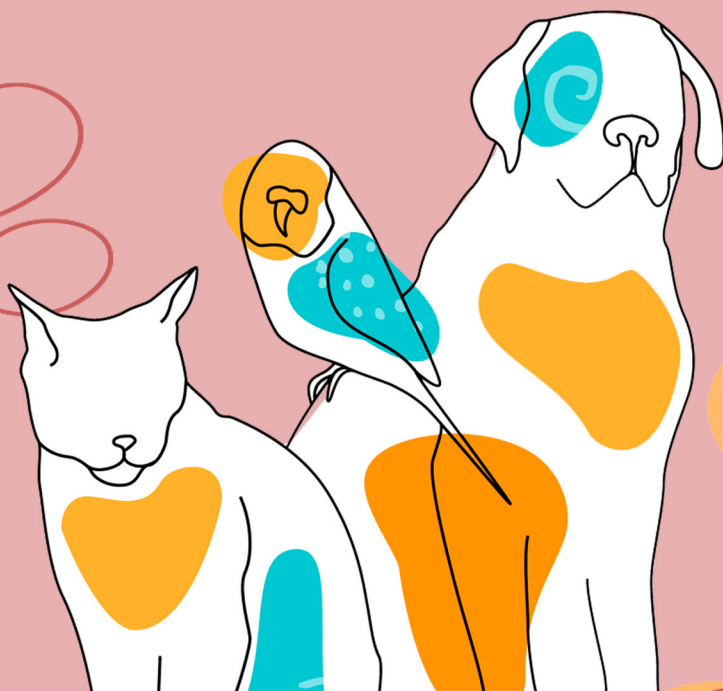


Patologia Clínica Veterinária

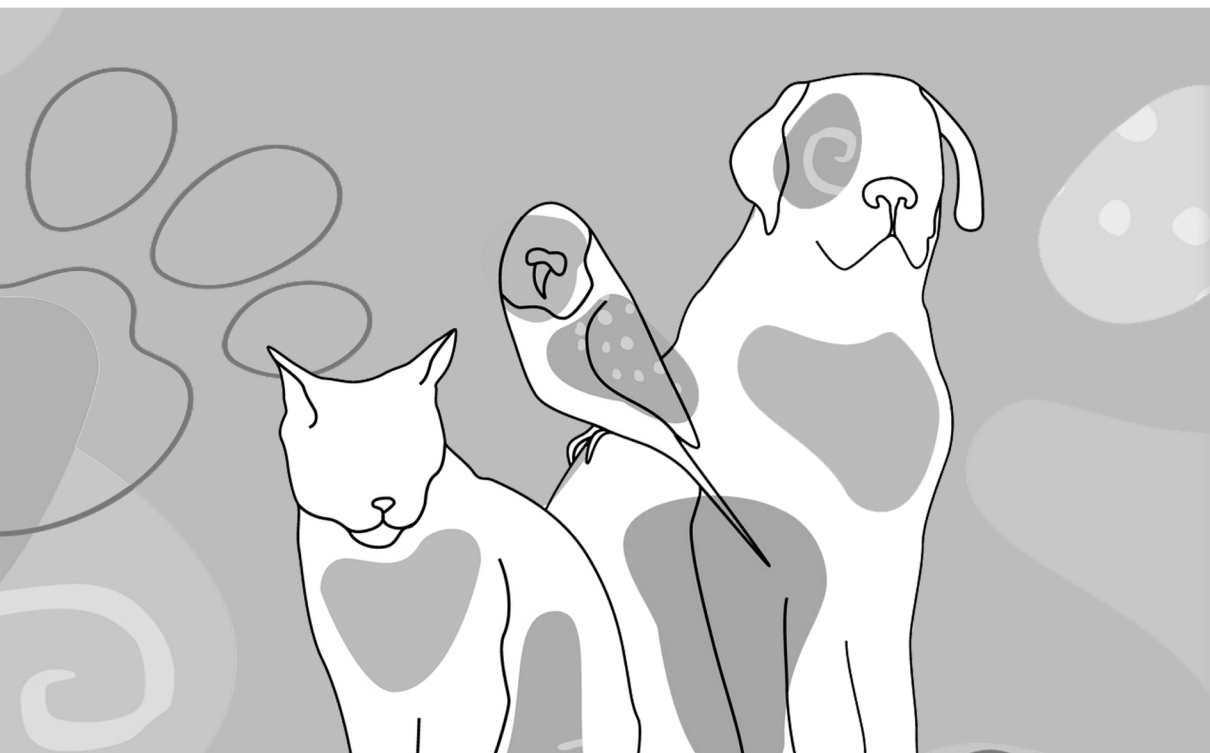


Alécio Matos Pereira
Danrley Martins Bandeira
Cledson Gomes de Sá
(Organizadores)

Atena
Editora

Ano 2021

Patologia Clínica Veterinária



Alécio Matos Pereira
Danrley Martins Bandeira
Cledson Gomes de Sá
(Organizadores)

Atena
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaió – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Alécio Matos Pereira
Danrley Martins Bandeira
Cledson Gomes de Sá

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P312 Patologia clínica veterinária / Organizadores Alécio Matos Pereira, Danrley Martins Bandeira, Cledson Gomes de Sá. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-054-1

DOI 10.22533/at.ed.541211005

1. Patologia. I. Pereira, Alécio Matos (Organizador). II. Bandeira, Danrley Martins (Organizador). III. Sá, Cledson Gomes de (Organizador). IV. Título.

CDD 571.9

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A patologia clínica na veterinária a cada dia está mais inserida na rotina de estudantes e médicos veterinários, que através da correta execução dos exames laboratoriais diagnósticos e prognósticos, mensurações, condições de amostragem, análises de resultados que indicam o estado fisiológico ou patológico de um paciente, proporcionando tomadas de decisões corretas e assim melhorarias no desenvolvimento da área.

Esta obra traz informações relevantes com vários capítulos técnicos sobre o assunto, e com inúmeras técnicas de identificação patológica, para que os profissionais da área possam adquirir informações seguras e tornar a identificação patológica mais assertiva.

O livro possui 21 trabalhos, que de forma única, reúnem um grupo de autores especialistas na área da patologia clínica, tornando esses capítulos uma fonte indispensável para a atualização dos profissionais e estudantes da medicina veterinária.

Neste contexto busca-se proporcionar ao estudante, profissional ou leigo no assunto, um guia de fácil entendimento sobre informações técnicas e científicas que contribuam de maneira positiva no desenvolvimento e formação dos leitores. Desejamos uma excelente leitura!

Alécio Matos Pereira
Danrley Martins Bandeira
Cledson Gomes de Sá

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A IMPORTÂNCIA DA PROTEÍNA TOTAL PLASMÁTICA EM PACIENTES PRÉ-OPERATÓRIOS

Humberto Atílio Grassi

Lucas Ferreira da Costa Furlan

Marina Szychta

Djulia Weber

Kamila Líbano de Souza

Margarete Kimie Falbo

DOI 10.22533/at.ed.5412110051

CAPÍTULO 2..... 6

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE CARNE SUÍNA *IN NATURA* COMERCIALIZADA EM FEIRA LIVRE DA CIDADE DE LUZIÂNIA- GO, BRASIL

Maria Karoliny Vieira de Freitas

Talles Henrique Pereira Barbosa

Emanuel Pereira Couto

DOI 10.22533/at.ed.5412110052

CAPÍTULO 3..... 18

ANEMIA INFECCIOSA EQUINA NO ESTADO DO TOCANTINS NO PERÍODO DE 2008 – 2018

Ravanna Guida de Souza Pinto

Mariana Alves da Silva

Ana Maria Vieira Marques

Giovana Zanatta

Sinara Morgana Milhomem Almeida

Luís Flávio Silva Botelho

DOI 10.22533/at.ed.5412110053

CAPÍTULO 4..... 23

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS E CLÍNICOS DA INFECÇÃO PELO O CORONAVÍRUS FELINO

Isabelle Rodrigues de Lima Cruz

Jeane Ferreira de Andrade

Filipa Maria Soares de Sampaio

Maria Ruth Gonçalves da Penha

Williana Bezerra Oliveira Pessôa

Maria do Socorro Vieira Gadelha

DOI 10.22533/at.ed.5412110054

CAPÍTULO 5..... 37

COMPARAÇÃO DE EXPOSIÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE METAIS PESADOS EM CAES PORTADORES DE NEOPLASIAS

Luana Cristina Francisco

Lorena Maria Garibaldino Batista

Merri Ellen Marques
Jayme Augusto Peres
Humberto Atílio Grassi

DOI 10.22533/at.ed.5412110055

CAPÍTULO 6.....43

COMPARAÇÃO ENTRE A SOROAGLUTINAÇÃO RÁPIDA E O PLAQUEAMENTO BACTERIANO NO DIAGNÓSTICO DE SALMONELOSE

Sérgio Eustáquio Lemos da Silva
Nayane Lopes Ferreira
Laressa Dacle Tomaz
Vanessa Silva Miranda
Vitor Simão da Silva
Karina Santos Silva

DOI 10.22533/at.ed.5412110056

CAPÍTULO 7.....57

DIAMOND BURR ASSOCIADO A LASER VERMELHO DE BAIXA POTÊNCIA NO TRATAMENTO DE ÚLCERA DE CÓRNEA EM ÉGUA COM UVEÍTE RECORRENTE – RELATO DE CASO

Daniela Scantamburlo Denadai
Mariana Zacarin Guiati
Larissa de Abreu Albano
Juliana Regina Peiró
Alexandre Lima de Andrade
Flávia de Almeida Lucas

DOI 10.22533/at.ed.5412110057

CAPÍTULO 8.....64

ERLIQUIOSE MONOCÍTICA CANINA

Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário
Talisson de Jesus Costa Conceição
Kássia Kelly Custódio de Araújo
Jéssica Vanessa dos Santos Lindoso
Rivaldo Costa Almeida
Cristian Alex Aquino Lima
Walérya Lima Silva Santos
Ana Luiza Castro dos Santos
Tatiane Avelar Ribeiro
Ferdinan Almeida Melo

DOI 10.22533/at.ed.5412110058

CAPÍTULO 9.....94

ETIOLOGIA DA MASTITE SUBCLÍNICA EM CABRAS NO CARIRI PARAIBANO-BRASIL

Tânia Valeska Medeiros Dantas Simões
Carlos Ticiano Coutinho Ramos
Kênia Moura Teixeira
Syduane Morais Leite Ramos

Valesca Barreto Luz
Joaquim Alexandre Moreira Azevedo
Suzana Aparecida Costa de Araújo
DOI 10.22533/at.ed.5412110059

CAPÍTULO 10..... 100

GASTRITE ULCERATIVA PARASITÁRIA EM UM LOBO MARINHO SUL AMERICANO (ARCTOCEPHALUS AUSTRALIS) NO SUL DO BRASIL – RELATO DE CASO

Adriana Demathé
Caroline Pesini
Gabriela Fredo

DOI 10.22533/at.ed.54121100510

CAPÍTULO 11..... 104

GEOPARASITOS ZONÓTICOS EM ESPAÇOS PÚBLICOS NO NORDESTE DO BRASIL: UM PROBLEMA DE SAÚDE PÚBLICA

Flora Frota Oliveira Teixeira Rocha
Antonielson dos Santos
Weibson Paz Pinheiro André
Brenno José de Brito

DOI 10.22533/at.ed.54121100511

CAPÍTULO 12..... 108

MEDICINA TRANSFUSIONAL NA ROTINA VETERINÁRIA: REVISÃO DE LITERATURA

Luana Cristina Correia Gonçalves
Talisson de Jesus Costa Conceição
Beatriz Filgueira Bezerra
Miguel Felix de Souza Neto
Sayenne Ferreira Silva
Vinícius Corrêa Oliveira
Daniel Silva de Araújo
Camila Cristina Rio Preto Martins de Sousa
Tamires Ferreira de Melo
Emilly de Souza Moraes
Nayara Salazar Vieira
Pedro Agnel Dias Miranda Neto

DOI 10.22533/at.ed.54121100512

CAPÍTULO 13..... 120

MENSURAÇÃO DE METAIS PESADOS EM AMOSTRAS DE TECIDOS NEOPLÁSICOS EM ANIMAIS E CLASSIFICAÇÃO HISTOPATOLÓGICA

Lorena Maria Garibaldi Batista
Luana Cristina Francisco
Merri Ellen Marques
Jayme Augusto Peres
Humberto Atílio Grassi

DOI 10.22533/at.ed.54121100513

CAPÍTULO 14.....	126
PANORAMA DO CONSUMO DE LEITE E DERIVADOS NA CIDADE DE PALMAS, TOCANTINS, BRASIL	
Mariana Alves da Silva	
Ravanna Guida de Souza Pinto	
Luís Flávio Silva Botelho	
DOI 10.22533/at.ed.54121100514	
CAPÍTULO 15.....	130
PERFIL CITOLÓGICO DO LAVADO BRONCOALVEOLAR EM CAVALOS DE VAQUEJADA	
Marco Augusto Giannoccaro da Silva	
Eduardo Borges Viana	
Thais Evelin Freitas de Oliveira	
Katyane de Sousa Almeida	
Andressa Francisca Silva Nogueira	
DOI 10.22533/at.ed.54121100515	
CAPÍTULO 16.....	143
RELATO DE CASO: OSTEOCONDRITE DISSECANTE EM POTRA DE RAÇA QUARTO DE MILHA	
Érica Dias Pereira Barboza	
Mariana dos Santos Vieira	
Cristiane Silva Aguiar	
Ana Carolina Barbalho de Souza	
Marcelo Augusto Emerenciano Maia	
Allison Maldonado	
DOI 10.22533/at.ed.54121100516	
CAPÍTULO 17.....	146
SÍNDROME VESTIBULAR CANINA POR OTITE INTERNA (RELATO DE CASO)	
Felipe Jansen Veloso	
Blenda Araújo Martins Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.54121100517	
CAPÍTULO 18.....	151
MASTOCITOSE SISTÊMICA EM UM GATO DOMÉSTICO: RELATO DE CASO	
Mariana Gomes de Oliveira	
Andrei Cristaldo Palacio	
Juliana Rosa de Oliveira Maia	
Kallyna Flávia Monfort da Silva	
Marina Gadioli Coelho	
Marisol Mara Madrid	
Nayara Barbosa Romeiro	
Tamires Ramborger Antunes	
Thalita de Oliveira Scaff	
Stephanie Carrelo de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.54121100518	

CAPÍTULO 19.....	160
TECNOLOGIAS PARA ACESSIBILIDADE A MATERIAL DIDÁTICO DE MORFOLOGIA ANIMAL (DOMÉSTICOS E SILVESTRES) NA UFPEL	
Kewelin Schimmelpfennig Bonato	
Mariana Duarte Pereira	
Frederico Dal Soglio Reckziegel	
Nicolle Rodrigues Bettega	
Marcelo da Silva Dias	
Bruno da Silva Volcan	
Lygia Maria de Almeida	
Ana Luisa Schi ino Valente	
DOI 10.22533/at.ed.54121100519	
CAPÍTULO 20.....	169
USO DA ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PARA DETECÇÃO DE MEDICAMENTOS VETERINÁRIOS EM LEITES: UM REVIEW DAS APLICAÇÕES RECENTES	
Leandro da Conceição Luiz	
Deborah Demarque Martins da Silva	
Maria José Valenzuela Bell	
Virgílio de Carvalho dos Anjos	
DOI 10.22533/at.ed.54121100520	
CAPÍTULO 21.....	184
USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO MÉTODO DE AUXÍLIO NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DE LESÃO PODAL EM BÚFALA	
Valeria de Sousa Silva	
Isabela Camila da Silva Soares	
Juliany Marcely Jacob Pereira	
Geovana Tavares Fagundes	
Mateus Sousa Vinhote Viana	
Hugo Haick Perdigão	
Moisés Moreira Lima	
Adriano Braga Brasileiro de Alvarenga	
DOI 10.22533/at.ed.54121100521	
SOBRE OS ORGANIZADORES	191
ÍNDICE REMISSIVO.....	192

USO DA ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PARA DETECÇÃO DE MEDICAMENTOS VETERINÁRIOS EM LEITES: UM REVIEW DAS APLICAÇÕES RECENTES

Data de aceite: 03/05/2021

Data de submissão: 12/02/2021

Leandro da Conceição Luiz

Universidade Federal de Juiz de Fora,
Departamento de Física
Juiz de Fora, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0008173102097727>

Deborah Demarque Martins da Silva

Universidade Federal de Juiz de Fora,
Departamento de Farmácia
Juiz de Fora, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/8709984028674170>

Maria José Valenzuela Bell

Universidade Federal de Juiz de Fora,
Departamento de Física
Juiz de Fora, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/8812588591902130>

Virgílio de Carvalho dos Anjos

Universidade Federal de Juiz de Fora,
Departamento de Física
Juiz de Fora, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/2115492949957340>

RESUMO: Os medicamentos veterinários, principalmente os antimicrobianos, anti-inflamatórios, antiparasitários são amplamente usados em gados leiteiros, afim de tratar e prevenir inúmeras patologias. A exigência de segurança alimentar e o recente aumento do consumo de lácteos em todo o mundo atrai diversas pesquisas científicas nessas áreas.

As técnicas espectroscópicas estão entre as mais utilizadas para detecção de medicamentos veterinários em leites e quando aliadas a quimiometria se destacam pela rapidez e precisão em suas medidas. Considerando a importância do monitoramento da qualidade dos alimentos, esta revisão apresenta as pesquisas mais recentes usando a espectroscopia na região do infravermelho para avaliar a qualidade intrínseca de produtos lácteos, tais como adulteração e contaminação em leites por medicamentos veterinários.

PALAVRAS-CHAVE: Leite. Infravermelho. Medicamentos. FTIR. PCA.

USE OF INFRARED SPECTROSCOPY FOR DETECTION OF VETERINARY DRUGS IN MILK AND DERIVATIVES: A REVIEW OF RECENT APPLICATIONS

ABSTRACT: Veterinary drugs, especially antibiotics, anti-inflammatory, antiparasitic drugs are widely used in dairy cattle in order to treat and prevent many diseases. The requirement of food security and the recent rise in milk consumption worldwide attracts several scientific research in these areas. Spectroscopic techniques are among the most used for detection of veterinary drugs in milk and when combined with chemometrics stand out for speed and accuracy in their measurements. Considering the importance of monitoring the quality of food, this review presents the latest research using infrared spectroscopy techniques to assess the intrinsic quality of dairy products, such as tampering and contamination in milk for veterinary medicinal products.

KEYWORDS: Milk. Infrared. Drugs. FTIR. PCA.

1 | INTRODUÇÃO

O leite e seus derivados são fontes importantes de nutrientes para a saúde humana. Nas últimas décadas, tem-se observado um aumento no seu consumo (PEREIRA, 2020). De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentos e Agricultura (FAO/OMS), o leite e seus derivados são os alimentos mais consumidos no mundo, com cerca de 6 bilhões de pessoas (LUIZ, 2019)(FAO). O leite mais comercializado no Brasil é aquele oriundo de vacas, que apresenta diversos componentes, entre os quais se destacam: proteínas (3,3%), gordura (4,0%), lactose (4,3%), além de vitaminas e sais minerais. As principais proteínas encontradas no leite são a caseína (78%) e a proteína do soro (19%), comumente conhecida como *whey protein*, e outras, totalizando 2,7% (LUIZ, 2020c) (WALSTRA, 2006)(TAVANTI, 2009)(ANDRADE, 2019). Estudos recentes mostram que as proteínas do leite, incluindo as do soro, além de seu alto valor biológico, possuem peptídeos bioativos, que atuam como agentes antimicrobianos, anti-hipertensivos, reguladores da função imune, fatores de crescimento, etc. Os componentes das proteínas e peptídeos do soro do leite, com seus respectivos resíduos de aminoácidos, são: beta-lactoglobulina (BLG) (162 aminoácidos), alfa-lactoalbumina (ALA) (123 de aminoácidos), albumina do soro bovino (BSA) (582 aminoácidos), imunoglobulinas (Ig's), glico-macropéptídeos (GMP) (64 aminoácidos) (LUIZ, 2020c)(ALMEIDA, 2014)(HARAGUCHI, 2006). Os sais minerais encontrados em quantidades significativas no leite são: o cálcio (Ca) e fósforo (P), que estão associados às estruturas das micelas de caseína, cloro (Cl), potássio (K), sódio (Na) e magnésio (Mg). Já em pequenas quantidades estão o ferro (Fe), alumínio (Al), bromo (Br), zinco (Zn) e manganês (Mn) (LUIZ, 2020c)(NEVES)(MORZELLE, 2016). A lactose, principal carboidrato do leite, é constituída por dois monossacarídeos, glicose e galactose. Ela carrega funções nutricionais importantes, tais como o fornecimento de até 16,8 kJ/g de energia para uma pessoa (LUIZ, 2019). O leite e seus derivados se destacam não somente pelo seu potencial nutricional, mas também pela extrema importância comercial na indústria de alimentos desempenhando um papel importante na economia do país (PEREIRA, 2020).

O aumento no consumo é proporcional ao crescimento da economia em qualquer área, com a de alimentos não é diferente. Contudo, ao mesmo tempo, devido a esse aumento, houve a necessidade de intensificar a autenticação de produtos lácteos, tendo em vista que, vários eventos importantes de adulteração foram descobertos, principalmente em países em desenvolvimento. Um dos procedimentos mais comuns realizados pelos fraudadores é a substituição de parte da substância original por um composto mais barato, por exemplo a água, visando aumento de volume (PEREIRA, 2020)(LUIZ, 2018). A fraude não só gera um produto com problemas de qualidade dos alimentos, mas também pode representar sérias ameaças à saúde do consumidor (LOHUMI, 2015)(PEREIRA, 2020). Além disso,

outro fator, também muito importante, que pode levar a um problema de saúde pública, e que está relacionado à qualidade do leite, é a ordenha de vacas leiteiras que estão sob o uso de medicamentos veterinários. Uma vez que estes, não sejam drogas de período de carência zero. O período de carência é prazo de eliminação do medicamento veterinário no leite, após a última aplicação (PONTES NETO, 2005)(TAVANTI, 2009). A presença dessas drogas acima dos limites máximos de resíduos (LMR) é preocupante, pois elas podem trazer consequências danosas à saúde humana, como reações alérgicas e intoxicação. Os medicamentos mais comuns são os antimicrobianos, anti-inflamatórios e antiparasitários (LUIZ, 2018)(SIVAKESAVA, 2002)(LUIZ, 2014)(TEIXEIRA, 2020)(LUIZ, 2020c). Portanto, a determinação da qualidade e autenticação dos alimentos é uma questão importante para a satisfação do consumidor final, processadores de alimentos e autoridades regulatórias (PEREIRA, 2020). Sendo assim, é importante garantir a autenticidade do ingrediente monitorando continuamente sua qualidade na indústria alimentícia.

Para o monitoramento, as agências controladoras utilizam uma variedade de métodos analíticos confiáveis e precisos para detectar resíduos de medicamentos veterinários em leite, como por exemplo, a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), a cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massa (GCMS), e os kits para detecção de inibidores (resíduos de antibióticos) em leite. Esses métodos, embora sejam confiáveis e precisos, apresentam algumas desvantagens, tais como: lentidão e inespecificidade para alguns fármacos (tetraciclina), alto custo, complexidade, treinamento e pouca quantidade de amostras a ser analisada por período de tempo (BRANDÃO, 2010)(LUIZ, 2020c). Técnicas espectroscópicas combinadas com métodos quimiométricos permitem analisar, interpretar e extrair informações de forma rápida e precisa, com um mínimo de preparação de amostras (PEREIRA, 2020). A espectroscopia de infravermelho vem sendo o método cada vez mais utilizado para determinar autenticidade e adulteração em alimentos (KAMAL, 2015) e uma das tecnologias mais relevantes na análise de matérias-primas, controle de processos e especificações de produtos finais na indústria de laticínios (DE MARCHI, 2018). Técnicas como infravermelho próximo (NIR) e infravermelho médio (MIR) têm sido aplicadas com sucesso na avaliação da qualidade do leite e produtos lácteos, incluindo leite em pó, soro de leite e queijos (PEREIRA, 2019)(ANDRADE, 2018)(PEREIRA, 2018)(BRANDÃO, 2010). Assim como, a espectroscopia por energia dispersiva (EDS) também tem demonstrado resultados satisfatórios nos estudos comparativos de medicamentos genéricos com seus referências e na detecção de resíduos de antibióticos em leite em pó (LUIZ, 2015)(LUIZ, 2020a).

Considerando a importância do monitoramento da qualidade dos alimentos, esta revisão apresenta algumas das pesquisas realizadas nos últimos 5 anos, que fizeram o uso da espectroscopia de infravermelho para avaliar a qualidade intrínseca de produtos lácteos, principalmente na detecção de medicamentos veterinários em leites.

2 I CLASSES DE MEDICAMENTOS MAIS COMUNS EM VACAS LEITEIRAS

Medicamentos de uso veterinário são utilizados na prevenção, controle e tratamento de doenças nos animais, tais como mastite, doenças pulmonares, diarreia, entre outros. Sendo assim, a presença de resíduos no leite, como os de antimicrobianos, de antiparasitários e de anti-inflamatórios, podem causar danos no sistema de produção de leite e na saúde do consumidor. A causa da contaminação está associada a não observação do período de carência descrito na bula do medicamento, com envio do leite com resíduos para o processamento; à mistura de leite contaminado ao não contaminado; à falta de anotação dos tratamentos realizados e a não identificação de vacas tratadas; ao uso indevido de produtos ou sem a orientação de um profissional médico veterinário durante lactação, entre outros (LUIZ, 2019)(VANSCHAIK, 2002).

Os antimicrobianos mais utilizados em animais de produção são pertencentes às classes dos β -lactâmicos, macrolídeos, quinolonas, tetraciclina, aminoglicosídeos e sulfonamidas. O uso de cloranfenicol é proibido em animais de produção, portanto, não há limite de tolerância em alimentos devido ao risco de anemia aplástica. Resíduos de antimicrobianos no leite podem causar distúrbios na microbiota intestinal, reações de hipersensibilidade, como também, propiciar a seleção de microrganismos mais resistentes. Este fato é particularmente importante, pois, muitos antimicrobianos empregados na saúde animal correspondem àqueles utilizados na saúde humana. Tal resistência tem sido apontada pela FAO/OMS como um dos maiores desafios de saúde pública mundial, justificando seu controle e monitoramento (LUIZ, 2019)(CERQUEIRA, 2020).

Devido ao uso frequente na medicina veterinária para o controle de endo e ectoparasitoses, os antiparasitários podem apresentar resíduos no leite e seus derivados. As avermectinas (ivermectina, doramectina, abamectina e eprinomectina) são exemplos de medicamentos utilizados e, com exceção da eprinomectina, os demais têm seu uso proibido em vacas leiteiras. Já os anti-inflamatórios, outro medicamento comumente utilizado, tem seu uso relacionado à diminuição de processos inflamatórios e a produção de analgesia. Seus resíduos podem acumular no organismo e causar alterações plaquetárias e úlceras gástricas (BELOTI, 2015)(HANSON, 2010).

3 I APLICAÇÕES RECENTES PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE PRODUTOS LÁCTEOS

3.1 Métodos Analíticos para detecção de água em leite

Embora não se trate do problema da contaminação de leite com medicamentos veterinários, neste item serão relatados alguns métodos para detectar àquele que tem sido, nos últimos anos, um problema constante na qualidade do leite, a sua adulteração com água. O leite pode ser adulterado para ganho financeiro ou para solucionar problemas

devido as más condições de higiene de processamento, armazenamento, transporte e comercialização (HANDFORD, 2016). Mesmo com os métodos analíticos comumente usados para avaliar a qualidade do leite, falhas têm sido apresentadas, principalmente em situações com adulterantes mistos. A metodologia oficial para detectar a adição de água no leite é a crioscopia, que mede o ponto de congelamento do mesmo. Porém, esse método é confiável apenas para detecção de adição de água (NASCIMENTO, 2013). A adição simultânea de água e cloreto de sódio (ou sacarose ou bicarbonato de sódio) podem mascarar o índice de crioscopia. Diante desses problemas, Nascimento et al., 2013, apresentou o desenvolvimento de um novo aparelho, portátil, denominado MilkTech (Depósito de patente número PI0805121-6, Brasil), que pudesse ser usado em campo, durante a coleta do leite, por meio de uma nova abordagem analítica para detectar a adulteração do leite, especialmente com água, com base nas propriedades elétricas deste alimento. As vantagens da técnica baseada em medições elétricas são inúmeras: baixo custo, portabilidade e análises rápidas (NASCIMENTO, 2017)(NASCIMENTO, 2019). Em 2020, Kamboj et al., desenvolveu um modelo quimiométrico para prever a adulteração de água no leite usando espectroscopia no infravermelho próximo para selecionar os comprimentos de onda mais importantes para a previsão da adulteração de água no leite. Foi usada a Análise de Componentes Principais para discriminar as diferentes amostras baseadas nos dados espectrais (KAMBOJ, 2020). Em 2020, Brito et al., analisou o ponto de congelamento do leite através do método de precisão e por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier. Para isto eles utilizaram 480 amostras em relação a quatro tratamentos por conservantes (sem conservantes, bronopol, bronolat e brononata), em três tempos distintos de armazenamentos e cinco porcentagens de adição de água, avaliando o efeito desses parâmetros no crioscópio eletrônico e no FTIR (BRITO, 2020). Recentemente, em 2021, Nyokabi et al., investigaram a variação na qualidade do leite cru em sistemas de produção de leite e cadeias de valor associados no Quênia, combinando vários métodos, entre eles, análises físico-químicas e microbiológicas para analisar a sua composição, contaminação e adulteração. Em seus resultados, cerca de 16,7 % das amostras de leite analisadas continham água adicionada (NYOKABI, 2021).

3.2 Aspectos das Espectroscopias no Infravermelho próximo e médio: Vantagens e Desvantagens

A indústria de alimentos, em particular a de laticínios, utiliza a espectroscopia no infravermelho nos seus estudos, há décadas, desde 1960 (LUIZ, 2018)(GRELET, 2015). O pressuposto básico por trás da aplicação de técnicas espectroscópicas ópticas para a avaliação da qualidade de alimentos depende da geração de uma "impressão digital". Ela estuda a interação da radiação eletromagnética, no caso o infravermelho, com a matéria, de modo a determinar os níveis de energia dos átomos ou moléculas que constituem a amostra, e através das medidas de transições energéticas fornecidas pelos espectros referentes, determina as posições relativas dos níveis energéticos (LUIZ, 2019)(SALA,

2008). Um produto lácteo individual possui determinada composição química caracterizada por moléculas que, exposta a uma fonte de luz produzirá um espectro característico resultante da absorção da energia eletromagnética das diversas moléculas que constituem o alimento (PEREIRA, 2020). A espectroscopia no infravermelho tem sido o método cada vez mais aplicado para determinar a autenticidade e adulteração em alimentos (KAMAL, 2015)(PEREIRA, 2020)(LUIZ, 2020c). Técnicas como, as espectroscopias no infravermelho próximo (NIR) e no infravermelho médio (MIR) têm sido aplicadas com sucesso na avaliação de qualidade de leite e produto lácteos. Contudo, nos últimos anos ela também vem sendo aplicada na detecção de resíduos de medicamentos veterinários em leites.

A espectroscopia no infravermelho médio por transformada de Fourier (FT-MIR) e a espectroscopia no infravermelho próximo por transformada de Fourier (FT-NIR) são técnicas espectrais complementares e apresentam vantagens e desvantagens, uma em relação a outra, para análise de leites e derivados. Em ambas as técnicas a medição é rápida e simultânea, não destrutiva para uma série de constituintes do leite e tem potencial para análise online (BRANDÃO, 2010). A FT-MIR é o método mundial escolhido para controle de composição e qualidade durante os testes de rotina de leite líquido (PEREIRA, 2020). Ela se destaca na identificação qualitativa e quantitativa e apresenta bandas bem definidas para grupos funcionais orgânicos, tais como: gordura, proteína, lactose que fazem parte da composição do leite (BROWN, 2013). Os equipamentos de infravermelho médio, MIR, geralmente usam um volume mínimo de amostra para análise de leite em comparação com o equipamento NIR. Porém, sua principal desvantagem é a presença da enorme banda de absorção de água, uma vez que, o leite é composto por cerca de 87% de água (LUIZ, 2018). Caso o equipamento de FT-MIR não tenha um sistema de reflectância total atenuada (ATR), há necessidade de preparo da amostra, isto é considerado outra desvantagem, e para análise de leite ainda existe a complexidade experimental. A manutenção e equipamentos de reposição do FT-MIR, geralmente são mais caros, e nesse aspecto, o NIR se destaca. Em laticínios, as amostras são analisadas diariamente, portanto, para isso, o NIR é economicamente vantajoso. O NIR não é influenciado pelo CO₂, eliminando a purga do instrumento e sinal-ruído extremamente alto nos dados espectrais (BROWN, 2013) (PEREIRA, 2020). Muitos estudos indicam que o NIR pode prever a composição química do leite e produtos lácteos e pode monitorar o ponto de corte durante a fabricação do queijo. Outros trabalhos demonstraram o potencial do NIR para prever características sensoriais (por exemplo, dureza e maciez) de produtos lácteos (CATTANEO, 2013). Geralmente o NIR, não consegue identificar componentes com concentração inferior a 1%. Para isto, geralmente, o NIR depende do auxílio de métodos estatísticos, tais como: PCA, mínimos quadrados parciais (PLS) e modelagem independente de analogia de classe (SIMCA) (BROWN, 2013).

3.3 Espectroscopias no Infravermelho próximo e médio para detecção de medicamentos em leites

A busca por técnicas de alta sensibilidade que permitam a detecção de resíduos de antibióticos no leite vem sendo realizada há décadas, e têm a sua importância no desenvolvimento de novas metodologias que auxiliam no controle de qualidade do alimento que será destinado ao consumidor. No entanto, neste trabalho serão destacadas apenas as pesquisas realizadas nos últimos 5 anos.

Em 2016, Qin et al., usaram a espectroscopia FT-MIR, no modo ATR, adicionada à PCA e regressão de mínimos quadrados parciais (PLSR) para determinar de maneira rápida cloridrato de tetraciclina em amostras de leite em diferentes concentrações (1 a 160 ppb)(QIN, 2016). Chen et al., apresentou seus resultados, em 2016, na qual detectou de maneira simultânea quatro famílias de resíduos de antibióticos no leite (β-lactâmicos, tetraciclina, quinolonas e sulfonamidas), em 20 minutos, para isso eles utilizaram imunoensaio de fluxo lateral multiplex baseado em fluorescência no infravermelho próximo (CHEN, 2016). Motivados por um projeto internacional que visava desenvolver ferramentas de métodos de triagem e padrões de referências para a detecção de leite em pó adulterado, Scholl et al. verificaram, em 2017, que os métodos de mistura utilizados para combinar melamina e leite apresentaram efeitos fortes no espectro de infravermelho próximo da melamina, podendo ser usado para métodos de detecção rápida (SCHOLL, 2017). Em 2017, Soledad-Rodríguez et al., utilizaram a espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier para caracterizar polímeros com impressão molecular (MIPs) com ampicilina, de modo a determinar de maneira eficaz esta droga em leite de vaca nas concentrações exigidas pela legislação (SOLEDADE-RODRÍGUEZ, 2017). Em 2018, pode ser considerado um marco para análise de medicamentos em leite, pois muitos estudos foram publicados a partir deste ano, destacando o trabalho de Casarrubias-Torres et al., que utilizaram a espectroscopia de infravermelho médio e análise multivariada para determinação de resíduos de tetraciclina em leite de vaca. Eles enriqueceram as amostras de leite com tetraciclina, clortetraciclina e oxitetraciclina na faixa de 10-400 ppb e modelos quimiométricos, PLS e PLSR, foram utilizados para quantificação de cada um dos resíduos (CASARRUBIA-TORRES, 2018). Seguindo a mesma linha, em 2018, Wu et al., utilizaram a espectroscopia NIR combinada com PLS para detectar tetraciclina em leite. Eles utilizaram espectros de transmitância de amostras de leite puro e amostras de leite adulterado com tetraciclina com diferentes concentrações (de 0,005 a 40 ppm)(WU, 2018). No mesmo ano. Luiz et al., analisaram os medicamentos veterinários oxitetraciclina, enrofloxacin, penicilina, cloridrato de ceftiofur e diclofenaco de sódio por meio da espectroscopia de infravermelho próximo com transformada de Fourier (FT-NIR) associada ao PCA, para detectar de forma rápida e precisa resíduos desses medicamentos em amostras de leite. Com seus resultados, eles foram capazes de discriminar diferentes tipos de antimicrobianos

dissolvidos no leite dentro dos limites máximos de resíduos (100 ppb para oxitetraciclina, 100 ppb para o enrofloxacino, 4 ppb para penicilina, 100 ppb para cloridrato de ceftiofur e 0,1 ppb para o diclofenaco de sódio) permitidos pela Agência Europeia de Medicamentos (EMA) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (MAPA). Além disso, a metodologia foi capaz de detectar traços de cloridrato de ceftiofur em amostras reais ordenhadas em dias diferentes após a sua administração em gados leiteiros. Vale a pena ressaltar que este medicamento, em princípio, possui período de carência antimicrobiana zero (LUIZ, 2018). Tendo em vista que medicamentos falsificados tornaram uma grande ameaça à saúde pública, principalmente nas áreas rurais de países em desenvolvimento, avanços na tecnologia de detecção rápida de drogas, foi apresentado por Zou et al., em 2018, por meio de um *review*. Neste eles forneceram uma visão geral das tecnologias de detecção rápidas para tal fim, incluindo a espectroscopia no infravermelho próximo, e destacando a preocupação com antibióticos falsificados, contendo menor teor do medicamento (ZOU, 2018). É importante ressaltar que, o estudo de Zou et al., não foi destinado para detecção de medicamentos em leites, mas os costumes naquela região podem ter consequências também nos medicamentos veterinários. A procura por alimentos orgânicos teve uma participação crescente nos últimos anos. Contudo esses produtos são vulneráveis à fraude devido ao seu preço. O leite não deve conter resíduos de medicamentos acima dos LMRs. Contudo com leites orgânicos, acredita-se que nem estes resíduos devem estar presentes, uma vez que, o termo orgânico refere-se a alimentos de origem animal e vegetal produzidos sem uso de, entre outras substâncias, antimicrobianos, antiparasitários ou qualquer outra droga que possua resíduos nocivos à saúde humana. Sendo assim, distinguir os leites orgânicos de leites comuns é importante, e visando isto, em 2018, Liu et al., realizaram um estudo para distinguir o leite orgânico de outros tipos de leite através da espectroscopia no infravermelho próximo portátil em combinação com a quimiometria (LIU, 2018). A espectroscopia Raman, assim como a FT-IR, fornece um espectro característico das vibrações específicas de uma molécula, em 2019, Huirong He et al., apresentaram uma revisão dos desenvolvimentos recentes envolvendo aplicações de técnicas espectroscópicas Raman: espectroscopia Raman aprimorada de superfície (SERS), espectroscopia Raman de transformada de Fourier, espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) e micro-espectroscopia Raman para avaliação da qualidade e segurança do leite. Eles apresentaram o uso das espectroscopias anteriormente mencionadas para análise de composição, adulterantes, microorganismos e resíduos de antibióticos no leite (HE, 2019). No mesmo ano, Santos et al., apresentaram uma visão geral das aplicações quimiométricas em química analítica, com uma compilação de artigos publicados entre 2014 e 2018. Nestes, apresentam a espectroscopia no infravermelho médio associada a PLSR para determinar resíduos de tetraciclina em leite de vaca (SANTOS, 2019). No ano seguinte, em 2020, Teixeira et al., estabeleceram padrões espectroscópicos de antibióticos isolados e na presença de leite, a fim de contribuir com mais uma ferramenta para a detecção de

quantidades mínimas desses compostos de forma rápida e precisa. Para tanto, utilizaram espectroscopia vibracional (FT-MIR e Raman), e cálculos teóricos baseados na Teoria Funcional da Densidade (DFT) em amostras de leite bovino (TEIXEIRA, 2020). Em 2020, Shaikh e Patil apresentaram uma revisão sobre resíduos de drogas no leite e produtos lácteos: fontes, impacto na saúde pública, prevenção e controle, listando, dentre outras a FT-MIR e FT-NIR como técnicas para detecção de resíduos de diferentes classes de medicamentos em leites e produtos lácteos (SHAIKH, 2020). Visto que a contaminação do leite por resíduos de antibióticos representa risco à saúde dos consumidores, em 2020, Freitas et al., propôs uma metodologia para determinar resíduos de tilosina, antibiótico macrolídeo, em leite usando a espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier de reflexão atenuada (ATR-FTIR) associada à quimiometria: rede perceptron multicamada (MLP) e mínimos quadrados parciais (PLS). O MLP discriminou as amostras contaminadas com tilosina abaixo, igual e acima do LMR, com acurácia de 99% (FREITAS, 2020). Um grupo importante de fármacos que podem estar presentes no leite são, principalmente, os antimicrobianos e os anti-inflamatórios, mas resultados das análises divulgados pelo Programa de Análise de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Alimentos de Origem Animal (PAMVet) mostram também a presença de antiparasitários em leite. Sendo assim, em 2020, Luiz et al., utilizou FT-NIR associado a PCA para discriminar resíduos de antimicrobianos e antiparasitário em amostras simuladas de leite. Eles verificaram que em poucos segundos foi possível discriminar a amostra controle (leite puro), das amostras contaminadas com medicamentos, mesmo estando em concentrações muito baixas, 4 ppb (LUIZ, 2020c). Pereira et al., apresentaram, em 2020, uma revisão com as aplicações mais recentes de espectroscopia no infravermelho próximo e médio para avaliação da qualidade dos produtos lácteos, incluindo as vantagens do uso da FT-NIR associada à PCA para detecção rápida de medicamentos veterinários em amostras de leites (PEREIRA, 2020). O uso de duas ou mais técnicas analíticas é muito comum para validação de metodologias, em 2020 Luiz et al., utilizou as espectroscopias FT-NIR e EDS para identificar de maneira rápida e precisa amostras de leites líquidos e em pó contaminados com antimicrobianos veterinários, dentro dos LMRs. Na FT-NIR houve a necessidade de recorrer a PCA, tendo em vista que os espectros vibracionais das amostras de leite líquido contaminadas não se distinguiram do espectro da amostra controle, leite puro. Com a espectroscopia EDS, utilizou-se amostras de leite e penicilina em pó. Neste caso, o espectro de energia forneceu a composição elementar do leite, bem como permitiu a identificação da amostra de penicilina G através do pico energético do elemento enxofre. Mesmo assim, fez-se o uso da PCA para discriminar as amostras de leite contaminadas (LUIZ, 2020a) (LUIZ 2020b). Tendo em vista que o uso excessivo ou abusivo de agrotóxicos e medicamentos veterinários podem levar resíduos dos mesmos em alimentos, ameaçando a saúde humana, em 2020, Jia et al., apresentou um review dos métodos de detecção rápida de múltiplos resíduos para pesticidas e medicamentos veterinários, destacando a

importância da FTNIR para detecção destas drogas garantindo a segurança alimentar (JIA, 2020). Em 2020, Sahebi et al., explorou novas estratégias de preparação de amostras, de modo que sejam, rápidas, ecológicas e confiáveis para determinação simultânea de cinco penicilinas em leite. Para isso eles usaram uma nova extração de fase micro-sólida dispersiva com base em nanopartículas magnéticas modificadas por líquido iônico. A estrutura das nanopartículas foi caracterizada por microscopia eletrônica de varredura de emissão de campo, microscopia eletrônica de transmissão, espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier, difração de raios X, magnetômetro de amostra vibrante e análise de potencial Zeta (SAHEBI, 2020). Recentemente, em 2021, Jha et al., utilizou a espectroscopia FTIR juntamente com análise multivariada, PCA e PLS, para detectar e quantificar a contaminação de aflatoxina B1 em leite puro. Embora as aflatoxinas não sejam medicamentos veterinários, mas são uma família de metabólitos secundários tóxicos, mutagênicos e carcinogênicos produzidos por determinados fungos (JHA, 2021).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta revisão, foram apresentados estudos recentes que avançam na avaliação da segurança alimentar por técnicas de espectroscopia de infravermelho. Pôde-se constatar que as espectroscopias NIR e MIR têm se mostrado métodos analíticos valiosos, e quando associada à métodos quimiométricos, têm o seu potencial elevado para detecção de resíduos de medicamentos veterinários em leite. Embora muitos trabalhos tenham sido realizados nos últimos anos, a crescente exigência de análises de qualidade e autenticidade de alimentos, bem como o trabalho contínuo no desenvolvimento de métodos espectroscópicos, trará várias oportunidades de pesquisa para os próximos anos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências de fomentos do Brasil, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (310899/2018-4), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG (RED 00521-16). Luiz, L.C agradece a agência Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (PNPD 2871/2011) pela bolsa de pós-doutorado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. C. **Avaliação de Suplementos Nutricionais à Base de Whey Protein. Niterói.** Dissertação [Mestrado em Medicina Veterinária] - Universidade Federal Fluminense, 2014.

ANDRADE, J., PEREIRA, C. G.; RANQUINE, T.; AZARIAS, C. A.; BELL, M. J. V.; ANJOS, V. C. **Long-Term Ripening Evaluation of Ewes' Cheeses by Fourier-Transformed Infrared Spectroscopy under Real Industrial Conditions.** Journal of Spectroscopy 2018, p. 1-9, 2018.

- ANDRADE, J.; PEREIRA, C. G.; ALMEIDA JUNIOR, J. C.; VIANA, C. C. R.; NEVES, L. N. O.; SILVA, P. H. F.; BELL, M. J. V.; ANJOS, V. C. **FTIR-ATR determination of protein content to evaluate whey protein concentrate adulteration.** LWT, v. 99, p. 166-172, 2019.
- BELOTI, V.; TAMANINI, R.; NERO, L. A.; MOREIRA, M. A. S.; SILVA, L. C. C.; FAGNANI, R.; REIS, K. T. M. G. **Leite: obtenção, inspeção e qualidade.** Editora Plana: Londrina, 2015.
- BRANDÃO, M. C. M. P.; CARMO, A. P.; BELL, M. J.; ANJOS, V. C. **Characterization of Milk by Infrared Spectroscopy.** Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 65, n. 373, p. 30-33, 2010.
- BRITO, R. F.; RODRIGUES, R.; DINIZ, S. A.; FONSECA, L. M.; LEITE, M. O.; SOUZA, M. R.; CONRRADO, R. S., VERÍSSIMO, S. A. O.; VALENTE, G. L. C.; CERQUEIRA, M. M. O. P. **Analysis of the freezing point of milk by precision method and by Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 72, n. 5, p. 1713-1718, 2020. DOI: 10.1590/1678-4162-11961
- BROWN, G. **Quality Control using NIR/MIR Spectroscopy: A Rotten Apple Could Turn Your Product into a Lemon.** IICA Tech Night presentation. 2013.
- CASARRUBIAS-TORRES, L. M.; MEZA-MÁRQUEZ, O. G.; OSORIO-REVILLA, G.; GALLARDO-VELAZQUEZ, T. **Mid-infrared spectroscopy and multivariate analysis for determination of tetracycline residues in cow's milk.** Acta Veterinaria Brno, v. 87, p. 181-188, 2018. DOI: 10.2754/avb201887020181
- CATTANEO, T. M. P.; HOLROYD, S. E. **New applications of near infrared spectroscopy on dairy products.** Journal Near Infrared Spectroscopy, v. 21, p. 307-310, 2013.
- CERQUEIRA, M. M. O. P. **Manual – Uso responsável de antimicrobianos na produção de leite.** MSD Saúde Animal, 2020.
- CHEN, Y.; CHEN, Q.; HAN, M.; LIU, J.; ZHAO, P.; HE, L.; ZHANG, Y.; NIU, Y.; YANG, W.; ZHANG, L. **Near-infrared fluorescence-based multiplex lateral flow immunoassay for the simultaneous detection of four antibiotic residue families in milk.** Biosens Bioelectron, v. 79, p. 430-434, 2016. DOI: 10.1016/j.bios.2015.12.062
- DE MARCHI, M.; PENASA, M.; ZIDI, A.; MANUELIAN, C. L. **Invited review: Use of infrared technologies for the assessment of dairy products-Applications and perspectives.** J Dairy Sci, v. 101, p. 10589-10604, 2018.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO). **Food Energy-Methods of Analysis and Conversion Factors.** Chapter 3, Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, 2003.
- FREITAS, A. G.; MAGALHÃES, B. E.; MINHO, L. A.; LEÃO, D.J.; SANTOS, L.S; FERNANDES, S. A. A. **FTIR spectroscopy with chemometrics for determination of tylosin residues in milk.** J Sci Food Agric, 2021. DOI: 10.1002/jsfa.10799
- GRELET, C.; FERNÁNDEZ PIERNA, J. A.; DARDENNE, P.; BAETEN, V.; DEHARENG, F; **Standardization of milk mid-infrared spectra from a European dairy network.** J Dairy Sci, v. 98, p.2150-2160, 2015.

HANDFORD, C. E.; CAMPBELL, K.; ELLIOTT, C. T. **Impacts of milk fraud on food safety and nutrition with special emphasis on developing countries.** *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 15, n. 1, p. 130–142, 2016.

HANSON, P. D.; MADDISON, J. E. **anti-inflamatórios não esteroidais e agentes condroprotetores.** In: *Farmacologia Clínica de Pequenos Animais*. MADDISON, J.E.; PAGE, S. W.; CHURCH, D.B. Rio de Janeiro: Elsevier, p.282-304, cap.13, 2010.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H. **Proteínas do Soro do Leite: Composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana.** *Rev. Nutr* [online], v. 19, n. 64, p. 479-488, 2006, DOI: 10.1590/S1415- 52732006000400007

HE, H.; SUN, D. W.; PU, H.; CHEN, L.; LIN, L. **Applications of Raman spectroscopic techniques for quality and safety evaluation of milk: A review of recent developments.** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 59, n. 5, 2019.

JHA, S.N.; JAISWAL, P.; KAUR, J.; RAMYA, H. G. **Rapid Detection and Quantification of Aflatoxin B1 in Milk Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy.** *J. Inst. Eng. India Ser. A*, 2021. DOI: 10.1007/s40030-020-00507-8

JIA, M.; ZHONGBO, E.; ZHAI, F.; BING, X. **Rapid Multi-Residue Detection Methods for Pesticides and Veterinary Drugs.** *Molecules*, v. 25, n. 16, 3590, 2020. DOI: 10.3390/molecules25163590

KAMAL, M.; KAROUI, R. **Analytical methods coupled with chemometric tools for determining the authenticity and detecting the adulteration of dairy products?: A review.** *Trends in Food Science & Technology* 46, p. 27-48, 2015.

KAMBOJ, U.; KAUSHAL, N.; MISHRA, S.; MUNJAL, N. **Application of Selective Near Infrared Spectroscopy for Qualitative and Quantitative Prediction of Water Adulteration in Milk.** *Materials Today: Proceedings*, v. 24, p. 4, p. 2449-2456, 2020. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.03.775.

LIU, N.; PARRA, H. A.; PUSTJENS, A.; HETTINGA, K.; MONGONDRIY, P.; VAN RUTH, S. M. **Evaluation of portable near-infrared spectroscopy for organic milk authentication.** *Talanta*, v. 184, p. 128-135, 2018. DOI: 10.1016/j.talanta.2018.02.097.

LOHUMI, S.; LEE, S.; LEE, H.; CHO, B. K. **A review of vibrational spectroscopic techniques for the detection of food authenticity and adulteration.** *Trends in Food Science and Technology*, v. 46, p. 85-98, 2015.

LUIZ, L. C. **Espectroscopia óptica para detecção de resíduos de antibióticos em leite.** 2019. Tese (Doutorado em Física), UFJF.

LUIZ, L. C.; BELL, M. J. V.; ANJOS, V. C. **FT-NIR associado a método quimiométrico para discriminar resíduos de antimicrobianos e antiparasitário no leite.** *DEMETRA: Alimentação, Nutrição e Saúde*, v. 15, 47945, 2020c. DOI: 10.12957/demetra.2020.47945

LUIZ, L. C.; BELL, M. J. V.; ANJOS, V. C. **Método para Detecção de Resíduos de Medicamentos em Leite.** *Atena: Prática em Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos* 2. p. 111-122, 2020b.

LUIZ, L. C.; BELL, M. J. V.; BATISTA, R. T.; FREITAS, R. P.; ROCHA, R. A.; ANJOS, V. C. **Use of Energy Dispersive Spectroscopy and Principal Component Analysis for Detect Penicillin in Powdered Milk.** Atena: Prática em Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos 2, p. 131-141, 2020a.

LUIZ, L. C.; VARELLA, C. S. F.; SILVA, D. D. M.; BRANDÃO, D. L.; BATISTA, R. T.; FREITAS, R. P. **Utilizando espectroscopia de energia dispersiva (EDS) para comparação de medicamentos genéricos e similar com o seu referência.** Rev. Bras. De Ciências da Saúde, v. 19, n. 3, p. 179-186, 2015. DOI:10.4034/RBCS.2015.19.03.02

LUIZ, L. C.; BELL, M. J. V.; ROCHA, R. A.; LEAL, N. L.; ANJOS, V. C. **Detection of Veterinary Antimicrobial Residues in Milk through Near-Infrared Absorption Spectroscopy.** Journal of Spectroscopy, p.1-6, 2018.

LUIZ, L. C.; BELL, M. J. V.; ROCHA, R. A.; MENDES, T.O.; ANJOS, V. C. **Análise de Resíduos de Diclofenaco Sódico Veterinário em Leite por Espectroscopia no Infravermelho Próximo.** Rev.Bras. Ciências.Saúde, v. 18, n. 3, p.219-224, 2014.

MORZELLE, M. C. **Composição Química do Leite.** Notas de Aula, ESALQ/USP, 2016.

NASCIMENTO, W. W. G.; OLIVEIRA, M. A. L.; FURTADO, M. A. M.; ANJOS, V. C.; BELL, M. J. V. **Development and optimization of an alternative methodology for determination of milk adulteration by water.** Journal of Food Science and Engineering, v. 3, p. 363-370, 2013.

NASCIMENTO, W. W. G.; SOUZA, M. P. O.; VALENTE, A. C. M. M.; ANJOS, V. C.; FURTATO, M. A. M.; BELL, M. J. V. **Results from portable and of low cost equipment developed for detection of milk adulterations.** Food Sci. Technol, v. 37, n. spe, p. 38-74, 2017.

NASCIMENTO, W. W. G.; SOUZA, M. P. O.; VALENTE, A. C. M. M.; ANJOS, V. C.; FURTATO, M. A. M.; BELL, M. J. V. **Resultados a partir de equipamento portátil e de baixo custo desenvolvido para detecção de adulterações em leite.** Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 2, p. 274-281, 2019.

NEVES, V. A.; SOUZA, K. A. F. D. **Análise de alimentos: pesquisa dos componentes do leite.** Experimentos de Bioquímica. UNESP.

NYOKABI, S. N.; DE BOER, I. J. M.; LUNING, P. A.; KORIR, L.; LINDAHL, J.; BETT, B.; OOSTING, S. J. **Milk quality along dairy farming systems and associated value chains in Kenya: An analysis of composition, contamination and adulteration.** Food Control, v. 119. 107482, 2021. DOI: 10.1016/j.foodcont.2020.107482.

PEREIRA, C. G.; ANDRADE, J.; RANQUINE, T.; MOURA, I. N.; ROCHA, R. A., FURTADO, M.A.M.; BELL, M. J. V.; ANJOS, V. **Characterization and detection of adulterated whey protein supplements using stationary and time-resolved fluorescence spectroscopy.** LWT, v. 97, p. 180-186, 2018.

PEREIRA, C. G.; LEITE, A. I. N.; ANDRADE, J.; BELL, M. J. V.; ANJOS, V. **Evaluation of butter oil adulteration with soybean oil by FT-MIR and FT-NIR spectroscopies and multivariate analyses.** LWT, v. 107, p. 1- 8, 2019.

PEREIRA, C. G.; LUIZ, L. C.; BELL, M. J. V.; ANJOS, V. C. **Near and Mid Infrared Spectroscopy To Assess Milk Products Quality: A Review Of Recent Applications.** Journal of Dairy Research & Technology, 3.014, 2020. DOI:10.24966/DRT-9315/100014

PONTES NETTO, D.; LOPES, M. O.; OLIVEIRA, M. C. S.; NUNES, M. P.; MACHINSKI JUNIOR, M.; BOSQUIROLI, S. L.; BENATTO, A.; BENINI, A.; BOMBARDELLI, A. L. C.; VEDOVELLO FILHO, D.; MACHADO, E.; BELMONTE, I. V.; ALBERTON, M.; PEDROSO, P. P.; SCUCATO, E. S. **Levantamento dos principais fármacos utilizados no rebanho leiteiro do Estado do Paraná.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 27, n. 1, p. 145-151, 2005.

QIN, J.; XIE, L.; YING, Y. **Rapid Determination of Tetracyclines Hydrochloride Using ATR FT-MIR Spectroscopy.** Food Anal. Methods, v. 9, p. 2880–2886, 2016. DOI: 10.1007/s12161-016-0465-y

SAHEBI, H.; KONOZ, E.; EZABADI, A.; NIAZI, A.; AHMADI, S. H. **Simultaneous determination of five penicillins in milk using a new ionic liquid-modified magnetic nanoparticle based dispersive micro-solid phase extraction followed by ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry.** Microchemical Journal, v. 154, 104605, 2020. DOI: 10.1016/j.microc.2020.104605.

SALA, O. **Fundamentos da Espectroscopia Raman e no Infravermelho.** 2ª Ed. Editora Unesp. 280p, 2008.

SANTOS, M. C.; NASCIMENTO, P. A. M.; GUEDES, W. N.; PEREIRA-FILHO, E. R.; FILLETTI, E. R.; PEREIRA, F. M. V. **Chemometrics in analytical chemistry – an overview of applications from 2014 to 2018.** Eclética Química, v. 44, n. 2, 2019.

SCHOLL, P. F.; BERGANA, M. M.; YAKES, B. J.; XIE, Z.; ZBYLUT, S.; DOWNEY, G.; MOSSOBA et al. **Effects of the Adulteration Technique on the Near-Infrared Detection of Melamine in Milk Powder.** J Agric Food Chem, v. 65, n. 28, p. 5799-5809, 2017. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b02083

SHAIKH, J. R.; PATIL, M. K. **Drug Residues in Milk and Milk Products: Sources, Public, Health Impact, Prevention and Control.** International Journal of Livestock Research, v. 10, n. 6, p. 24-36, 2020. DOI: 10.5455/ijlr.20200410024336

SIVAKESAVA, S.; IRUDAYARAJ, J. **Rapid determination of tetracycline in milk by FT-MIR and FT-NIR spectroscopy.** Journal of Dairy Science, v. 85, n. 3, p. 487–449, 2002.

SOLEDAD-RODRÍGUEZ, B.; FERNÁNDEZ-HERNANDO, P.; GARCINUÑO-MARTÍNEZ, R. M.; DURAND-ALEGRÍA, J. S. **Effective determination of ampicillin in cow milk using a molecularly imprinted polymer as sorbent for sample preconcentration.** Food Chemistry, v. 224, p. 432-438, 2017. DOI:10.1016/j.foodchem.2016.11.097.

TAVANTI, V. K.; BASSI, L. G.; FERREIRA, G. C. C. et al. **Composição e a capacidade de coagulação de leites de vacas holandesas e girolandas.** Revista do Instituto de Laticínio Candido Tostes, v. 370, n. 64, p. 5-9, 2009.

TEIXEIRA, R. C.; LUIZ, L. C.; JUNQUEIRA, G. M. A.; BELL, M. J. B.; ANJOS, V. C. **Detection of antibiotic residues in Cow's milk: A theoretical and experimental vibrational study.** Journal of Molecular Structure, v. 1215: 128221, 2020.

VANSCHAIK, G.; LOTEM, M.; SCHUKKEN, Y. H. **Trends in somatic cells counts, bacterial counts, and antibiotic residue violations in New York State during 1999-2000.** Journal of Dairy Science, v.85, n.4, p.782-789, 2002.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy Science and Technology**, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2nd edition, 2006.

WEN-BO ZOU.; LI-HUI YIN.; SHAO-HONG JIN. **Advances in rapid drug detection technology.** Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, v. 147, p. 81-88, 2018. DOI: 10.1016/j.jpba.2017.08.016

WU, N.; XU, C.; YANG, R.; JI, X.; LIU, X.; YANG, F.; ZENG, M. **Detection of Tetracycline in Milk using NIR Spectroscopy and Partial Least Squares.** IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci, v. 113, 012004, 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acesso virtual 160, 161, 162, 165, 167

Albumina 1, 2, 3, 31, 170

Análise 3, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 25, 29, 39, 40, 41, 51, 54, 75, 101, 105, 106, 114, 117, 122, 123, 124, 125, 135, 136, 151, 155, 158, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 181, 186

Anatomia animal 160, 161

Anemia 18, 19, 20, 21, 22, 71, 72, 74, 75, 77, 86, 87, 102, 109, 115, 153, 154, 158, 172

Anestésico 1, 2, 3, 4

Articulação 144

B

Bacteriologia 43, 53

Bem-estar 45, 132, 133, 184, 185, 186

C

Cadmio 37, 38, 40, 41, 120, 123, 125

Canil 146, 147

Canina 64, 65, 66, 68, 69, 74, 75, 77, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 90, 91, 112, 146, 150

Caprinos 95, 96, 97, 99

Carne suína 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

Célula 67, 73, 109

Chumbo 37, 38, 40, 41, 42, 120, 123, 125

Citologia 131, 157, 158

CMT 94, 95, 96, 97

Cobre 37, 38, 40, 120, 123

Compatibilidade 109, 110, 113, 114, 115, 116, 119

Córnea 57, 58, 59, 60, 61, 62

Coronavírus 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

D

Desbridamento 57, 58, 59, 60, 61, 62

Deterioração 6, 8, 11

Diagnóstico 18, 19, 22, 23, 29, 30, 32, 39, 43, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 64, 66, 75, 76, 80, 81, 83, 89, 90, 96, 97, 99, 103, 123, 130, 131, 133, 136, 137, 138, 143, 146, 147, 149, 152, 153, 156, 157, 184, 185, 186, 189, 190

Doxiciclina 64, 65, 76, 77, 78, 81, 91

E

Ehrlichia canis 64, 65, 66, 67, 71, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Ensino 1, 161, 167, 168

Equinos 21, 22, 61, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 140, 142, 144

Erliquiose monocítica 64, 65, 66, 78, 81, 82, 84

Espaço público 104

Espectrofotometria absorção atômica 121

Exame radiográfico 143, 144

F

FCOV 24, 34

Felino 23, 25, 26, 30, 31, 34, 35, 36, 114, 151, 152, 153

FTIR 169, 170, 173, 177, 178, 179

H

Helmintos 100, 103, 104, 105, 107

Hemocomponentes 109, 110

Hemossiderófagos 130, 131, 137, 138

Histopatologia 74, 100, 102, 121, 159

I

Indústria leiteira 126

Infravermelho 169, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 181, 182, 185, 186, 187, 189

Ingestão de leite 126

L

LBA 130, 131, 133, 134, 136, 137, 138

Leite 9, 15, 16, 19, 21, 38, 77, 83, 85, 90, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 121, 126, 127, 128, 129, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181

Lentivírus 18, 19

Lesão 102, 148, 184, 185, 189

Locomotor 143, 144, 145, 187, 189

M

Mamífero marinho 100

Mastocitoma 152

Mastócitos 133, 135, 136, 151, 152, 155, 156, 157, 158
Medicamentos 169, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181
Medicina felina 23, 24, 25
Mercado 7, 16, 126, 128
Metais pesados 37, 38, 39, 40, 120, 121, 123, 124
Microbiologia do leite 95
Micro-organismo 6, 12

N

Neoplasias 3, 37, 38, 40, 121, 123, 124, 152
Notificação imediata 18, 19

O

Ortopedia 144
Otite 146, 147, 148

P

PCA 10, 169, 170, 174, 175, 177, 178
Perdas econômicas 18, 54, 94, 185
Pré-cirúrgico 1
Prevenção 23, 25, 44, 53, 58, 81, 131, 161, 172, 177, 185

Q

QR code 161, 165, 168
Qualidade microbiológica 6, 8, 9, 14, 16

S

Salmonella spp 14, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56
SAR 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 52, 53, 55
Saúde avícola 43, 52
Saúde única 24, 104
Síndrome vestibular 146, 147, 148, 149, 150
Solos 104, 106

T

Técnicas anatômicas 161
Terapia fotodinâmica 57, 61

Termografia 184, 185, 186, 187, 189, 190

Z

Zoonoses 44, 82, 104, 105

Patologia Clínica Veterinária



 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

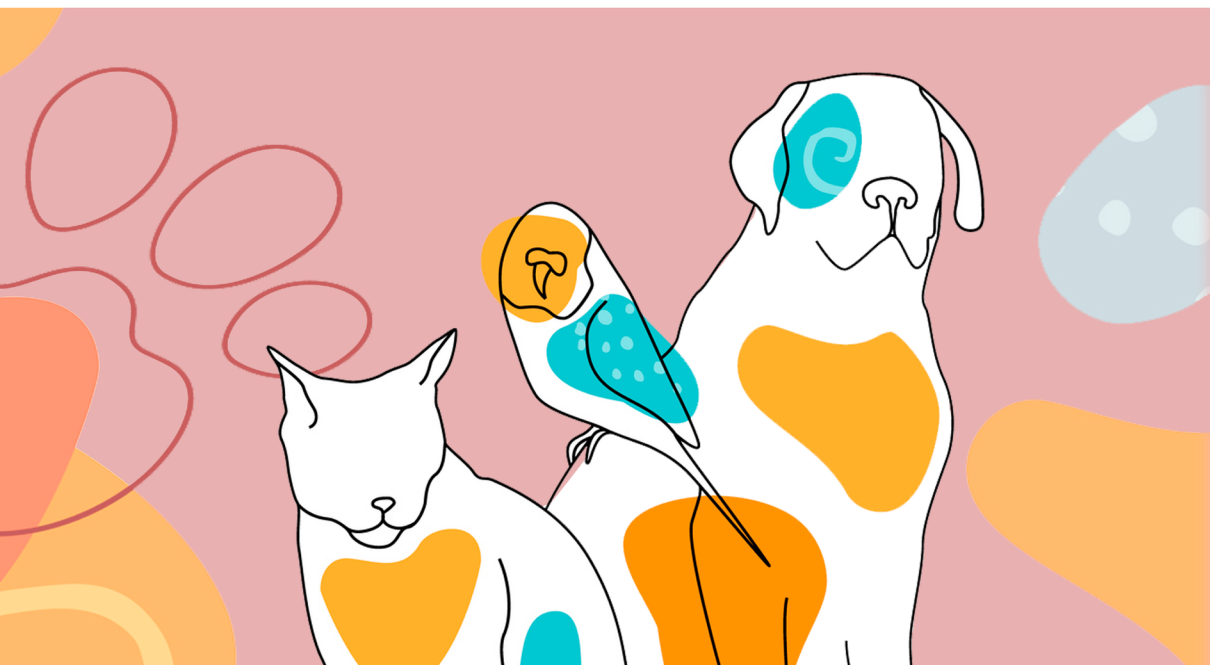
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 **Atena**
Editora

Ano 2021

Patologia Clínica Veterinária



- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora
Ano 2021