Físico-Química Aplicada aos Alimentos de Origem Animal

Mel, Leite e Carne Bovina







Otávio Augusto Martins

Atheneu

Físico-Química Aplicada aos Alimentos de Origem Animal

Mel, Leite e Carne Bovina



www.atheneu.com.br

(21) 99165-6758 Facebook.com/editoraatheneu Twitter.com/editoraatheneu Youtube.com/atheneueditora

Físico-Química Aplicada aos Alimentos de Origem Animal

Mel, Leite e Carne Bovina

Otávio Augusto Martins
Licenciado em Ciências Biológicas e em Química.
Mestre, Doutor e Pós-Doutor pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), com Doutorado Sanduíche na Universidade de Alcalá (Espanha) e na Universidade da Eslovênia (Liubliana).
Docente com atuação na área de Físico-Química Aplicada aos Alimentos de Origem Animal.
Perito químico na Área de Alimentos, registrado no Conselho Regional de Química – IV Região.

Atheneu
Rio de Janeiro • São Paulo
2026

EDITORA ATHENEU

São Paulo — Rua Maria Paula, 123 – 13º andar
Conjuntos 133 e 134
Tel.: (11) 2858-8750
E-mail: atheneu@atheneu.com.br

Rio de Janeiro — Rua Bambina, 74 – lojas A e B
Tel.: (21) 3094-1295
E-mail: atheneu@atheneu.com.br

Pré-Produção e Produção Gráfica: Equipe Atheneu

Capa: Paulo Verardo

Produção Editorial: RDL Produção Editorial

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

M341f

Martins, Otávio Augusto
Físico-química aplicada aos alimentos de origem animal : mel, leite e carne bovina / Otávio Augusto Martins. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Atheneu, 2026.
24 cm.

Inclui bibliografia e índice
ISBN 978-85-388-1252-4

1. Ciências dos alimentos (Bromatologia). 2. Alimentos de origem animal. Alimentos - Composição. I. Título.

CDD: 664.9
26-102707.0 CDU: 664

Meri Gleice Rodrigues de Souza - Bibliotecária - CRB-7/6439

09/01/2026 09/01/2026

Martins OA
Físico-Química Aplicada aos Alimentos de Origem Animal: Mel, Leite e Carne Bovina

©Direitos reservados à Editora ATHENEU – Rio de Janeiro, São Paulo, 2026.

Dedicatória

A Deus, a Jesus Cristo e à Nossa Senhora de Lourdes.

Aos meus familiares Antônio Bras Martins (*in memoriam*), Narciza de Jesus Biazon Martins e Andréia Cristina Gabriel Martins.

Às minhas filhas *pets*, Mia, Lara (*in memoriam*) e Vitória. Os meus sentimentos pelos animais corroboram uma frase de Leonardo di Ser Piero da Vinci (1452–1519), que diz que: "Chegará o dia em que o homem conhecerá o íntimo de um animal, e, nesse dia, todo crime contra um animal será um crime contra a humanidade".

Ao ser humilde e sábio que faz do seu trabalho e dos seus atos o caminho da ciência, sem interesses ocultos, mas em prol do desenvolvimento do saber acadêmico e da cultura superior de forma imparcial.

Dr. Otávio Augusto Martins

Agradecimentos

Ao Serviço de Orientação à Alimentação Pública (SOAP) do Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), por colaborar com a minha carreira científica na Área de Físico-Química Aplicada aos Alimentos de Origem Animal desde 1990.

À Fundação de Apoio aos Hospitais Veterinários da Unesp (FUNVET), pelo fomento às pesquisas desenvolvidas na Área de Físico-Química Aplicada aos Alimentos de Origem Animal por muitas décadas e pelo auxílio financeiro à publicação do presente livro.

Aos professores aposentados da Disciplina de Inspeção Sanitária de Alimentos de Origem Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp Dr. Aristides Cunha Rudge, Dr. Dirceu Rodrigues Meira e Dr. Germano Francisco Biondi, pelos incentivos na carreira acadêmica e científica.

Aos professores ativos da Disciplina de Inspeção Sanitária de Alimentos de Origem Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp Dr. José Paes de Almeida Nogueira Pinto, Dr. Juliano Gonçalves Pereira e Dr. Fábio Sossai Possebon, pelos incentivos na carreira acadêmica e científica.

Aos residentes e demais colegas da Área de Inspeção Sanitária de Alimentos de Origem Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp, com os quais pude conviver desde 1990 até o presente ano de 2025.

Sobre o Autor e Organizador do Livro

Otávio Augusto Martins é licenciado em Ciências Biológicas e Química. Realizou mestrado, doutorado e pós-doutorado na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp).

Durante o doutorado, realizou estágios no exterior, através da modalidade "Doutorado Sanduíche". Os estágios foram na Universidade de Alcalá de Henares – cidade de Alcalá de Henares, Espanha – e na Universidade da Eslovênia – cidade de Liubliana, Eslovênia.

O autor tem experiência no ensino superior em cursos de licenciatura e bacharelado. Ministrou aulas nos cursos de Ciências Biológicas, Química, Educação Física, Nutrição, Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Medicina, Medicina Veterinária e Física. Exerce a didática de forma multidisciplinar.

Atua na Área de Físico-Química Aplicada aos Alimentos de Origem Animal há mais de três décadas no Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp (*Campus* Botucatu – São Paulo). Também é perito químico na Área de Alimentos, com cadastro no Conselho Regional de Química – IV Região.

Dr. Otávio Augusto Martins

Prefácio

Apresentar um livro acadêmico é sempre uma enorme satisfação para um profissional da área educacional e de pesquisa. As experiências práticas de laboratório, a didática e as pesquisas científicas se unem neste livro para abranger temas que possam auxiliar discentes (graduação e pós-graduação), técnicos e demais profissionais provenientes de diversas áreas do saber.

Mesmo com os avanços tecnológicos de equipamentos de ponta para o uso laboratorial, este livro busca uma abordagem de ensino de bancada de laboratório, em que o analista domina os conteúdos teóricos e práticos sem mistificar o ensino e a pesquisa.

Um conhecimento filosófico que sempre utilizei em aulas teóricas e que serve aqui para retratar a desmistificação da prática laboratorial de macromoléculas é o conceito da caverna do filósofo grego Platão (428 a.C. – 347 a.C.). A caverna de Platão é uma alegoria de intenção filósofo-pedagógica e uma história clássica da Filosofia que faz parte do livro VII de *A República*, em que o filósofo aborda a teoria do conhecimento, da linguagem e da educação na formação do indivíduo ideal em uma sociedade. Essa narrativa expressa dramaticamente a imagem de prisioneiros que, desde o nascimento, são acorrentados no interior de uma caverna, de modo que olhem somente para uma parede iluminada por uma fogueira. As sombras dos homens, plantas, animais e outros seres, originadas pela iluminação da fogueira, são as únicas imagens que aqueles prisioneiros conseguem enxergar. Com o passar do tempo, esses prisioneiros dão definições a essas sombras e também à regularidade das aparições.

Com esse exemplo filosófico em sala de aula e com a minha experiência didática, procurava alertar os discentes a buscar meios de questionamentos teóricos e práticos para conseguirem construir um conhecimento solidificado em prol da cultura superior, e não apenas obter um curso superior.

Este livro tem a finalidade de contribuir com os discentes e demais pesquisadores que trabalham na área da qualidade química de alimentos de origem animal. Dessa forma, está à disposição da comunidade científica e das instituições públicas e privadas.

Pretende-se, com esta publicação, promover o aperfeiçoamento teórico e prático das metodologias científicas utilizadas na rotina de análise laboratorial, visando à qualidade dos ensaios e à confiabilidade dos resultados analíticos para a pesquisa e demais instituições que trabalham com alimentos de origem animal.

A obra é uma oportunidade ímpar para agregar conhecimentos multidisciplinares da área de Físico-Química Aplicada aos Alimentos de Origem Animal, que poderá contribuir em prol da saúde pública na busca pela qualidade de vida do cidadão globalizado.

Dr. Otávio Augusto Martins
Laboratório de Físico-Química Aplicada aos
Alimentos de Origem Animal
Serviço de Orientação à Alimentação Pública
Departamento de Produção Animal e
Medicina Veterinária Preventiva
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho" (Unesp)

Sumário

1 Biossegurança em Laboratório de Físico-Química de Alimentos de Origem Animal, 1

2 Principais Vidrarias Usadas no Laboratório de Físico-Química Aplicada aos Alimentos de Origem Animal, 15

3 Fundamentos de Soluções para os Ensaios Físico-Químicos de Alimentos de Origem Animal, 27

4 Fundamentos de pH para os Ensaios Físico-Químicos de Alimentos de Origem Animal, 41

5 Fundamentos das Propriedades Coligativas para os Ensaios Físico-Químicos de Alimentos de Origem Animal, 61

6 Fundamentos da Espectrofotometria na Região do Ultravioleta e do Visível para os Ensaios Físico-Químicos de Alimentos de Origem Animal , 71

7 Fundamentos de Refratometria para os Ensaios Físico-Químicos de Alimentos de Origem Animal, 87

8 Fundamentos de Polarimetria para os Ensaios Físico-Químicos de Alimentos de Origem Animal, 99

9 Fundamentos Básicos de Cromatografia Gasosa, 107

10 Principais Ensaios Físico-Químicos de Mel de Abelhas, 115

11 Principais Ensaios Físico-Químicos de Leite Líquido: *In Natura*, Pasteurizado e UHT, 135

12 Principais Ensaios Físico-Químicos de Carne Bovina, 155

Índice Remissivo, 185