



Microbiologia dos Alimentos

2ª edição



Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco
Mariza Landgraf



Atheneu

Microbiologia dos Alimentos

2ª edição



SAL
SERVIÇO DE ATENDIMENTO
AO LEITOR
Tel.: 08000267753

www.atheneu.com.br



(21) 99165-6798 [Facebook.com/editoraatheneu](https://www.facebook.com/editoraatheneu) [Twitter.com/editoraatheneu](https://twitter.com/editoraatheneu) [Youtube.com/atheneueditora](https://www.youtube.com/atheneueditora)

Microbiologia dos Alimentos

2ª edição

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

Mariza Landgraf



Rio de Janeiro • São Paulo

2023

EDITORA ATHENEU

São Paulo — Rua Maria Paula, 123 — 18º andar
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: FK Estudio

PRODUÇÃO EDITORIAL: RDL Produção Editorial

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

F894m
2. ed.

Franco, Bernadette Dora Gombossy de Melo
Microbiologia dos alimentos / Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco,
Mariza Landgraf. - 2. ed. - Rio de Janeiro : Atheneu, 2023.
: il. ; 24 cm.

Inclui bibliografia e índice
ISBN 978-65-5586-650-6

1. Alimentos - Microbiologia. I. Landgraf, Mariza. II. Título.

23-82856

CDD: 664.001579
CDU: 579.67



Gabriela Faray Ferreira Lopes - Bibliotecária - CRB-7/6643

01/03/2023 06/03/2023

Editoras

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

Farmacêutica-bioquímica pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF) da Universidade de São Paulo (USP) com Doutorado em Ciência dos Alimentos pela USP. Professora Titular na FCF/USP, onde exerce atividades de ensino (graduação e pós-graduação), pesquisa e extensão no Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, área de Microbiologia de Alimentos. Participa de várias organizações internacionais da área, com destaque para a International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF), International Committee on Food Microbiology and Hygiene (ICFMH), International Life Sciences Institute (ILSI Brasil) e International Association for Food Protection (IAFP). Foi Pró-reitora de Pós-graduação da USP e Presidente da Sociedade Brasileira de Microbiologia. Membro da Diretoria da Associação Brasileira para a Proteção dos Alimentos (ABRAPA). Pesquisadora Responsável pelo Centro de Pesquisas em Alimentos da USP (Food Research Center – FoRC), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (CEPID) apoiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Mariza Landgraf

Farmacêutica-bioquímica pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), campus de Araraquara, com Doutorado em Ciências (Microbiologia) pela USP. Docente da FCF/UNESP e atualmente Professora Associada na FCF/USP, onde exerce atividades de ensino (graduação e pós-graduação), pesquisa e extensão no Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, área de Microbiologia de Alimentos. Membro da Delegação Brasileira do Committee on Food Hygiene do *Codex Alimentarius* Commission. Participa da International Association for Food Protection (IAFP), International Life Sciences Institute (ILSI Brasil), Associação Brasileira para a Proteção dos Alimentos (ABRAPA) e Sociedade Brasileira de Microbiologia (SBM). Editora Associada do Brazilian Journal of Microbiology (BJM). Pesquisadora Associada do Centro de Pesquisas em Alimentos da USP (Food Research Center – FoRC), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (CEPID) apoiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Colaboradores

Anderson de Souza Sant'Ana

Departamento de Ciência de Alimentos e Nutrição. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.

Beatriz Ernestina Cabilio Guth

Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia. Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, SP.

Benedito Corrêa

Departamento de Microbiologia. Instituto de Ciências Biomédicas. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

Daniel Farias Marinho do Monte

Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

Daniele Fernanda Maffei

Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP.

Eb Chiarini

Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

Ellen Almeida Lopes

Food Design Consultoria. São Paulo, SP.

Ivone Delazari

Delazari Consultoria em Segurança de Alimentos. São Paulo, SP.

Jorge Andrey Wilhelms Gut

Departamento de Engenharia Química. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

Leo Kunigk

Faculdade Engenheiro Salvador Arena. São Bernardo do Campo, SP.

Lina Casale Aragon Alegro

Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

Luís Augusto Nero

Departamento de Veterinária. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

Maria Crystina Igarashi

Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

Maria Teresa Destro

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

Mariza Landgraf

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

Milimani Andretta

Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia e Controle de Produtos de Origem Animal. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

Rafael Chacon Ruiz Martinez

Programa de Pós-Graduação em Biociências. Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, SP.

Uelinton Manoel Pinto

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

Vanessa Bíscola

Christian Hansen Holding A/S. Brétigny-sur-Orge, França.

Verônica Ortiz Alvarenga

Departamento de Alimentos. Faculdade de Farmácia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.

Dedicatória

Dedicamos este livro a todos os estudantes e profissionais que atuam na área de alimentos, na esperança de que ele seja útil em suas trajetórias de trabalho e pessoais.

Agradecimentos

Agradecemos aos colegas que aceitaram o desafio e contribuíram com entusiasmo na redação dos capítulos da segunda edição deste livro.

Agradecemos também a todos aqueles que nos ajudaram a aprimorar nossos conhecimentos ao longo de nossa carreira nessa área fascinante e muito desafiadora, focada na importância e papel dos microrganismos nos alimentos.

As editoras

Prefácio

Microbiologia dos Alimentos em sua segunda edição amplia a edição anterior, pois, enquanto na primeira nove capítulos foram escritos pelas Professoras Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco e Mariza Landgraf e um pela Professora Maria Teresa Destro, agora são 13 capítulos, sendo dois deles subdivididos em subcapítulos. O Capítulo 4 – Microrganismos patogênicos em alimentos – foi robustamente estendido em 11 subcapítulos envolvendo as principais bactérias, vírus e fungos; da mesma forma, o Capítulo 5 – Diversidade microbiana nos alimentos – foi estendido através de 5 subcapítulos, a saber: carnes e produtos cárneos, leite e derivados, pescado e derivados, vegetais (hortaliças e frutas) e outros alimentos.

Dezoito novos colaboradores oxigenam o novo texto, ampliando-o e atualizando-o.

Fico feliz ao ver um livro-texto destinado a estudantes e profissionais, escrito por autores e autoras nacionais, competindo em qualidade com textos traduzidos.

Farmacêuticos, nutricionistas, engenheiros de alimentos, tecnólogos de alimentos e vários outros profissionais encontrarão nesta nova edição uma excelente obra atualizada da Microbiologia dos Alimentos.

Prof. Dr. Flavio Alterthum

Farmacêutico-bioquímico pela Universidade de São Paulo.

Doutor em Ciências, Livre Docente, Professor Adjunto e

Professor Titular de Microbiologia pela Universidade de São Paulo.

Professor Titular de Microbiologia da Faculdade de Medicina de Jundiaí.

Apresentação

O livro *Microbiologia dos Alimentos* foi preparado com o objetivo de fornecer a estudantes, profissionais e demais interessados da área de alimentos um livro-texto básico sobre o tema. Para a segunda edição, preparada 25 anos após a primeira, o livro foi reformulado e atualizado, incorporando, na medida do possível, o dinamismo e os enormes avanços na área, sem modificar o objetivo original, ou seja, ser um texto básico de consulta. Esta nova edição do livro é constituída por 13 capítulos, sendo que o Capítulo 4, referente aos microrganismos patogênicos em alimentos, é subdividido em 11 subcapítulos, e o Capítulo 5, sobre diversidade microbiana nos alimentos, é subdividido em 5 subcapítulos.

Alguns capítulos foram preparados pelas editoras do livro, enquanto outros foram redigidos por profissionais convidados, especialistas nos respectivos temas, a maioria em parceria com as editoras. Procurou-se ao máximo manter uma linguagem uniforme e de fácil compreensão, o que foi um grande desafio a ser vencido. Cada capítulo foi enriquecido com uma lista de leitura sugerida, para aqueles que desejarem se aprofundar nos respectivos temas.

Espera-se que este livro seja uma fonte de consulta e de inspiração a todos aqueles interessados no tema e um incentivo para aqueles que queiram conhecer e compreender o relevante papel que os microrganismos exercem nos alimentos, tanto do ponto de vista de segurança como de qualidade. Não devemos esquecer que sempre haverá pessoas que precisam se alimentar, assim como sempre haverá microrganismos nos alimentos. Ou seja, sempre haverá trabalho para quem conhece microbiologia dos alimentos.

Sumário

CAPÍTULO 1

Importância dos microrganismos nos alimentos, 1

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

CAPÍTULO 2

Fatores intrínsecos e extrínsecos que influenciam os microrganismos nos alimentos, 9

Vanessa Bíscola

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

CAPÍTULO 3

Microrganismos indicadores e critérios microbiológicos, 27

Vanessa Bíscola

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

CAPÍTULO 4

Microrganismos patogênicos em alimentos, 39

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

Mariza Landgraf

4.1 *Bacillus cereus*, 42

Lina Casale Aragon Alegro

Mariza Landgraf

4.2 *Clostridium* spp., 46

Rafael Chacon Ruiz Martinez

Maria Teresa Destro

4.3 *Listeria monocytogenes*, 54

Eb Chiarini

Uelinton Manoel Pinto

4.4 *Staphylococcus aureus*, 61

Mariza Landgraf
Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

4.5 *Campylobacter jejuni* e *Campylobacter coli*, 67

Vanessa Bíscola
Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco
Mariza Landgraf

4.6 *Escherichia coli* produtora de toxina Shiga (STEC) e outras *E. coli* patogênicas, 72

Beatriz Ernestina Cabilio Guth
Mariza Landgraf

4.7 *Salmonella* spp., 83

Rafael Chacon Ruiz Martinez
Daniel Farias Marinho do Monte
Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco
Mariza Landgraf

4.8 *Vibrio* spp., 89

Mariza Landgraf

4.9 Outras bactérias patogênicas de interesse em alimentos, 102

Lina Casale Aragon Alegro
Mariza Landgraf

4.10 Fungos e micotoxinas, 111

Benedito Corrêa

4.11 Vírus, 126

Maria Crystina Igarashi
Mariza Landgraf
Uelinton Manoel Pinto

CAPÍTULO 5

Diversidade microbiana nos alimentos – Introdução, 131

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco
Mariza Landgraf

5.1 Diversidade microbiana em carnes e produtos cárneos, 132

Ivone Delazari
Maria Crystina Igarashi
Mariza Landgraf
Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

5.2 Diversidade microbiana em leite e derivados, 138

Luís Augusto Nero
Milimani Andretta

5.3 Diversidade microbiana em pescado, 148

Maria Crystina Igarashi
Mariza Landgraf

5.4 Diversidade microbiana em vegetais (hortaliças e frutas), 150

Daniele Fernanda Maffei
Mariza Landgraf

5.5 Diversidade microbiana em outros alimentos, 158

Mariza Landgraf

CAPÍTULO 6

Deterioração microbiana de alimentos, 165

Mariza Landgraf

CAPÍTULO 7

Controle dos microrganismos nos alimentos, 175

Maria Crystina Igarashi

Jorge Andrey Wilhelms Gut

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

Mariza Landgraf

CAPÍTULO 8

Higienização na indústria de alimentos, 203

Leo Kunigk

CAPÍTULO 9

Métodos de enumeração, detecção e identificação de microrganismos em alimentos, 221

Maria Teresa Destro

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

CAPÍTULO 10

Microbiologia preditiva aplicada a alimentos, 237

Verônica Ortiz Alvarenga

Anderson de Souza Sant'Ana

CAPÍTULO 11

Avaliação de riscos microbiológicos em alimentos, 255

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

CAPÍTULO 12

Gestão da segurança dos alimentos, 263

Ellen Almeida Lopes

Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco

CAPÍTULO 13

Cultura de segurança de alimentos, 277

Ellen Almeida Lopes

Índice remissivo, 283