química de importantes espécies e produtos de pescado, bem como exemplos de fluxogramas operacionais dos principais processamentos do pescado.

O livro é destinado a vários níveis e contém informação tanto atual quanto inovadora, além de ser muito relevante para futuras consultas e aplicações práticas. Cada capítulo foi extensivamente trabalhado pelos seus respectivos autores, que se dedicaram à apresentar informações-chave, exemplos práticos e referências bibliográficas, sendo outro diferencial das obras até então publicadas.

No fim, este material poderá ser um complemento importante para indústrias, instituições de pesquisa, instituições de ensino técnico e superior e bibliotecas pessoais. Ele será inestimável para tecnólogos da indústria de pescado, consultores, pesquisadores, estudantes de graduação e pós-graduação e autoridades do governo envolvidas na regulação ou fiscalização e no controle de qualidade do pescado.

Desejo humildemente poder contribuir com as suas pesquisas acadêmicas, consultas nas plantas industriais, consultas no momento de uma fiscalização ou no controle de qualidade.

***Alex Augusto Gonçalves***
Brasília (DF), 2020

# Prefácio

É uma honra, para mim, ter a possibilidade de prefaciar esta obra do Dr. Alex Augusto Gonçalves. Para aqueles que trabalham com tecnologia, asseguramento da qualidade, pesquisa, desenvolvimento tecnológico, arcabouço legislativo para a produção e comercialização do pescado e produtos pesqueiros, dentre outros aspectos, o livro nos brinda com elementos substantivos robustos para melhor capacitar e facilitar o conhecimento de profissionais de diferentes formações acadêmicas, direta ou indiretamente relacionadas à área de pescado e derivados.

Quando analisamos a importância do pescado e os seus produtos quanto à inocuidade alimentar e ao comércio, identificamos diferentes capítulos desta obra com informações valiosas para a melhor fundamentação científica na busca de tais objetivos.

Dados consistentes sobre físico-química, aspectos sensoriais, microbiologia e aspectos nutricionais do pescado, assim como aqueles relacionados à certificação e rastreabilidade, ao processo de desenvolvimento de produtos, à inovação e à capacitação, proporcionam aos leitores uma base sólida para consultas sobre a segurança e o comércio dos produtos pesqueiros.

É fundamental ressaltar a base científica desta obra. O princípio científico, para a tomada de decisões, é o elemento mais importante quando consideramos a necessidade de manutenção da saúde pública e as práticas leais de comércio, conforme preconizado pela Comissão do *Codex Alimentarius*.

Destaco, também, a importância deste livro como referência nos cursos acadêmicos de Engenharia de Pesca, Engenharia de Alimentos, Medicina Veterinária, Zootecnia, Nutrição, Oceanografia, Ciências do Mar e nos programas de Pós-Graduação, bem como no meio empresarial, ou seja, para a indústria de processamento do pescado e derivados.

Finalmente, gostaria de sublinhar a grande satisfação profissional para mim, em poder trabalhar com o autor desta obra em missão da ONU, mais especificamente da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/ONU), na África. Tal experiência e oportunidade de troca de informações científicas com o Professor Alex foram marcantes na minha vida profissional. A qualidade técnica e o profissionalismo do autor, àquela época, são replicados no valor inestimável desta obra.

***Guilherme Antonio da Costa Júnior***
Adido Agrícola na Missão do Brasil junto à União Europeia
Presidente da Comissão do Codex Alimentarius

# Sumário


**Parte 1 Ciência do Pescado 1**

1 Aspectos Gerais do Pescado ..... 2
Alex Augusto Gonçalves

2 Aspectos Físico-Químicos do Pescado ..... 10
Mario Tavares ▪ Alex Augusto Gonçalves

3 Aspectos Sensoriais do Pescado ..... 18
Léa Silvia Sant´Ana ▪ Mônica Queiroz de Freitas

4 Aspectos Microbiológicos do Pescado ..... 29
Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira ▪ Oscarina Viana de Sousa

5 Aspectos Nutricionais do Pescado ..... 42
Márcia Menegassi

6 Aspectos Toxicológicos do Pescado ..... 62
Alex Augusto Gonçalves

7 Biotoxinas Marinhas em Pescado ..... 76
Mathias Alberto Schramm ▪ Luis Antônio de Oliveira Proença ▪ Thiago Pereira Alves

8 Parasitos em Pescado ..... 90
Sérgio Carmona de São Clemente (*in memoriam*)

9 Qualidade do Pescado ..... 99
Carlos Alberto Muylaert Lima dos Santos ▪ Juliana Antunes Galvão

10 Certificação e Rastreabilidade do Pescado ..... 111
Juliana Antunes Galvão

**Parte 2 Tecnologia do Pescado 123**

11 Tecnologias Tradicionais ..... 124

11.1 Resfriamento e Congelamento do Pescado ..... 124
Alex Augusto Gonçalves

11.2 Enlatamento do Pescado ..... 148
Wilson Luiz Juliano dos Santos ■ Alex Augusto Gonçalves

11.3 Secagem do Pescado ..... 168
Sónia Cristina Nunes Salvador Correia Pedro ■ Maria Leonor Nunes

11.4 Salga do Pescado ..... 176
Maria Leonor Nunes ■ Sónia Cristina Nunes Salvador Correia Pedro

11.5 Defumação do Pescado ..... 189
Alex Augusto Gonçalves ■ Alexandra Correa Marques de Oliveira

11.6 Fermentação do Pescado ..... 201
Elisabete Maria Macedo Viegas ■ Judite Lapa Guimarães

11.7 Marinação do Pescado ..... 210
Joice Teixeira Souza ■ Alex Augusto Gonçalves

11.8 Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Pescado ..... 217
Cristiane Rodrigues Pinheiro Neiva

11.9 Produção de *Surimi* e Suas Aplicações ..... 228
Alex Augusto Gonçalves

12 Tecnologias Inovadoras e Emergentes ..... 236

12.1 Embalagem Ativa e com Atmosfera Modificada ..... 236
Alex Augusto Gonçalves ■ Adriano Gomes da Cruz ■ José de Assis Fonseca Faria

12.2 Irradiação do Pescado ..... 244
Alessandra A. Z. Cozzo de Siqueira

12.3 Tecnologias de Melhoramento Mecânico de Pescado e Seus Benefícios aos Consumidores ..... 254
Rubison Olivo

12.4 Produtos Formatados e Reestruturados de Pescado ..... 261
Antonio Diogo Lustosa Neto ■ Alex Augusto Gonçalves

12.5 Produtos Empanados de Pescado ..... 272
Alex Augusto Gonçalves ■ Cristina Leonhardt

12.6 Produtos Embutidos de Pescado ..... 289
Thaís Moron Machado ■ Alex Augusto Gonçalves

12.7 Tecnologia de Alta Pressão Aplicada ao Pescado ..... 301
Alex Augusto Gonçalves

**Parte 3 Pesquisa e Desenvolvimento de Novos Produtos 313**

13 O Processo de Desenvolvimento de Produtos de Pescado ..... 314
Alex Augusto Gonçalves

14 Inovação de um Novo Produto ..... 331
Alex Augusto Gonçalves

15 Ingredientes e Aditivos para o Pescado ..... 341
Cristina Leonhardt

16 Embalagens para Pescado ..... 357
Alex Augusto Gonçalves ▪ José de Assis Fonseca Faria ▪ Wellington de Freitas Castro

17 Tecnologia de Obstáculos em Produtos Pesqueiros ..... 370
Hellen Araujo Cavalcante de Oliveira ▪ Alex Augusto Gonçalves

18 Vida de Prateleira do Pescado ..... 382
Walter Augusto Ruiz ▪ Alex Augusto Gonçalves

**Parte 4 Aproveitamento de Resíduos para a Obtenção de Novos Subprodutos 403**

19 Farinha de Pescado ..... 404
Alex Augusto Gonçalves ▪ Maria Lúcia Nunes (*in memoriam*)

20 Óleo de Pescado ..... 415
Carlos Prentice-Hernández (*in memoriam*)

21 Concentrado Proteico de Pescado ..... 424
Rogério de Jesus ▪ José Carlos de Almeida

22 Hidrolisados Proteicos de Pescado ..... 429
Irineu Batista

23 Compostagem de Resíduos da Pesca e Aquicultura ..... 441
Ivã Guidini Lopes ▪ Mara Cristina Pessôa da Cruz ▪ Rose Meire Vidotti

24 Transformação da Pele em Couro ..... 451
Maria Luiza Rodrigues de Souza Franco

25 Produção de Gelatina de Pescado ..... 471
Adriana Cristina Bordignon ▪ Edson Minoru Yajima ▪ Maria Luiza Rodrigues de Souza Franco ▪ Melina Franco Coradini

26 Quitina e Quitosana Obtidas de Rejeitos de Pescado e Aplicações no Tratamento de Efluentes ..... 485
Luis Antonio de Almeida Pinto ▪ Bruna Silva de Farias ▪ Tito Roberto Sant'Anna Cadaval Junior

27 Extração de Pigmentos Carotenoides ..... 496
Carlos Prentice-Hernández (*in memoriam*)

28 Peptídios Bioativos ..... 505
Carlos Prentice-Hernández (*in memoriam*) ▪ Meritaine da Rocha

29 Aproveitamento Integral de Algas Marinhas ..... 513
Hugo Alexandre de Oliveira Rocha ▪ Luciana Guimarães Alves Filgueira ▪ Edda Lisboa Leite

30 Aproveitamento de Ovas ..... 525
Nádia Carbonera ■ Alex Augusto Gonçalves ■ Milton Luiz Pinho Espírito Santo ■ Thais Mirapalheta

31 Produção de Bottarga ..... 531
Sergio Marcos Arins ■ Alex Augusto Gonçalves

32 Aproveitamento de Conchas de Moluscos Bivalves ..... 542
Alex Augusto Gonçalves

**Parte 5 Sanitização e Higiene 553**

33 Limpeza e Higienização na Indústria de Pescado ..... 554
Uilians Emerson Ruivo ■ Alex Augusto Gonçalves

34 Processos Oxidativos Avançados: Ozônio ..... 572
Alex Augusto Gonçalves

**Parte 6 Legislação do Pescado 591**

35 Legislação do Pescado ..... 592
Alex Augusto Gonçalves ■ Francisco Ives Tavares Pereira ■ Soraya Nassereddine Cheung

Anexos ..... 613

Anexo 1 Principais Espécies de Peixes Comerciais do Brasil ..... 614
José Milton Barbosa ■ Marina Feitosa Carvalho

Anexo 2 Composição Química e Valor Calórico das Principais Espécies de Pescado ..... 634
Márcia Menegassi ■ Alex Augusto Gonçalves

Anexo 3 Fluxogramas dos Principais Processamentos de Pescado ..... 647
Alex Augusto Gonçalves

Índice Remissivo ..... 657